



ANÁLISIS DE INVERSIONES EN EL SECTOR TRANSPORTE TERRESTRE INTERURBANO LATINOAMERICANO A 2040

Título: Análisis de inversiones en el sector transporte terrestre interurbano latinoamericano a 2040

Editor: CAF

Vicepresidencia de Infraestructura:

Antonio Silveira
Rafael Farromeque
Christian Dunkerley
Héctor Varela
Santiago Caballero
Carolina Hoyos
Ramiro Pascual

Coordinadora de la publicación: Mónica López

Autores:

AC&A
Roberto Agosta
Juan Pablo Martínez
Jorge Kohon
José Enrique Pérez
Frederic Blas
Gabriel Giacobone
CENIT
Sergi Saurí
Irene de Cubas

Revisión:

José Manuel Vassallo

Dirección de Arte: Alejandro Maiocchi / Maiocchi Publicidad

La versión digital de este libro se encuentra en: scioteca.caf.com

© 2020 Corporación Andina de Fomento, todos los derechos reservados

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



**ANÁLISIS
DE INVERSIONES**
EN EL SECTOR
TRANSPORTE
TERRESTRE
INTERURBANO
LATINOAMERICANO
A **2040**

ÍNDICE

8	Capítulo 1 LA INFRAESTRUCTURA TERRESTRE Y EL DESARROLLO
13	Capítulo 2 ANÁLISIS SECTORIAL
14	2.1 Introducción
15	2.2 Situación general del sector y contexto internacional
15	2.2.1 Comparación internacional y competitividad de la infraestructura
18	2.2.2 Situación general de los sistemas regionales
28	2.3 Multimodalidad e intermodalidad
33	2.3.1 La interdependencia con los modos marítimo y aéreo
33	2.3.2 La conectividad de las redes con las ciudades
34	2.4 Evolución de las variables económicas principales
34	2.4.1 Factores determinantes de la demanda carretera y ferroviaria
42	2.5 Inversiones realizadas en los últimos 20 años
47	2.6 La evaluación a través de un Sistema de Indicadores de Transporte Terrestre
47	2.6.1 Por país
50	2.6.2 Por subsistema
53	Capítulo 3 ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE CAPACIDAD Y DEMANDA
54	3.1 Introducción
55	3.2 Caracterización del tráfico
55	3.2.1 Medidas de demanda
56	3.2.2 Vehículos y tasa de motorización
58	3.2.3 Medición vehículos-kilómetros
59	3.2.4 Tránsito medio diario anual
60	3.2.5 Medición pasajeros-kilómetro
62	3.2.6 Medición toneladas-kilómetro
64	3.3 Capacidad de la infraestructura
64	3.3.1 Extensión lineal de las redes
66	3.3.2 Capacidad expresada en carril-kilómetro
67	3.4 Ratios demanda-capacidad y nivel de servicio
67	3.4.1 Sector carretero
71	3.4.2 Sector ferroviario
74	3.5 Previsiones de tráfico para el año 2040
75	3.5.1 Previsiones del tránsito por carreteras
76	3.5.2 Proyección del nivel de servicio para 2040
77	3.5.3 Previsiones del tránsito por ferrocarril
79	Capítulo 4 BRECHA DE INFRAESTRUCTURA
80	4.1 Introducción
81	4.2 Marco teórico
83	4.2.1 Definiciones
83	4.2.2 Brecha de infraestructura
84	4.3 Método para medición de la brecha
84	4.3.1 Determinación del <i>stock</i> de infraestructura
86	4.3.2 Estimación de las inversiones

87	4.3.3 Proyecciones
88	4.3.4 Proyección de la oferta y la demanda de infraestructura
89	4.3.5 Definición de parámetro de referencia (<i>benchmark</i>)
91	4.4 Resultados
91	4.4.1 Brecha vertical
91	4.4.2 Brecha horizontal
93	4.5 El financiamiento de la brecha
	Capítulo 5
95	CORREDORES ESTRATÉGICOS Y PROYECTOS CLAVES
96	5.1 Identificación de corredores estratégicos
103	5.2 Resultados
109	5.3 Descentralización de la gestión: gobernanza por corredores
	Capítulo 6
113	ESTRATEGIA PARA LA DEFINICIÓN DE UNA CARTERA PRIORIZADA
114	6.1 Metodología para la identificación y priorización de proyectos
114	6.1.1 El análisis multicriterio
115	6.1.2 La dimensión interna: los criterios de impacto
117	6.2 Cartera de proyectos seleccionados
117	6.2.1 Caracterización e identificación de proyectos
118	6.2.2 Resultados
121	6.3 Líneas de acción generales para la región
122	6.3.1 Metas y criterios de medición
	Capítulo 7
125	TENDENCIAS A FUTURO Y DESAFÍOS DEL SECTOR
126	7.1 Diagnóstico y tendencias
126	7.1.1 La necesidad de una visión integral y de largo plazo
130	7.1.2 Interrelación de las redes con los sectores de desarrollo productivo, logístico y turístico
132	7.1.3 Revolución tecnológica en el corto, medio y largo plazo
141	7.1.4 El papel de Asia como centro de actividad
144	7.1.5 Iniciativas políticas
146	7.2 Demandas, desafíos y oportunidades
146	7.2.1 Demandas principales y desafíos estratégicos
149	7.2.2 Identificación y análisis de mejores prácticas sectoriales
154	7.2.3 Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades para la región
158	BIBLIOGRAFÍA
	Anexo 1
163	SISTEMA DE INDICADORES DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE TERRESTRE (ITT)
	Anexo 2
187	METODOLOGÍA DE ANÁLISIS CAPACIDAD/DEMANDA
	Anexo 3
197	MODELO DE PROYECCIÓN DE TRÁFICO
	Anexo 4
217	METODOLOGÍA MULTICRITERIO PARA LA PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS
	Anexo 5
245	FUENTES DE INFORMACIÓN

Cuadros	
15	Cuadro 1. Desempeño de la infraestructura de transporte según el índice global de competitividad
19	Cuadro 2. Indicadores regionales de la red vial, 2018
23	Cuadro 3. Índice de acceso rural a red de transporte terrestre por regiones, 2010
26	Cuadro 4. Extensión de las redes ferroviarias en operación por ancho de vía, 2018 (países estudiados)
29	Cuadro 5. Análisis de los distintos modos de transporte
30	Cuadro 6. Tarifas comparadas por modo de transporte (USD por tonelada-kilómetro)
55	Cuadro 7. Medidas de caracterización del tráfico
56	Cuadro 8. Matriz de disponibilidad de información de TMDA por países
59	Cuadro 9. TMDA en corredores de la región (valor máximo en el tramo)
61	Cuadro 10. Tráfico anual de transporte de pasajeros interurbanos por modo ferroviario
63	Cuadro 11. Tráfico anual de carga por carretera
63	Cuadro 12. Tráfico anual de carga por ferrocarril
66	Cuadro 13. Oferta de infraestructura carretera por país y para la región (carriles-km)
67	Cuadro 14. Niveles de capacidad de la red carretera
72	Cuadro 15. Niveles de servicio ferroviarios según la relación demanda-capacidad
72	Cuadro 16. Estimación volumen-capacidad por red ferroviaria
75	Cuadro 17. Tasas de crecimiento anuales promedio del tránsito por carretera hasta 2040
75	Cuadro 18. Tasas de crecimiento acumuladas del tránsito por carretera hasta 2030 y 2040
85	Cuadro 19. Cantidad de carreteras pavimentadas y vías férreas (km totales y por habitante)
85	Cuadro 20. <i>Stock</i> de infraestructura total y per cápita (miles de USD)
87	Cuadro 21. Inversiones en infraestructura terrestre (valores promedio de tendencia de los últimos 10 años)
88	Cuadro 22. Crecimiento anual promedio del PBI y población hasta 2040
90	Cuadro 23. <i>Stock</i> de carreteras pavimentadas y vías férreas para países del G20
90	Cuadro 24. <i>Stocks</i> per cápita promedio por categoría de ingresos (131 países)
98	Cuadro 25. Corredores analizados por país
102	Cuadro 26. Criterios para la categorización y priorización de corredores
104	Cuadro 27. Puntuaciones obtenidas por corredor
117	Cuadro 28. Resumen de la metodología de los criterios de impacto para proyectos viales
117	Cuadro 29. Resumen de la metodología de criterios para proyectos ferroviarios
119	Cuadro 30. Resumen de la metodología de criterios de agenda
120	Cuadro 31. Listado de proyectos ferroviarios priorizados
123	Cuadro 32. Metas Sectoriales
140	Cuadro 33. Descripción de avances tecnológicos en el sector de transporte terrestre

Figuras	
11	Figura 1. Metodologías de análisis
14	Figura 2. Objetivos de los sistemas de transporte
24	Figura 3. Redes carreteras troncales en la región (países estudiados)
26	Figura 4. Ancho de vía y conexiones fronterizas en América Latina, 2014
28	Figura 5. Redes ferroviarias en América Latina (países estudiados)
68	Figura 6. Relación volumen-capacidad en la infraestructura carretera de la región, 2018
69	Figura 7. Tramos de mayor saturación en carreteras de la región, 2018
70	Figura 8. Velocidades de operación entre nodos de transporte
71	Figura 9. Velocidades en los tramos de mayor congestión vial
73	Figura 10. Nivel de servicio de las redes ferroviarias
76	Figura 11. Relación volumen-capacidad prevista para 2030
77	Figura 12. Relación volumen-capacidad prevista para 2040
84	Figura 13. Metodología para el cálculo de la brecha de infraestructura
96	Figura 14. Modelo esquemático de configuración multimodal de un corredor
109	Figura 15. Corredores multimodales priorizados

Gráficos

- 8** Gráfico 1. Asociación entre el PBI per cápita y la infraestructura de transporte (118 países)
- 9** Gráfico 2. Calidad de la infraestructura de transporte y PBI per cápita
- 16** Gráfico 3. Índice de competitividad global (ICG), 2007-2017
- 16** Gráfico 4. Calidad de la infraestructura global y de transporte en las diferentes regiones, 2017
- 17** Gráfico 5. Calidad de la infraestructura de carreteras y ferrocarriles en la región y por país estudiado, 2017-2018
- 20** Gráfico 6. Densidad vial en países de la OCDE, 2014
- 21** Gráfico 7. Densidad de la red por habitante
- 21** Gráfico 8. Densidad de la red por superficie (países de al menos 100.000 km²)
- 30** Gráfico 9. Distancias económicas para distintos modos de transporte
- 32** Gráfico 10. Participación modal del ferrocarril de carga en América Latina (países estudiados)
- 32** Gráfico 11. Distancias medias del ferrocarril de carga
- 32** Gráfico 12. Grado de ocupación de las redes ferroviarias (toneladas-kilómetro/km de red)
- 35** Gráfico 13. Evolución de la población de los países estudiados, 1969-2040
- 35** Gráfico 14. Tasa de crecimiento anual de la población en los últimos 50 años
- 36** Gráfico 15. Pirámides poblacionales 1940, 2015 y 2040 en los países estudiados
- 37** Gráfico 16. Población urbana respecto al total, 2015-2040 (%)
- 38** Gráfico 17. PBI per cápita, tasa de crecimiento y volatilidad en países analizados, 2018
- 38** Gráfico 18. Participación en el PBI mundial y brecha con economías desarrolladas
- 39** Gráfico 19. Tasas de ahorro e inversión por país (% del PBI)
- 39** Gráfico 20. Tasas de inversión en diferentes regiones (% del PBI)
- 41** Gráfico 21. Composición de las exportaciones, 2017
- 42** Gráfico 22. Inversiones en transporte en América Latina (% del PBI promedio de los últimos 10 años)
- 43** Gráfico 23. Inversiones promedio en infraestructura de transporte terrestre (% del PBI)
- 43** Gráfico 24. Inversiones en infraestructura de transporte terrestre por habitante (en USD)
- 44** Gráfico 25. Relación entre las tasas de inversión promedio y los indicadores del SITT
- 45** Gráfico 26. Inversiones en los sectores vial y ferroviario por regiones, 2016
- 46** Gráfico 27. Inversión en los sectores carretero y ferroviario, promedio 2000-2010 (% del PBI)
- 46** Gráfico 28. Distribución de la inversión en infraestructura vial y ferroviaria por país, 2014
- 47** Gráfico 29. Resultados de la medición del Sistema de Indicadores de Transporte Terrestre (SITT)
- 48** Gráfico 30. Resultados por país del sistema de indicadores
- 50** Gráfico 31. Resultados del sistema de indicadores viales
- 51** Gráfico 32. Resultados del sistema de indicadores ferroviarios
- 57** Gráfico 33. Indicadores de parque vehicular y tasa de motorización
- 57** Gráfico 34. Relación entre tasa de motorización actual y crecimiento anual del parque
- 58** Gráfico 35. Uso de la red viaria en la región (veh-km/km)
- 62** Gráfico 36. Repartición modal del transporte de carga terrestre
- 64** Gráfico 37. Distribución de redes según nivel
- 64** Gráfico 38. Extensión de red de carreteras por (km)
- 65** Gráfico 39. Extensión de la red de ferrocarriles por país (km)
- 65** Gráfico 40. Densidad de las redes de transporte terrestre
- 66** Gráfico 41. Densidad territorial de las redes carreteras por país
- 86** Gráfico 42. *Stocks* de infraestructura per cápita en los países estudiados (miles de USD per cápita)
- 92** Gráfico 43. Inversiones anuales necesarias para el cierre de la brecha de infraestructura para el año 2040
- 92** Gráfico 44. Inversión estimada y requerida hasta el año 2040
- 93** Gráfico 45. Inversión estimada y requerida hasta el año 2040

1

LA
INFRAESTRUCTURA
TERRESTRE Y
EL DESARROLLO



CAPÍTULO 1

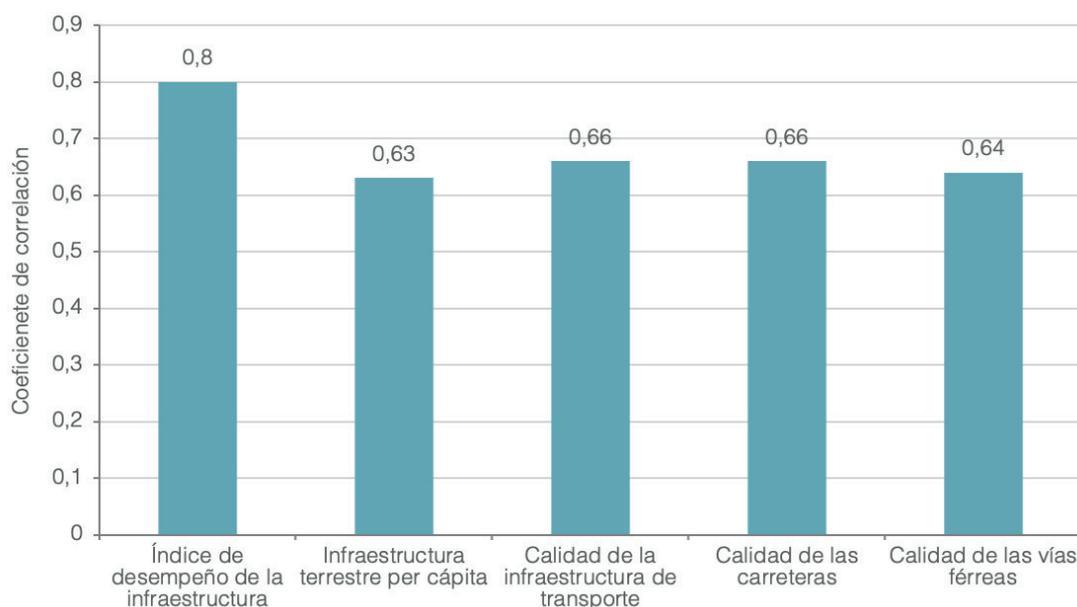
LA INFRAESTRUCTURA TERRESTRE Y EL DESARROLLO

Una mayor inversión en infraestructura es fundamental para las perspectivas de mediano y largo plazo del crecimiento económico en América Latina (AL). Diversos estudios detallan la importancia de la inversión en infraestructura económica para la productividad, la competitividad internacional y las mejoras derivadas del bienestar económico, y la literatura empírica apoya la conclusión de que la inversión en infraestructura tiene un efecto positivo y estructural sobre el crecimiento.

La infraestructura abarca un conjunto de estructuras de ingeniería, instalaciones y servicios asociados que constituyen la base sobre la cual se desempeñan los sectores productivos de los países, tales como la logística, el turismo y la agroindustria, entre otros. De ahí que su importancia sea capital. Una mayor disponibilidad y calidad de infraestructura permite reducir los tiempos de viaje entre diferentes puntos, realizar transferencias entre modos de transporte para aprovechar la eficiencia relativa de cada uno, minimizar los costos humanos y materiales y promover el desarrollo de las regiones más desfavorecidas.

Gráfico 1
Asociación entre el PBI per cápita
y la infraestructura de transporte
(118 países)

Fuente:
Estimaciones propias con datos del Foro
Económico Mundial y el Banco Mundial



Las mejoras de los sistemas de transporte, buscando ampliar la accesibilidad, conectividad y transitabilidad, pueden incrementar la fuerza de las economías de aglomeración, generando externalidades que afectan la función de producción de las empresas. Esta conclusión es apoyada por estimaciones empíricas que encuentran una asociación positiva entre la disponibilidad de infraestructura y el crecimiento económico. Muchos de estos estudios se realizaron en países desarrollados, que cuentan con infraestructura madura y de calidad, con lo cual, en el caso de los países objeto del estudio, se podría esperar un aporte aún mayor al crecimiento económico.

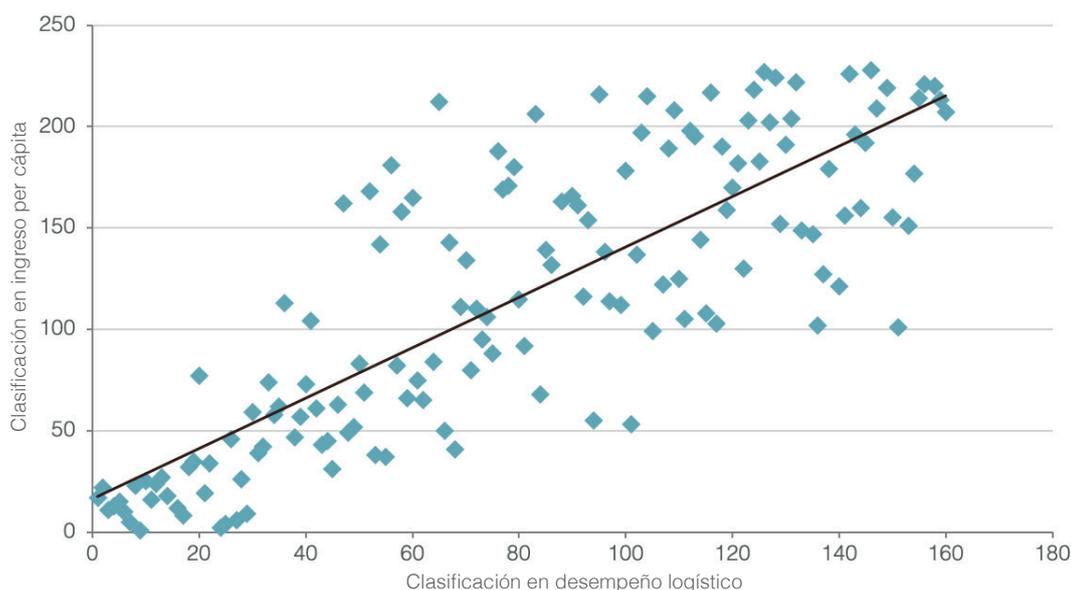


Gráfico 2
Calidad de la infraestructura de transporte y PBI per cápita

Nota:
 Para suavizar las fluctuaciones de precios y tipos de cambio, el Banco Mundial utiliza un método Atlas de conversión, que promedia el tipo de cambio de un año dado y los dos años anteriores, ajustados por diferencias en la tasas de inflación del país y de los países del G-8

Fuente:
 Estimaciones propias con datos del Banco Mundial (índice LPI y GNI per cápita Atlas)

En general, puede afirmarse que, en América Latina, las infraestructuras de transporte terrestre no gozan de las condiciones adecuadas de suficiencia, y las necesidades de inversión para alcanzar el nivel requerido son muy elevadas (Sánchez y Wilmsmeier, 2005). Entre los principales desafíos que enfrenta la infraestructura, destaca la escasez de redes de transporte con relación al territorio y a la población en comparación con otras regiones del mundo, algo que se conoce como brecha de infraestructura. Esto significa que deberá realizarse un esfuerzo inversor importante en las próximas décadas para estar en línea con los desafíos regionales. El principal reto que se plantea es asegurar que los proyectos que se vayan implementando sean **prioritarios, rentables y sostenibles**.

Por otra parte, la estructuración financiera debe garantizar la ejecución y el mantenimiento del proyecto. Esto exige, además, una gestión profesional y eficiente de la operación, que incorpore la visión de servicio público de calidad e incluya elementos de **digitalización, seguridad vial y sostenibilidad en el largo plazo**.

La cobertura y la calidad de la infraestructura han venido mejorando en la mayor parte de los países de la región durante los últimos años. Hubo avances considerables en el acceso al agua potable y al saneamiento, la energía, los puertos y aeropuertos. Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos realizados, América Latina ha perdido terreno frente a otras regiones en desarrollo en cuanto a la calidad de la infraestructura de transporte.

Cada año, el Foro Económico Mundial (WEF, por sus siglas en inglés) publica el Índice de Competitividad Global (ICG), que mide diferentes dimensiones que afectan a la competitividad de cada país, definida como “el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país” (WEF, 2018). De acuerdo con este indicador, América Latina se ha mantenido en valores intermedios durante la última década, con una suave tendencia a mejorar, pero sin poder reducir la brecha de competitividad con respecto a los países desarrollados de Europa, América del Norte, el Este Asiático y el Pacífico.

Frente a este panorama, el riesgo es que las economías de la región queden atrapadas en la llamada “trampa del ingreso medio”, fenómeno que ocurre cuando el crecimiento tiende a hacerse más intensivo en capital y en competencias, el mercado interno se hace más importante como factor de demanda y los salarios alcanzan un nivel aceptable. Esto causa que el modelo tradicional de exportación, basado en bajos salarios, ya no sea viable en comparación con otros países donde el nivel salarial es más bajo, generando una dinámica de crecimiento lento a menos que estos países avancen en la cadena de valor. Sin embargo, para lograrlo, estos países deberían contar con altos niveles de capital físico y humano, mercados de capitales desarrollados y estrategias claras de fomento a la innovación.

Desde su fundación, CAF viene contribuyendo al desarrollo sostenible de las economías de América Latina a través de diversos proyectos y programas que promueven el desarrollo de infraestructura, la transformación productiva y la mejora de la calidad de vida de la población. En 2011, la Vicepresidencia de Infraestructura (VIN) lanzó la iniciativa IDeAL (Infraestructura en el Desarrollo Integral de América Latina), una publicación que, desde sus inicios, ha recogido el análisis estratégico anual sobre la situación de la infraestructura en la región para la toma de decisiones y la construcción de políticas bajo la premisa de que una infraestructura de calidad es un factor fundamental en el desarrollo de sociedades más inclusivas y competitivas.

Además, CAF viene trabajando en la definición y cuantificación de las necesidades de infraestructura para la región en el mediano y largo plazo. Precisamente, en la publicación “América Latina 2040”, se destacó la importancia de la infraestructura como factor de crecimiento. Por otro lado, se ha iniciado un conjunto de análisis sectoriales pormenorizados para entender con mayor detalle las oportunidades y los desafíos de los países hasta alcanzar el nivel de proyecto. En el año 2016, se elaboró el trabajo “Análisis de inversiones portuarias y aeroportuarias al 2040”, donde se profundiza en las necesidades de inversión para la región.

En esta ocasión, el trabajo que se presenta tiene como objetivo aportar esta visión integral con relación a las infraestructuras de transporte carretero y ferroviario, y establecer los criterios para seleccionar aquellos proyectos que pueden aportar un mayor valor añadido. En este sentido, el estudio también ha realizado un análisis de las grandes tendencias del sector del transporte, sus efectos sociales y ambientales, los impactos de las innovaciones tecnológicas esperadas y los efectos que se pueden prever a medio y largo plazo para América Latina.

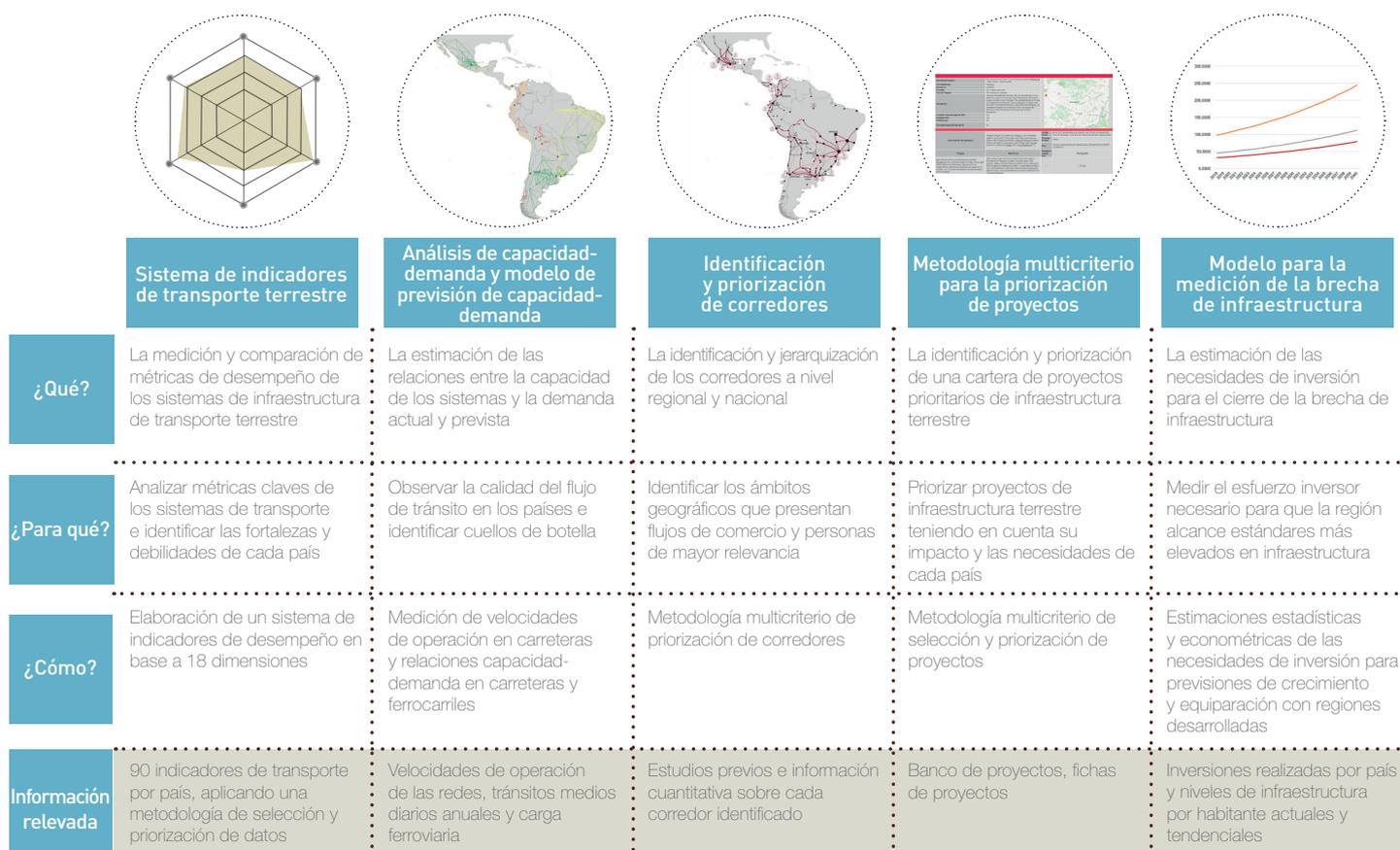
Además, el estudio pretende identificar el esfuerzo que la región deberá realizar de forma conjunta (sectores público y privado) para afrontar los requerimientos de provisión de infraestructura que se avecinan en los próximos años y que dicho esfuerzo permita un impacto significativo en el desarrollo de los países. Como herramientas de análisis, fueron desarrolladas metodologías específicas en cada uno de los ámbitos de estudio (figura 1). El resultado de este trabajo, que ha durado cerca de dos años, son doce publicaciones que pretenden mostrar los principales hallazgos y conclusiones a través de un informe principal y once documentos complementarios, uno por cada país analizado (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, México, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay).

El informe principal que aquí se presenta muestra una visión regional del estado de la infraestructura de transporte terrestre interurbano, sus características, limitaciones y retos de cara al futuro. El análisis está centrado en la infraestructura interurbana de transporte carretero y ferroviario. Las redes de transporte urbano y periurbano fueron excluidas salvo cuando los tramos se utilizan para el ingreso de los diferentes tipos de tráfico a las áreas urbanas, lo cual refiere a los tramos de acceso a centros logísticos o a puertos implantados en las metrópolis. Precisamente, es en estos tramos de acceso donde se superponen las demandas de transporte interurbano y suburbano.

Los Documentos País complementarios tienen el objetivo de presentar análisis particularizados de la situación en cada uno de ellos, haciendo hincapié en los rasgos distintivos y en la comparación con el resto de los países de la región, destacando sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas.

Figura 1
Metodologías de análisis

Fuente:
Elaboración propia



2

ANÁLISIS SECTORIAL



CAPÍTULO 2

ANÁLISIS SECTORIAL

2.1. INTRODUCCIÓN

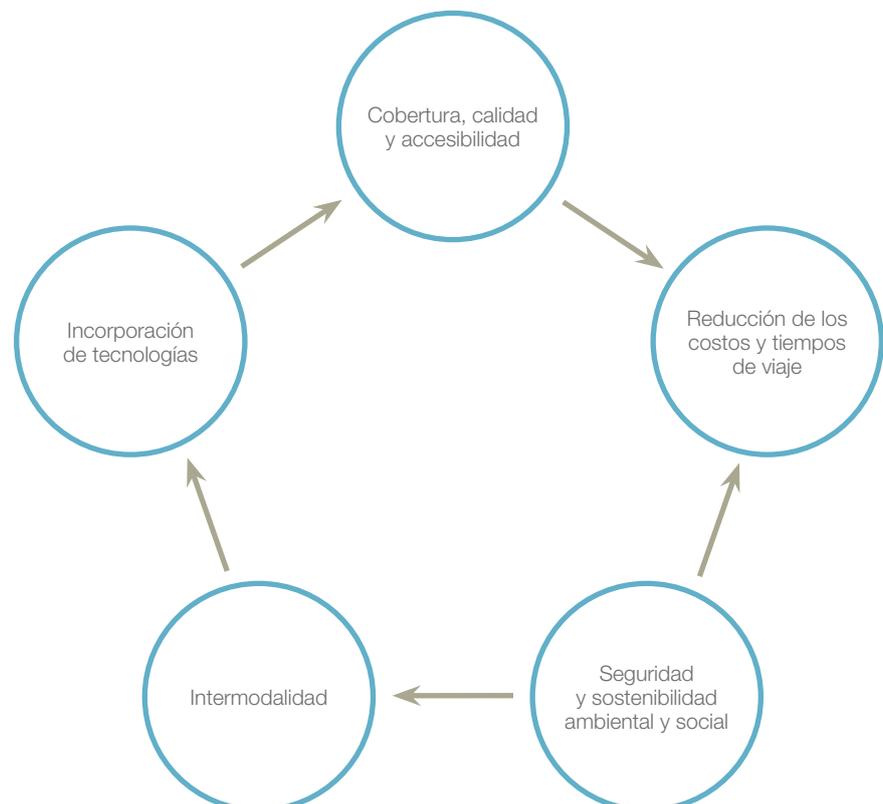
Es evidente que la integración económica de América Latina, que aparece como uno de los factores que permitiría acelerar el desarrollo económico y social de la región, precisa de la existencia de unas redes básicas de transporte que faciliten el movimiento de personas y carga y, con ello, la movilidad y el comercio entre los distintos países. La red de transporte regional debe satisfacer las necesidades de más de 500 millones de habitantes en una superficie de 18 millones de km². Los vehículos totales que circulan por las redes carreteras alcanzan los 150 millones.

Los sistemas de transporte deben cumplir distintos objetivos de manera simultánea: cubrir el territorio con redes de alta calidad, generando conectividad y accesibilidad a los espacios de producción y de consumo; contribuir a la productividad del transporte de pasajeros y de cargas; reducir los tiempos de viaje entre diferentes puntos; aprovechar las ventajas relativas de los distintos modos de transporte; ser seguros y sostenibles, e incorporar tecnologías que mejoren progresivamente la percepción de calidad y la experiencia del usuario.

La gobernanza de la infraestructura debe planificar, gestionar y evaluar el sistema teniendo en cuenta estos objetivos, identificando las necesidades, debilidades y fortalezas de la oferta existente y priorizando las iniciativas de mayor impacto socioeconómico. Por otro lado, la planificación de infraestructura debe contemplar la sustentabilidad financiera en su operación, tanto a través de recursos públicos como por medio de la participación privada.

Figura 2
Objetivos de los sistemas de transporte

Fuente:
Elaboración propia



2.2. SITUACIÓN GENERAL DEL SECTOR Y CONTEXTO INTERNACIONAL

2.2.1. COMPARACIÓN INTERNACIONAL Y COMPETITIVIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA

La situación de la infraestructura es un parámetro fundamental en la competitividad internacional. En este sentido, el índice de competitividad global (ICG)¹ pretende reflejar la percepción en cada país de la competitividad y del estado de la infraestructura. En América Latina, este indicador se ha mantenido en valores intermedios durante la última década, en el mismo nivel que los países de Asia y sin poder reducir la brecha de competitividad con respecto a los países desarrollados.

A pesar de los avances registrados en los últimos años en varios países en cuanto a la promoción de inversiones en materia de transporte y la participación del sector privado, en términos internacionales, la región no ha dado un salto cualitativo. De acuerdo con los datos que recopila el WEF, la puntuación promedio de calidad de la infraestructura de transporte en América Latina alcanza 2,5 puntos (sobre un máximo de 7), con una calificación de 3,5 en carreteras y 2,4 en vías férreas. Las regiones más avanzadas se hallan en un promedio de 6,5 puntos en las distintas dimensiones. Como referencia, el cuadro 1 muestra el desempeño de un país de altos ingresos (España).

Una segunda característica es que la región prácticamente no mejoró en comparación a otras. Sigue ubicándose en una posición media en las clasificaciones internacionales y dentro del 25 % con peor desempeño en materia de vías férreas.

	Infraestructura de transporte		Calidad de las carreteras		Calidad de las vías férreas	
	Media regional	España	Media regional	España	Media regional	España
Clasificación 2018	75	11	82	16	78	11
Puntuación promedio	2,5	5,8	3,5	5,5	2,4	5,5
Países evaluados	137		137		101	

Cuadro 1
Desempeño de la infraestructura de transporte según el índice global de competitividad

Fuente:
Elaboración propia con base en WEF, 2018

En materia de infraestructura de transporte, la percepción respecto a la calidad de la infraestructura de carretera es superior a la de la infraestructura ferroviaria, donde América Latina se ubica en parámetros similares a los de África Subsahariana. No obstante, la situación es similar a la del índice global, con resultados mediocres en la comparación internacional.

¹ Desarrollado por el Foro Económico Mundial (ver WEF, 2018).

En el sector carretero, los países más ricos obtienen una media de 4,70 puntos en términos de calidad de la red vial (WEF, 2018), un valor que es algo más de 1 punto más alto que el de América Latina. Esto significa que, aun sin tener en cuenta las diferentes expectativas sobre la infraestructura (que posiblemente introduzcan un sesgo en la valoración), en los países ricos, la población valora un 30 % más la calidad de su infraestructura. Esta brecha no se ha reducido en los últimos años, distinguiéndose claramente dos grupos: por un lado, los países asiáticos, latinoamericanos y de África Subsahariana, con infraestructura de menor calidad; por otro, América del Norte, Europa, África del Norte y Medio Oriente, y el Este del Pacífico, con redes de calidad.

En el caso de la infraestructura ferroviaria, y en términos generales, la percepción de calidad suele ser inferior que para la infraestructura vial. En este caso, la región latinoamericana se encuentra a la cola, al nivel de África Subsahariana (aproximadamente 2,3), lejos del Este Asiático, el Pacífico, Europa y América del Norte (aproximadamente 4,2), que son las regiones líderes en la materia, pero también de un segundo grupo compuesto de Eurasia, Sur de Asia, Medio Oriente y Norte de África (aproximadamente 3,5).

Gráfico 3
Índice de competitividad global (ICG), 2007-2017

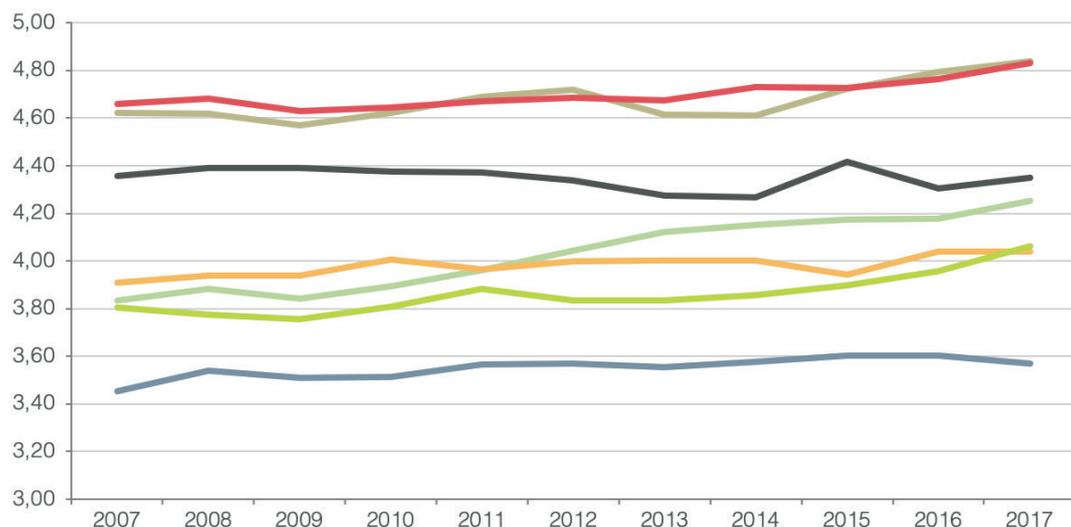
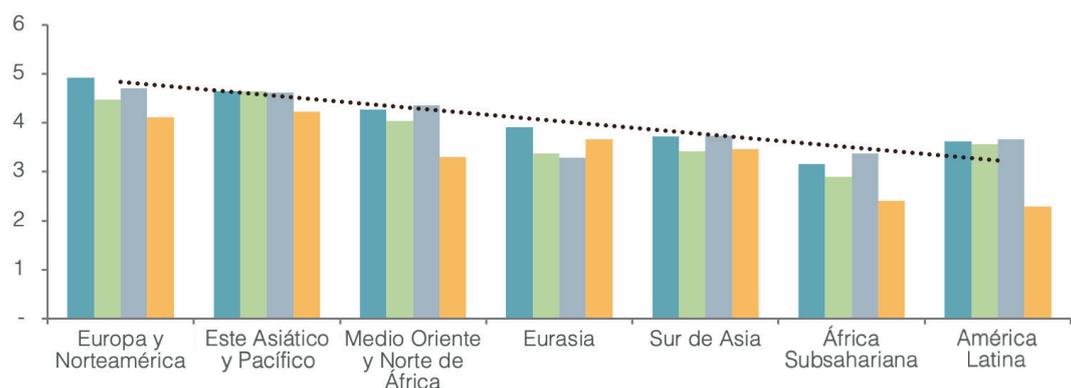
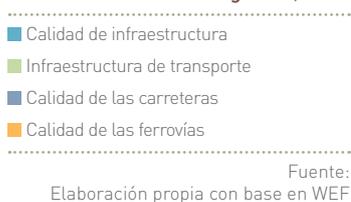


Gráfico 4
Calidad de la infraestructura global y de transporte en las diferentes regiones, 2017



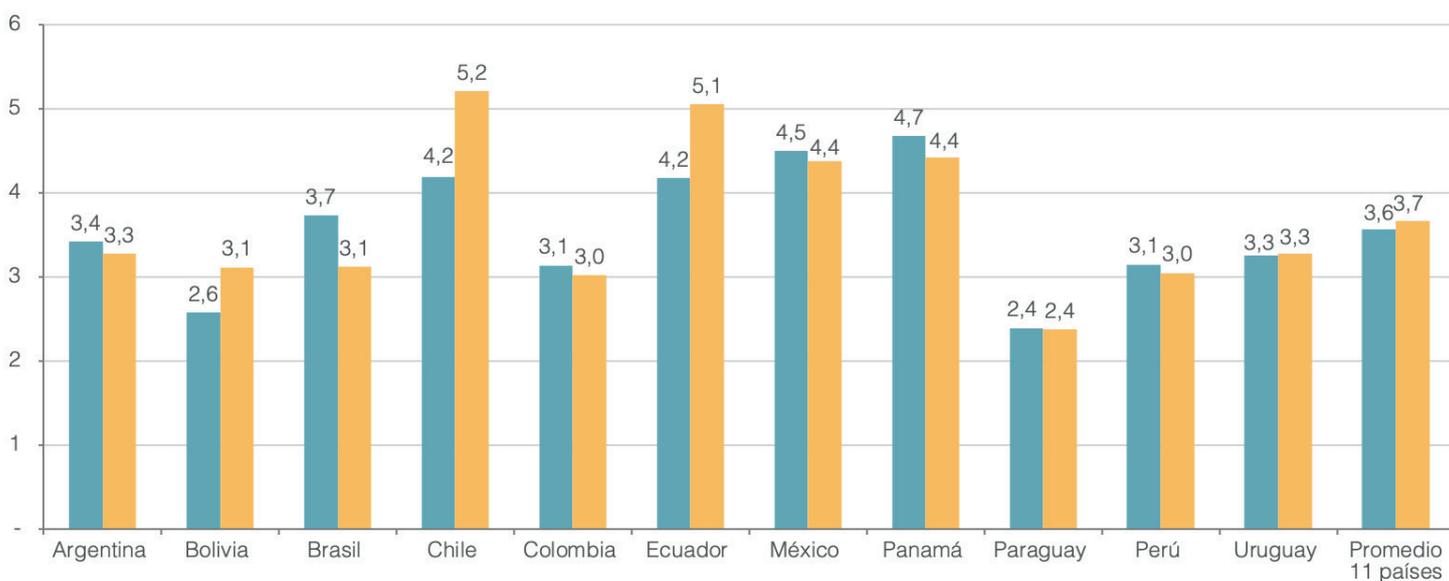
En cuanto a la percepción por país, Chile es el que presenta los mejores índices relativos de infraestructura vial, con niveles similares a los países desarrollados. Ecuador también presenta buenos resultados, seguido por Panamá y México, en tanto que Paraguay recibe la peor calificación.

Más allá de la situación actual, las tendencias de desarrollo de la infraestructura también cuentan. En este sentido, el crecimiento de Ecuador en materia vial ha sido notable, alcanzando al grupo de países con mejor calidad de rutas de la región. Por otro lado, también es destacable el desempeño, durante la última década, de Bolivia, que comenzó muy rezagada y actualmente alcanza niveles promedio en la región. En los otros países, la situación se ha mantenido estable, aunque cabe destacar una caída de la calidad percibida en Uruguay y, en menor medida, en Chile.

Gráfico 5
Calidad de la infraestructura de carreteras y ferrocarriles en la región y por país estudiado, 2017-2018

■ Infraestructura de transporte
■ Calidad de las carreteras

Fuente:
Elaboración propia con base en WEF



En cuanto al índice de desempeño logístico (LPI) en el ámbito de infraestructura, la región promedia 2,75 puntos. Sólo Chile y Panamá superan los 3 puntos. El valor es similar al promedio mundial, alejándose 1,5 puntos del mayor valor para este indicador (correspondiente a Alemania). Algunos estudios realizados indican que el costo logístico, como proporción del PBI, son más del doble en la región en comparación con los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). La baja disponibilidad y calidad de las infraestructuras, fundamentalmente del sector del transporte, inciden en este resultado. El transporte interno (que se realiza mayormente por carretera) tiene costos altos a nivel internacional, lo cual repercute en precios más elevados para los productos y menor competitividad de las exportaciones.

Asimismo, y a pesar de las múltiples propuestas, los proyectos de plataformas logísticas no terminan de implementarse. Las razones son múltiples, aunque convergen en la mayoría de los países de la región con diferentes grados de intensidad e importancia. El motivo más habitual es la escasa o nula intervención pública en la promoción y desarrollo de infraestructura logística especializada. Esta situación ha conducido a que el sector privado –fundamentalmente orientado a negocios inmobiliarios– haya llevado a cabo intervenciones parciales, en localizaciones no estratégicas y sin atender adecuadamente las necesidades y la especialización de las cadenas logísticas. Simultáneamente, algunos de los gobiernos de la región han intentado potenciar los mecanismos de asociación público-privados (APP) para viabilizar la construcción y operación de plataformas, sin tener en cuenta que se trata de negocios con altos niveles de inversión, bajos rendimientos a corto-mediano plazo y algunas actividades no rentables, y que se caracterizan por la necesidad de poder disponer de terreno estratégicamente localizado para futuros desarrollos a largo plazo.

2.2.2. SITUACIÓN GENERAL DE LOS SISTEMAS REGIONALES

2.2.2.1. Sector carretero

El modo de transporte carretero presenta algunas características que lo hacen el más conveniente para el movimiento de la mayoría de las cargas. Entre las más importantes, cabe destacar su versatilidad en la atención de la demanda en una amplia variedad de circunstancias, los altos grados de cumplimiento con baja incidencia de demoras en la entrega en comparación con otros modos, la posibilidad de movilizar cantidades reducidas de casi todo tipo de productos con un amplio alcance geográfico, y la posibilidad de ofrecer el servicio puerta a puerta disminuyendo la intermediación y las complejidades de coordinación, que son asumibles por las grandes organizaciones, pero no por los pequeños dadores de cargas. Así, el hecho de que la matriz modal de cargas muestre altas participaciones del transporte carretero no es una sorpresa en una región caracterizada por la diversidad geográfica y la extensión territorial.

El transporte automotor por caminos es omnipresente y dominante en el transporte de personas, salvo en algunos corredores de tráfico de algunas grandes metrópolis. También domina el mercado en el movimiento de una amplísima variedad de productos primarios, intermedios o elaborados, satisfaciendo las necesidades en la totalidad de los territorios nacionales, por supuesto, con amplias diferencias en cuanto a penetración territorial y calidad de la infraestructura. Por ello, la mayor parte de los esfuerzos de desarrollo de infraestructura que cuentan con financiamiento de fuente nacional o internacional se concentra en proyectos viales carreteros destinados a dotar de transitabilidad permanente a los caminos de calzada natural; la ampliación de la capacidad para afrontar el crecimiento de la demanda, expresada como aumento de los tránsitos de vehículos; o la creación o mejora de la interconexión de regiones dentro de un mismo país o entre estados vecinos, acortando los recorridos.

La evolución que ha conducido a la situación descrita ha sido universal, acentuada a partir de la última década del siglo pasado por la transición de las economías centralmente planificadas de algunos países hacia una apertura a la actividad privada. Sin embargo, y a pesar de los recursos dedicados, tanto los sistemas nacionales como la interconexión

regional presentan deficiencias en el área de estudio en comparación con otras regiones del mundo. Esta insuficiencia se refleja tanto en el panorama general de la infraestructura, en términos de cobertura, calidad e inversiones, como en las disparidades entre los países y dentro de ellos. Entre los problemas más importantes, puede mencionarse la baja cobertura territorial, los reducidos niveles de pavimentación de las redes de carreteras y un estado inferior al deseable, y aún al aceptable, en buena parte de la infraestructura vial por falta de mantenimiento y conservación de las carreteras existentes y el insuficiente grado de reposición o reconstrucción; todo ello, con un indudable impacto no sólo en los mayores costos logísticos y tiempos de viaje, sino también en altos niveles de siniestralidad, que conllevan ingentes costos sociales.

La infraestructura de transporte de carreteras en la región se puede caracterizar como una red con discontinuidades en su grado de desarrollo y nivel de servicio, que combina eslabones más eficientes con otros en estado precario, pero que, en su conjunto, no alcanza a cumplir su rol como facilitador del desarrollo económico.

Si bien existen diferencias significativas entre los países en cuanto a la infraestructura de transporte, es evidente la existencia de un conjunto de problemas comunes en las carreteras, dentro de los cuales cabe destacar:

- La falta de capacidad, dando lugar a tramos con bajos niveles de servicio.
- El deficiente estado de mantenimiento.
- Las interconexiones poco aprovechadas o ineficientes.
- Las bajas inversiones y la discontinuidad de los recursos asignados.
- Los déficits de planificación y estudios de prefactibilidad.
- Los marcos institucionales y regulatorios inadecuados.
- La geografía compleja y la exposición a eventos climáticos con falta de medidas de adaptación.

Cobertura y accesibilidad de las redes

Actualmente, la infraestructura vial regional de los 11 países estudiados comprende 3,1 millones de kilómetros, que se extienden en una superficie de 18,5 millones de km². Pero sólo una sexta parte, algo más de 500.000 km, se encuentran pavimentados y son transitables de manera permanente.

Infraestructura	Promedio regional
Km de carreteras/1.000 km ²	188
Km de carreteras pavimentadas/1.000 km ²	35
Km de carreteras/1.000 habitantes	7,5
Km de carreteras/millones USD PBI	0,9
Km de carreteras/miles de vehículos	35
Km de carreteras pavimentadas/miles de vehículos	5,2

Cuadro 2
Indicadores regionales de la red vial,
2018

Fuente:
Elaboración propia a partir de fuentes
nacionales

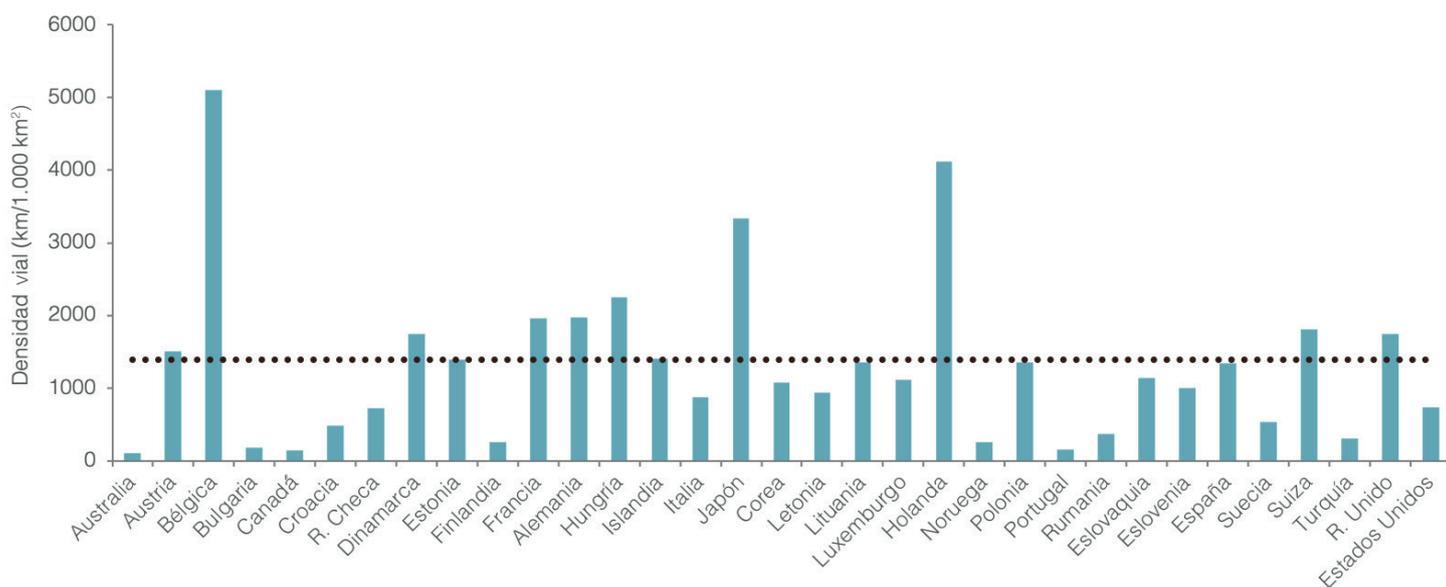
En cuanto a la comparación internacional, los países de la región muestran niveles muy bajos de densidad vial, fundamentalmente en términos de red pavimentada. Los indicadores usualmente utilizados para medir la densidad (relación entre la red y la superficie o la población) arrojan resultados rezagados en la comparación internacional. Si bien una parte de estos resultados se explican por la geografía latinoamericana, con territorios extensos, otros países de elevada extensión territorial, como Estados Unidos o China, presentan redes mucho más densas.

En promedio, los países de la OCDE tienen una densidad vial de 1.400 km/1.000 km², un valor varias veces superior a los 185 km/1.000 km² estimados para la región. Esto significa que los países desarrollados tienen redes entre 7 y 8 veces más densas. En general, los países pequeños, como Bélgica, Holanda y Japón, tienen magnitudes muy elevadas de densidad vial, mientras que en regiones más extensas, como Nueva Zelanda o Estados Unidos, estos valores son bastante más reducidos. Pero, aun así, estos países de gran extensión presentan redes 4 veces más densas que las de América Latina.

Gráfico 6

Densidad vial en países de la OCDE, 2014

Fuente:
Elaboración propia a partir de datos de la OCDE (2014)



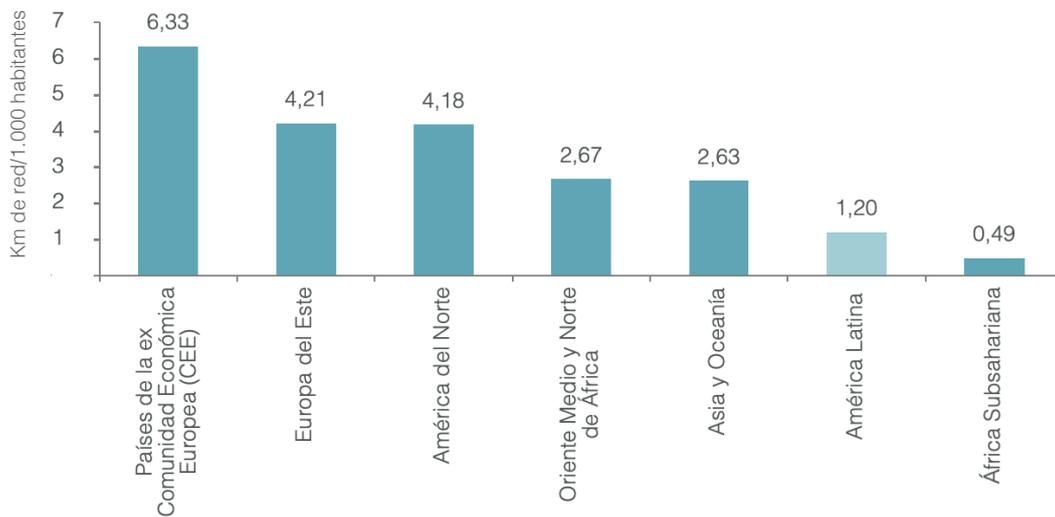


Gráfico 7
Densidad de la red por habitante

Fuente:
Elaboración propia en base a recopilación de fuentes nacionales

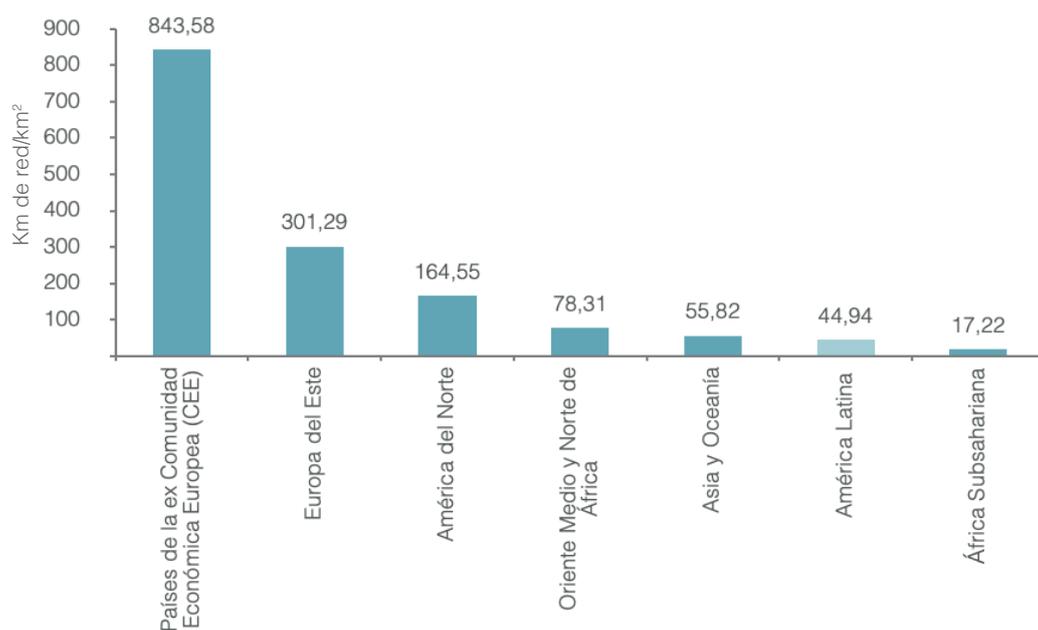


Gráfico 8
Densidad de la red por superficie (países de al menos 100.000 km²)

Fuente:
Elaboración propia en base a recopilación de fuentes nacionales

América Latina se caracteriza por su extensión geográfica y una baja densidad demográfica, además de su concentración poblacional en algunos centros urbanos de gran importancia, como São Paulo, Ciudad de México y Buenos Aires. La población (y por ende, el tránsito) presenta gran heterogeneidad dentro de los países. Igualmente, la región está condicionada por la geografía. Existen accidentes geográficos de relevancia, como la cordillera de los Andes, grandes extensiones de selvas y bosques, y áreas de protección ambiental con importantes restricciones para expandir la infraestructura. Además, cabe destacar las distancias importantes entre los centros de producción y los centros de consumo y puertos de exportación.

Las carreteras que existen para enfrentar estos retos son insuficientes y de baja calidad. No sólo la densidad de las redes es baja, sino que la mayor parte corresponde a caminos no pavimentados (en particular en las redes subnacionales). Las carreteras son, en general, antiguas y se construyeron en muchos casos sobre la base de los caminos coloniales, con deficiencias en parámetros como el ancho de la calzada.

Es cierto que, en las últimas décadas, se ha producido una gestión más eficiente de los corredores y redes arteriales de los países, ayudada por procesos de concesión. Esta modalidad ha dado lugar generalmente a mejoras en el mantenimiento y estado de las redes, pero las expansiones de capacidad no han sido tan frecuentes. Los cuellos de botella y limitaciones continúan existiendo, a la par de un crecimiento muy importante del parque vehicular y del flujo de tránsito.

La situación de los caminos terciarios es uno de los temas críticos de la región. Estos caminos representan no sólo la mayor extensión dentro de las redes nacionales, sino que son los que muestran, con diferencia, peor estado de circulación y bajos recursos disponibles para su mantenimiento, debido a que los gobiernos locales carecen de presupuesto. Estos caminos son fundamentales para conectar las producciones locales con los corredores nacionales, pero su deficiente estado eleva los costos logísticos regionales. El vínculo entre los centros de producción masiva y los mercados de consumo o de exportación presenta problemas no sólo en el primer eslabón, sino también en los accesos a las ciudades.

En materia de interconexión física, los pasos de frontera muestran retrasos importantes en el transporte de pasajeros y de cargas, originados tanto por las restricciones de capacidad como por la poca agilidad de los controles.

La insuficiente oferta de carreteras tiene como resultado no sólo elevados costos logísticos y pérdidas de tiempo y confort para los usuarios, sino que también genera impactos significativos en la seguridad. Los siniestros viales son altamente costosos para la sociedad. Se calcula que los costos de la accidentalidad en el mundo representan entre el 1 % y el 3 % del PBI, si se toman en cuenta gastos económicos, costos de atención médica y productividad perdida (OMS, 2018).

En materia de seguridad vial, cabe destacar que en la región fallecen anualmente más de 80.000 personas por accidentes de tránsito en carreteras. Las estadísticas indican que por año la tasa regional es de 14,1 heridos y 0,9 muertos por cada mil vehículos. En la comparación internacional, la región está en el promedio mundial.

La seguridad vial es multicausal, pero las características de la infraestructura cumplen un papel importante. El diseño de las carreteras debe contemplar las velocidades adecuadas por tipo de usuario, la separación de calzadas cuando sea necesario y el cumplimiento de los anchos de vía recomendados por las normas. El abordaje debe tener en cuenta la dimensión institucional, con información detallada acerca de los siniestros viales, los factores de riesgo, así como una legislación adecuada y controles para su cumplimiento.

Una iniciativa exitosa en la región fue la creación del primer observatorio vial regional (OISEVI), que ha publicado estadísticas sobre seguridad vial y ha facilitado el intercambio de experiencias.

Otro indicador usualmente empleado para dar cuenta de la disparidad entre países o regiones es el índice de acceso rural (Banco Mundial, 2006), que mide el grado en el cual la población rural dispone de acceso adecuado al sistema formal de transporte. Aquí se evidencia, además, la inequidad en el acceso, ya que existen numerosas zonas rurales ubicadas en sierras y selvas virtualmente aisladas por falta de caminos adecuados. En algunos países de Latinoamérica, hay millones de personas sin acceso al transporte rural, en particular en Brasil, México y Perú. En promedio, la región está en una situación desventajosa con respecto a las regiones desarrolladas, aunque presenta una situación mejor que la de países pobres del continente africano.

	Población rural	Población rural con acceso	Índice de acceso rural
África Subsahariana	440.617.965	148.230.124	0,34
Asia Pacífico	1.167.667.618	1.047.797.459	0,9
Europa y Asia Central	257.266.735	214.845.634	0,84
América Latina	126.488.210	75.096.192	0,59
Medio Oriente y África del Norte	134.568.561	79.361.665	0,59
América del Norte	63.787.927	49.166.027	0,77
Sur Asiático	1.038.470.552	594.984.823	0,57

Cuadro 3
Índice de acceso rural a red de transporte terrestre por regiones, 2010

Nota:
"Población Rural con Acceso" se define como la población que vive a una distancia de hasta 2 km de una carretera con transitabilidad permanente

Fuente:
Banco Mundial, Rural Access Index Database

En líneas generales, se estima que la región debería por lo menos duplicar su oferta de infraestructura por habitante para alcanzar estándares desarrollados en materia vial². Los niveles de inversión deberían ser muy superiores a los actuales para alcanzar esa marca.

Las perspectivas de la región prevén una mayor demanda de carreteras por un crecimiento de la actividad económica y del comercio intrarregional, así como por un aumento de la población, que alcanzará los 600 millones de habitantes en las próximas décadas. A esto se sumará el impacto previsible de las nuevas tecnologías (en particular, de los vehículos autónomos), que presuponen una mayor presión sobre la infraestructura existente.

Finalmente, no se puede dejar de mencionar la vulnerabilidad al cambio climático y el riesgo de desastres. En una publicación reciente, CAF (2018) menciona la heterogeneidad en materia de implementación de planes de adaptación al clima en los países, teniendo en cuenta los elevados costos humanos y económicos que están provocando los desastres naturales, como el fenómeno del Niño, o las inundaciones frecuentes en regiones rurales, además de los deslizamientos de laderas en la región andina, entre otros. Aunque están comenzando a desarrollarse planes específicos, las experiencias concretas son aún limitadas.

² Ver el capítulo 3 de este informe.

capacidad industrial ociosa en materia de construcciones y equipos ferroviarios en Europa y, especialmente, en Gran Bretaña, cuando comenzó a decrecer el ritmo de expansión de sus propias redes; y la pericia imprescindible de los países europeos para gestionar grandes organizaciones empresariales extendidas a lo largo de los centenares de kilómetros (de las líneas ferroviarias), que demandaban capacidades gerenciales sofisticadas y oficios especializados (mantener vías, locomotoras y vagones; establecer sistemas de señales y comunicaciones; gestionar talleres, etc.).

En 1895, en un momento en que las empresas ferroviarias dominaban completamente el mercado de transporte terrestre de pasajeros y cargas allí donde se extendían y experimentaban –muy seguramente, su etapa de mayor prosperidad económica–, Karl Benz diseñó y construyó el primer camión de la historia utilizando la combustión interna del motor.

Las empresas ferroviarias de la región, prósperas en la década de los años veinte del siglo XX, no percibieron el surgimiento de un nuevo competidor y estaban convencidas de que en América Latina no se repetirían los fenómenos ocurridos en Europa y Estados Unidos desde el fin de la Primera Guerra Mundial, que mostraban una pérdida de tráfico ferroviario constante a favor del nuevo modo. Sin embargo, mientras que en 1920 Argentina contaba con 49.000 automóviles y 2.000 camiones, sólo diez años más tarde, ya se movilizaban por sus carreteras 358.000 automóviles y 96.000 camiones (López y Wadell, 2007).

A partir de la segunda mitad del siglo XX, los países de la región comenzaron, con mayor o menor retraso, a desarrollar sus redes carreteras, dando respuesta al crecimiento del parque de vehículos automotores individuales o colectivos de transporte de pasajeros y de cargas. Gradualmente, el transporte automotor sobre caminos fue ganando peso y ocupando la posición dominante, previamente desempeñada por el transporte ferroviario. Esa evolución tuvo lugar en todos lados y, desde hace algunas décadas, el transporte por carretera tiene el papel central en la movilización de los tráficos de pasajeros y de cargas en la región, habiendo relegado al ferroviario a un rol relativamente secundario, salvo allí donde existen tráficos de carácter masivo cuya naturaleza y distancia de transporte determina la superioridad técnico-económica del ferrocarril.

El claro y creciente predominio del modo carretero de las últimas décadas hace que cualquier factor determinante de la demanda de transporte (típicamente, el nivel de actividad económica, la población o el comercio intrarregional) tenga un efecto directo sobre dicho modo y, en particular, sobre la tasa de motorización. Se verifica así que la mejora de los indicadores económicos en varios de los países considerados resulta en un fuerte crecimiento de la cantidad de vehículos en circulación, con su consecuente impacto físico sobre la infraestructura existente y la congestión del tránsito, lo que, a su vez, repercute en el consumo de combustible y la siniestralidad.

Los ferrocarriles de Latinoamérica poseen seis trochas o anchos de vía: tres angostas (0,914, 1,000 y 1,067 metros); una estándar o media (1,435 metros), que es la más difundida a nivel mundial (Estados Unidos, Europa, China); y dos anchas (1,600 y 1,676 metros). Este es el resultado de que, cuando se construyeron las primeras líneas, los países adoptaron los distintos estándares técnicos que existían o se empleaban más en el mundo, sin una clara preeminencia de ninguno de ellos. Como resultado, hoy Argentina posee y opera tres trochas diferentes; Brasil, Chile, Perú y México, dos, y el resto de los países analizados, una.

Cuadro 4
Extensión de las redes ferroviarias en operación por ancho de vía, 2018 (países estudiados)

País	914 mm	1.000 mm	1.067 mm	1.435 mm	1.600 mm	1.676 mm	Total
Argentina		5.391		1.828		16.069	23.288
Bolivia		3.077					3.077
Brasil		23.489		202,4	4.057		27.748
Chile		4.028				2.486	6.514
Colombia	3.313			150			3.463
Ecuador			504				504
México	145			26.746			26.891
Panamá				77			77
Paraguay				3			3
Perú	137			1.771,9			1.909
Uruguay				1.652			1.652

Fuente:
 Elaboración propia a partir de diversas fuentes

Figura 4
Ancho de vía y conexiones fronterizas en América Latina, 2014

- 1 914 mm
- 2 1000 mm
- 3 1067 mm
- 4 1435 mm
- 5 1600 mm
- 6 1676 mm



Fuente:
 Elaboración propia a partir de COSIPLAN (2014)

Del lado Atlántico, se construyeron los sistemas ferroviarios de Brasil y Argentina, que llegaron a conformar verdaderas redes que lideraron la expansión ferroviaria latinoamericana. Uruguay desarrolló una red ferroviaria acorde con la magnitud de su territorio. Paraguay construyó sólo una línea troncal.

Los países del Pacífico tuvieron un desarrollo ferroviario menor, restringido por las dificultades que opone el territorio. Bolivia constituye un caso particular ya que posee dos redes desconectadas entre sí, cada una de las cuales se encuentra vinculada a uno de los dos océanos a través de sus países vecinos. Una de esas redes, la oriental, con centro en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, fue la construida más tardíamente en Latinoamérica, entre los años 1940 y 1960.

México inició la construcción de sus ferrocarriles desde el puerto de Veracruz, en la costa del Atlántico, mirando a Europa, pero desarrolló una red que hoy también lo vincula activamente con el océano Pacífico y con el resto de Norteamérica (Estados Unidos y Canadá).

En su máxima extensión histórica, los ferrocarriles de los once países analizados por este estudio contaron con aproximadamente 130.000 kilómetros de líneas ferroviarias (BID, 2015).

Las redes activas en la región alcanzan a la fecha 85.000 km, aunque existen fuertes disparidades, tanto en la extensión como en el modelo de operación y la ocupación. Las redes ferroviarias más extensas se hallan en Brasil, con casi 30.000 km de vías férreas en actividad. Este es también el país que mayor cantidad de cargas desplaza por este modo (500 millones de toneladas anuales), siendo el siguiente México, a una distancia considerable (121 millones). El ferrocarril colombiano es mucho más pequeño en extensión, pero, en comparación, los 50 millones de toneladas de carga que se trasladan por esa vía representan un grado de ocupación elevado de la red.

Figura 5
Redes ferroviarias en América Latina (países estudiados)



Fuente:
Elaboración propia



2.3. MULTIMODALIDAD E INTERMODALIDAD

Existen dos tipologías básicas de servicios de transporte: los unimodales, donde el recorrido entre los puntos de origen y destino se realiza mediante un solo medio de transporte, y los multimodales, donde intervienen al menos dos modos.

Cuando existe multimodalidad, se desarrollan nodos, que son infraestructuras a través de las cuales se da la transferencia modal. Estos nodos son infraestructuras como puertos, terminales ferroviarias, plataformas logísticas y aeropuertos. Se han conocido a estas estructuras con distintos nombres, como plataformas logísticas, centros de carga aérea, zonas de actuación logística (ZAL) y puertos secos (interconexión ferroviaria-márítima), entre los más comunes.

En las redes multimodales, intervienen distintos elementos: las infraestructuras lineales (carreteras, vías férreas); los ámbitos de intercambio modal; los equipos de transbordo modal, y los operadores de transporte intermodal.

A diferencia de la multimodalidad, el concepto de intermodalidad se define a partir de un movimiento de mercancías en una misma unidad de carga intermodal (UCI) –típicamente, contenedores–, empleando dos o más modos de transporte y sin que exista manipulación de la mercadería en los intercambios.

Las ventajas del transporte intermodal son múltiples, tanto en términos de costos como en seguridad y sustentabilidad ambiental. Idealmente, los operadores pueden desarrollar estrategias logísticas integrales, aprovechando las ventajas relativas de cada modo de transporte. Sin embargo, la gestión real logística depende de la existencia de infraestructuras capaces de ofrecer alternativas en los distintos eslabones de la cadena. De lo contrario, prevalecerá el transporte unimodal, con pérdidas evidentes en eficiencia que perjudican las aspiraciones de largo plazo de desarrollo económico.

Modo de transporte	Ventajas	Desventajas
Transporte por carretera	Flexibilidad en el tiempo y en las rutas posibles.	Más caro que el transporte ferroviario.
	Adaptabilidad: posibilidad de completar la cadena logística en su totalidad (puerta a puerta).	Mayores costos externos (externalidades) por accidentes, congestión y contaminación.
Transporte ferroviario	Posibilidad de transportar grandes volúmenes.	Inflexibilidad en el tiempo y rutas posibles.
	Menor costo que el transporte por carretera.	Sin posibilidad de adoptar recorridos alternativos.
	Horarios de partida y arribo fijos que minimizan retrasos.	Costos de inversión elevados.
	Menores costos externos que el transporte por carretera.	Requiere desarrollar ámbitos de transferencia modal.

Cuadro 5
Análisis de los distintos modos de transporte

Fuente:
Elaboración propia

Uno de los retos más importantes para la región es avanzar en la intermodalidad, aprovechando la eficiencia relativa de cada modo de transporte y permitiendo además contar con varias opciones para movilizar cargas y pasajeros.

Una operación de transporte intermodal se planifica teniendo en cuenta las características de la carga a transportar. Esto determina el modo de transporte óptimo a utilizar, el cual debe tomar en cuenta la existencia de infraestructura y servicios disponibles (frecuencias, precio, calidad, proveedores).

El transporte carretero de cargas es sin duda el modo de transporte de mayor relevancia en la región. Esto es producto no sólo de las ventajas intrínsecas del camión, sino también de políticas de subsidios específicos y la vinculación entre el transporte por carretera y el

desarrollo de la industria automotriz, como ilustra el caso de Brasil. A la vez, los análisis destacan la baja eficiencia del transporte por carretera y la competencia desleal que existe en el sector, a partir, por ejemplo, del no cumplimiento de los pesos máximos por parte de los camiones (Barbero, 2010).

Es un hecho conocido que el costo del transporte por ferrocarril es menor que el costo del camión, pero esta relación depende también del grado de eficiencia operativa del sistema ferroviario, de las distancias a recorrer y de una carga mínima a partir de la cual se vuelve rentable el servicio. A grandes rasgos, el transporte ferroviario de cargas presenta condiciones atractivas para la operación en la región para recorridos de al menos 250-300 km y una carga anual de 1,5 millones de toneladas, pero el análisis específico depende de parámetros como la estacionalidad de la carga, si se trata de un corredor dedicado y las inversiones necesarias para la operación. Asimismo, los operadores dentro de cada país pueden presentar diversos grados de ocupación y eficiencia operativa. Muchos operadores de la región transportan cargas por debajo del mínimo que permite generar una rentabilidad razonable al negocio, inclusive sin tener en cuenta la amortización de la infraestructura.

Cuadro 6
Tarifas comparadas por modo de transporte
(USD por tonelada-kilómetro)

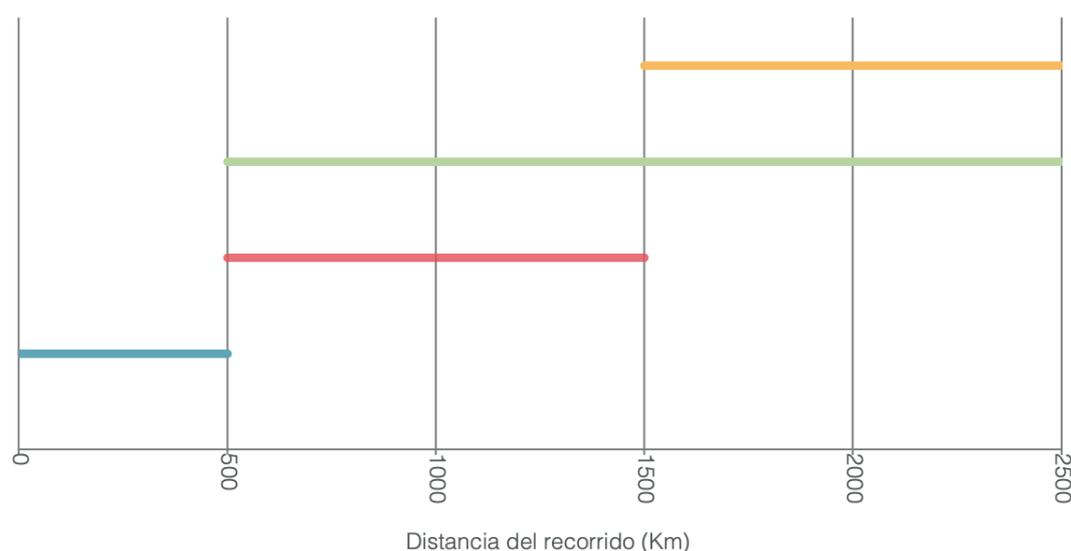
Nota:
Considerando una carga de 22,8 Tn.
Fuente:
ALADI (2006)

Marítimo	Hidroviario	Ferrovionario	Carretero	Aéreo
0,002	0,010	0,020	0,050	0,30

Gráfico 9
Distancias económicas para distintos modos de transporte

- Carretera
- Ferrocarril
- Aéreo
- Marítimo

Fuente:
Elaboración propia con base en ALADI (2006)



En la actualidad, muchos países presentan redes ferroviarias subutilizadas, lo cual eleva los costos unitarios. En otras palabras, derivar tráfico de cargas al sistema ferroviario sólo tiene sentido (y reduce los costos de transporte) si la participación de los ferrocarriles aumenta significativamente. Actualmente, el ferrocarril participa en un 10 % de las cargas (medidas en toneladas/kilómetro), pero, en países como Argentina, Chile y Uruguay, la participación es muy marginal e inferior al 5 %. Aun así, la diferencia en costos es notable. En Argentina, por ejemplo, la tarifa para transporte de granos por camión es de 0,08 dólares por tonelada y kilómetro y de 0,037 dólares por ferrocarril, un valor un 55 % menor. Aun así, los granos que ingresan al puerto de Rosario para la exportación provienen en más de un 80 % de camiones (según datos de 2017 de la Bolsa de Comercio de Rosario).

La importancia del transporte ferroviario actualmente se concentra en unos pocos productos y clientes, relacionados con el transporte a granel, contando con centros de carga propios que han configurado, por lo general, recorridos largos (ver gráfico 11). Se trata de productos como el carbón o los minerales, que se presentan en los sistemas ferroviarios de Colombia, Perú o Chile, en el caso de la celulosa. El transporte de productos cerealeros (por ejemplo, en Argentina) tiene alguna diversidad mayor. Finalmente, existe el transporte de contenedores en los sistemas de Panamá y México, en el primer caso como un complemento al Canal de Panamá y, en el segundo, relacionado con el comercio exterior (con Estados Unidos).

Las inversiones necesarias para que el ferrocarril capture una proporción mayor del transporte de cargas requerirán de esquemas de participación público-privada. Los bajos niveles de ocupación³ de la carga ferroviaria evidencian que, en la mayoría de los casos, los recursos necesarios para renovaciones en las redes, el material rodante y la tecnología –que podrían dar lugar a mayores pesos por eje, accesos a ciudades, mayores frecuencias y conexiones con otros modos como puertos y aeropuertos– no podrán ser afrontados exclusivamente por operadores privados.

El transporte ferroviario tiene mayor sentido en la región en el transporte de cargas. En materia de transporte de pasajeros, los proyectos tienen dificultades para encontrar las condiciones necesarias para ser rentables a nivel del transporte interurbano (aunque sí permanecen relevantes en el ámbito suburbano). De un lado, la dispersión territorial y la escasez de centros urbanos densamente poblados en muchos países, cuya población está concentrada en los alrededores de la capital, como el caso de Uruguay, hacen que la demanda sea insuficiente para justificar proyectos con elevados costos de inversión y mantenimiento. De otro lado, el transporte aéreo ha capturado una porción relevante del tránsito de pasajeros y parece ser el modelo dominante para las próximas décadas. Así, tiene sentido la utilización del ferrocarril en la región para transportar mercancías, exceptuando algunos tramos puntuales donde el transporte de pasajeros podría ser viable.

³ Ver el capítulo 3 de este informe, “Análisis de la capacidad y la demanda”.

Gráfico 10
Participación modal del ferrocarril de carga en América Latina (países estudiados)

Nota:
 No se informa sobre Bolivia por falta de información relativa a carga por carretera

Fuente:
 Estimación propia a partir de datos nacionales

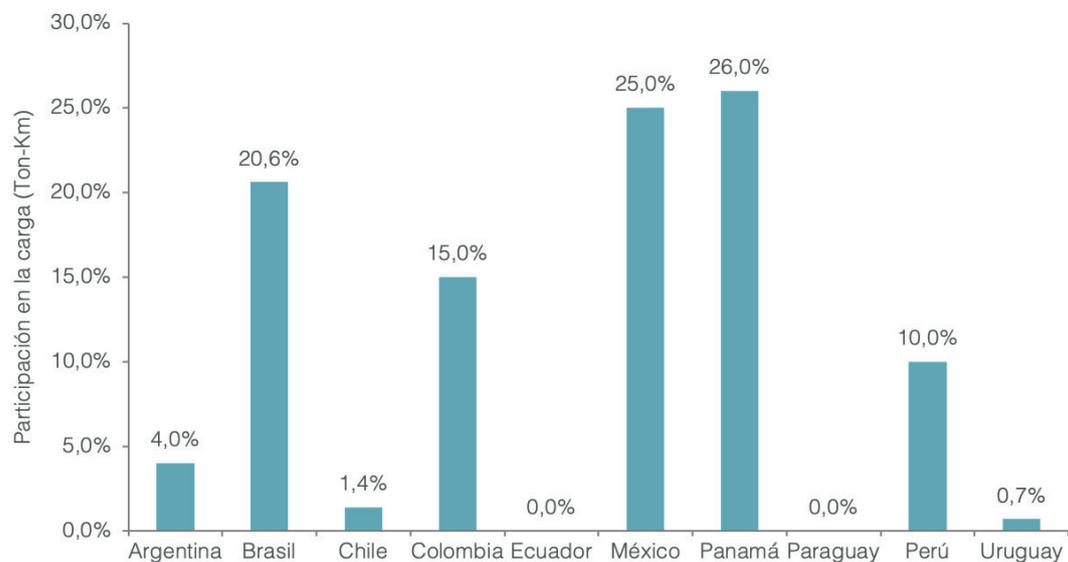


Gráfico 11
Distancias medias del ferrocarril de carga

Fuente:
 Estimación propia a partir de datos nacionales

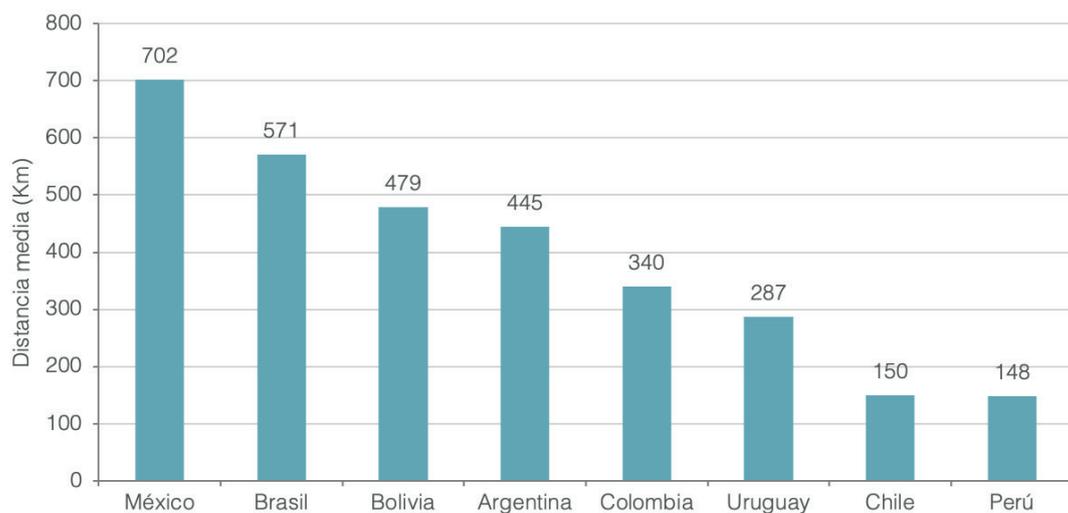
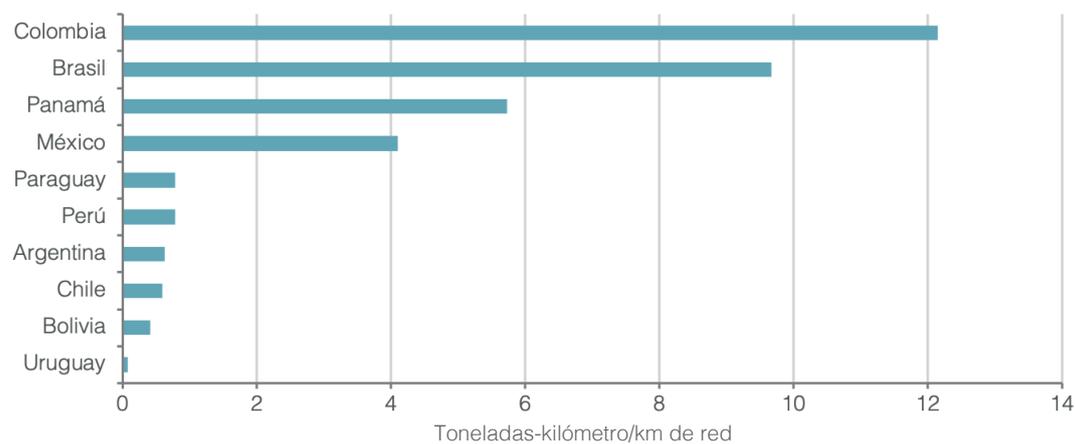


Gráfico 12
Grado de ocupación de las redes ferroviarias (toneladas-kilómetro/km de red)

Fuente:
 Estimación propia a partir de datos nacionales



2.3.1. LA INTERDEPENDENCIA CON LOS MODOS MARÍTIMO Y AÉREO

Dado que el transporte y la logística tienden a conformar un sistema cohesionado, los modos carretero y ferroviario se ven significativamente influenciados por la relevancia actual y por la evolución esperada de las opciones de transporte marítimo y aéreo. Esta afectación, sin embargo, depende de las condiciones de oferta –operatividad y precio, fundamentalmente– en cada país y de la escala de la demanda de carga y pasajeros.

En el contexto anterior, es relevante destacar la importancia que la evolución del sector marítimo-portuario pueda tener sobre el transporte de carga en los diferentes países. Las principales implicaciones esperadas se deben a la creación de nuevas infraestructuras portuarias, que aumentarán la demanda de vehículos de carga y sus efectos sobre la capacidad de determinados corredores y tramos viales –y, en algunos casos, reducirán el peso ferroviario, debido a su menor flexibilidad para responder a cambios de trazado. También se deben a la operatividad del sector, dado que los agentes navieros que representan el interés de los armadores tienden a aumentar su participación en la movilización de la carga terrestre, bien sea mediante la adquisición de empresas de transporte, a través de la creación de flotas propias o condicionando la operativa de los transportistas informales. Esta presencia progresiva de los consignatarios ya no se limita, como era habitual, a las cadenas de importación, sino que se está extendiendo –gracias a la transparencia que ofrecen las nuevas tecnologías– a las cadenas de exportación. El objetivo de esta expansión es integrar las operaciones marítimo-terrestres de las escalas y garantizar una mayor confiabilidad a sus usuarios y un mayor control de los costos del servicio en tierra.

En lo que respecta al transporte de pasajeros, los principales efectos provienen de la evolución del negocio aéreo, el cual tiene una participación relativamente reducida en volumen en la movilización de la carga. En este sentido, los principales retos para el transporte por carretera y ferrocarril se concentran en la necesidad de ofrecer tarifas competitivas en distancias intermedias, en las que cada vez es mayor la presencia de compañías aéreas de bajo coste. Es de esperar que, a mediano plazo, esta tendencia se consolide y obligue a una renovación de la prestación de servicios de transporte por carretera y ferrocarril, apalancada en las nuevas tecnologías de servicios compartidos y en una mayor oferta de servicios a bordo, así como en una mayor eficiencia en el consumo energético que le permita mantener su competitividad en los corredores domésticos que enlazan los grandes nodos de demanda en cada país.

2.3.2. LA CONECTIVIDAD DE LAS REDES CON LAS CIUDADES

La conectividad entre redes urbanas e interurbanas es uno de los eslabones débiles de las cadenas infraestructurales y operacionales del transporte, dado que habitualmente implica cambios significativos en la capacidad de las vías, diferencias normativas en cuanto a la regulación de la velocidad y superposición de patrones de movilidad y tipologías de vehículos distintos. La transición entre ambas redes requiere una cuidadosa planificación a fin de evitar efectos negativos recurrentes como la congestión, los accidentes y el aumento de la contaminación medioambiental.

Las externalidades derivadas de una inadecuada planificación tienden a ser mayores cuanto mayor es el área metropolitana. Esto se debe no solo al incremento de la movilidad asociado al crecimiento demográfico, sino, principalmente, al cambio de usos que se genera en la

progresión de la escala urbana debido a la presión del valor del suelo sobre las actividades no comerciales, como la producción industrial o la logística, que tienden a desplazarse hacia la periferia cercana de las grandes ciudades. El mencionado cambio de usos genera, a su vez, un incremento de la movilidad suburbana y, consecuentemente, mayor complejidad en la transición entre las redes urbanas e interurbanas.

Entre las medidas implementadas con mayor frecuencia para mitigar los problemas mencionados en ciudades de crecimiento no ordenado o con limitaciones de espacio, pueden mencionarse el uso de redes integradas de transporte colectivo en vías segregadas –habitualmente redes multimodales y jerarquizadas, conformadas por ferrocarril y autobuses, como en Ciudad de México, Buenos Aires o São Paulo– y mecanismos de gestión de la demanda de tráfico, como en Bogotá (Pico y Placa), Panamá (carriles reversibles) o Caracas (carriles exclusivos para vehículos de alta ocupación [VAO]).

2.4. EVOLUCIÓN DE LAS VARIABLES ECONÓMICAS PRINCIPALES

2.4.1. FACTORES DETERMINANTES DE LA DEMANDA CARRETERA Y FERROVIARIA

Como bien menciona Cole (2005), el transporte es un servicio que raramente se demanda por sus propias características. Más bien, la demanda de transporte es un tipo de demanda derivada, lo que significa que el factor que dinamiza el servicio de transporte no está en el propio mercado de transporte, sino en el de otras actividades económicas, como la producción, la exportación o el turismo. La demanda de transporte aumenta cuando se incrementa la actividad en alguno de estos sectores.

Los factores que determinan con más fuerza la demanda de transporte dependen evidentemente de las características de cada región y del momento en que se produce. Sin embargo, es correcto decir que hay ciertos factores que destacan en la mayoría de los lugares y momentos. Los factores que dinamizan la demanda de transporte son principalmente los siguientes.

- Las características físicas de la carga.
- El precio del viaje (tarifa).
- Los precios relativos de los distintos modos de transporte.
- El ingreso del pasajero.
- La actividad económica y las exportaciones.
- El tiempo de viaje.
- La calidad percibida del servicio.

Las variables agregadas que tienen mayor importancia en predecir cómo evolucionará la demanda de transporte son cuatro: la población, la tasa de urbanización, la actividad económica y la dinámica del comercio exterior. La planificación de la infraestructura debe considerar la evolución probable de estos determinantes para anticipar las necesidades futuras.

2.4.1.1. Población

En el año 1950, la población de América Latina era menos de la tercera parte de la actual y su tasa de crecimiento anual, del 2,8 por ciento, una de las más altas del mundo. Con el tiempo, América Latina ingresó en una transición demográfica, con caídas pronunciadas en la natalidad y la mortalidad que dieron lugar a una baja sostenida en el crecimiento poblacional. Este escenario es similar al que ocurre en la mayoría de los países del mundo, que han ido convergiendo progresivamente en los índices de crecimiento demográfico.

En la actualidad, los 11 países estudiados suman 534 millones de habitantes. En los últimos 50 años, la población ha crecido un 134 %. La población de la región está creciendo poco, con un promedio en los últimos 10 años de sólo el 1,1 % anual, en línea con el promedio mundial. Todo indica que esta tendencia continuará en las próximas décadas, asistiendo a un proceso de progresivo estancamiento y envejecimiento poblacional. En el año 2040, se espera que la población de esos países alcance los 600 millones.

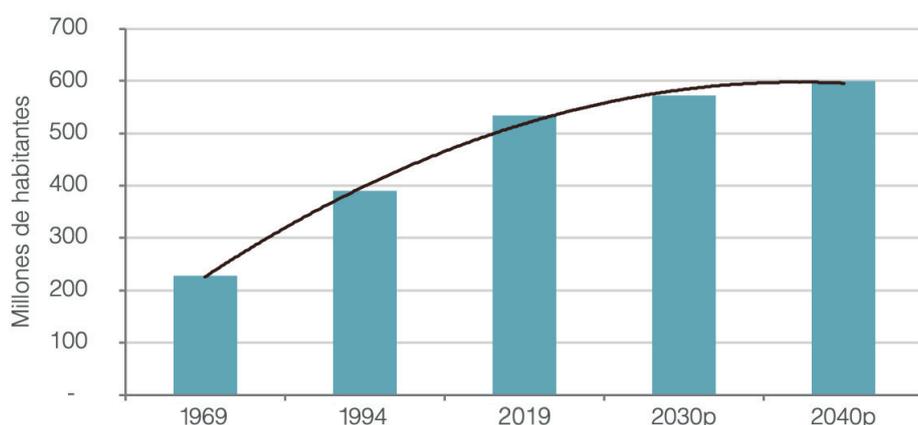


Gráfico 13
Evolución de la población de los países estudiados, 1969-2040

Fuente:
Elaboración propia a partir de proyecciones de Naciones Unidas (2017)

Los países más dinámicos en crecimiento poblacional en los últimos 50 años fueron Paraguay, Ecuador y Panamá, con tasas superiores al 2 % anual. En Uruguay, mientras tanto, se observa la menor tasa de variación de la población.

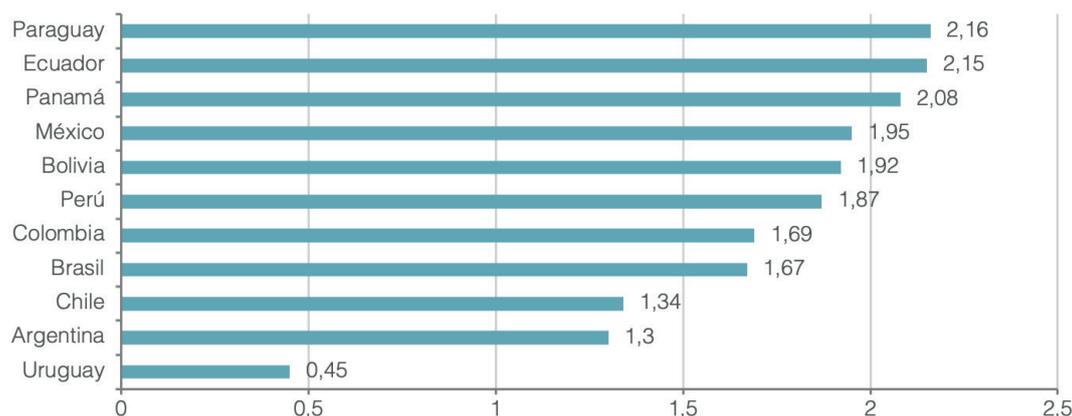


Gráfico 14
Tasa de crecimiento anual de la población en los últimos 50 años

Fuente:
Elaboración propia a partir de Naciones Unidas (2017)

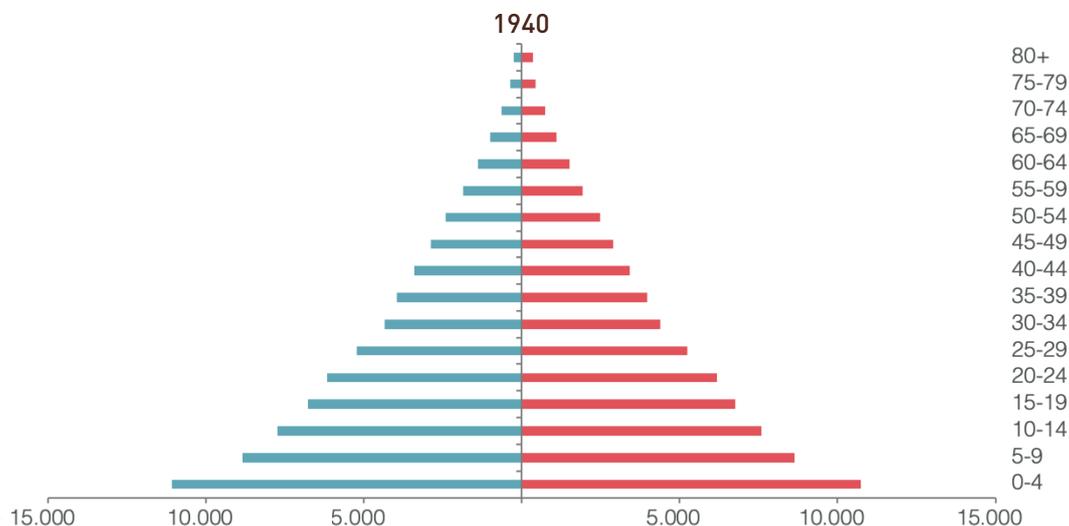
De los más de 500 millones de habitantes que habitan la región, un 40 % se concentra en un solo país (Brasil) y un 80 %, en cuatro países (Argentina, Brasil, Colombia, México). La región se caracteriza por su diversidad: extensas zonas territoriales (Brasil, México, Argentina) coexisten con países pequeños (Uruguay, Panamá). Existen regiones densamente pobladas (México, Ecuador, Panamá) con otras con baja densidad poblacional (Bolivia, Argentina, Paraguay y Uruguay).

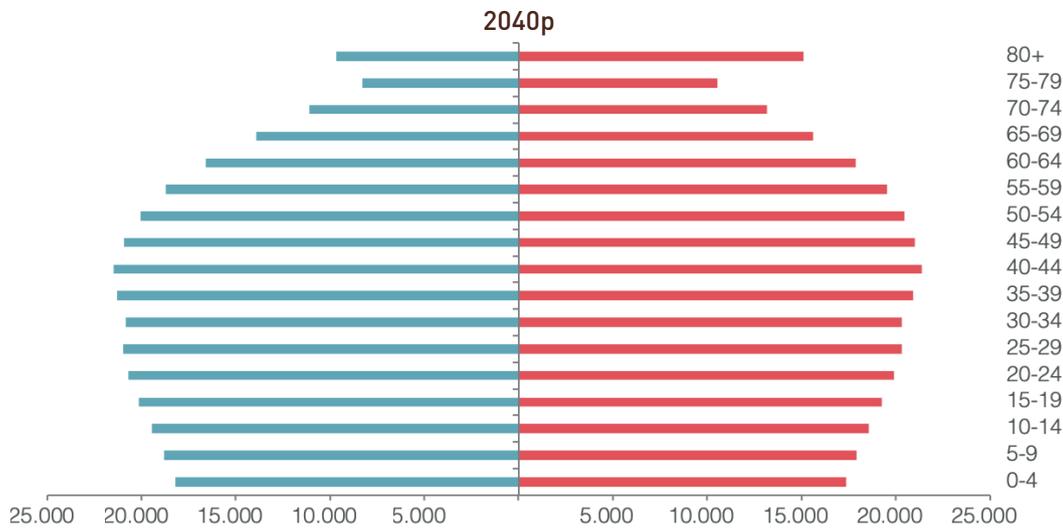
La esperanza de vida, por su parte, es de 76,5 años, un valor superior al promedio para países en desarrollo (72 años). Los países con menor esperanza de vida en la región son Bolivia (70 años) y Paraguay (73 años).

Gráfico 15
Pirámides poblacionales
1940, 2015 y 2040
en los países estudiados

■ Hombres
■ Mujeres

Fuente:
Elaboración propia a partir de Naciones
Unidas (2017)





2.4.1.2. Tasa de urbanización

Durante el siglo XX, el nivel de urbanización de América Latina se aceleró de manera tan notable que se aproximó mucho al de las regiones más desarrolladas. En la actualidad, la región muestra un nivel de urbanización del 77 por ciento (Naciones Unidas, 2017), cercano al del conjunto de las regiones más desarrolladas. Así, la región será la de mayor urbanización del mundo en desarrollo, lo cual presenta desafíos especiales para la integración urbana y logística.

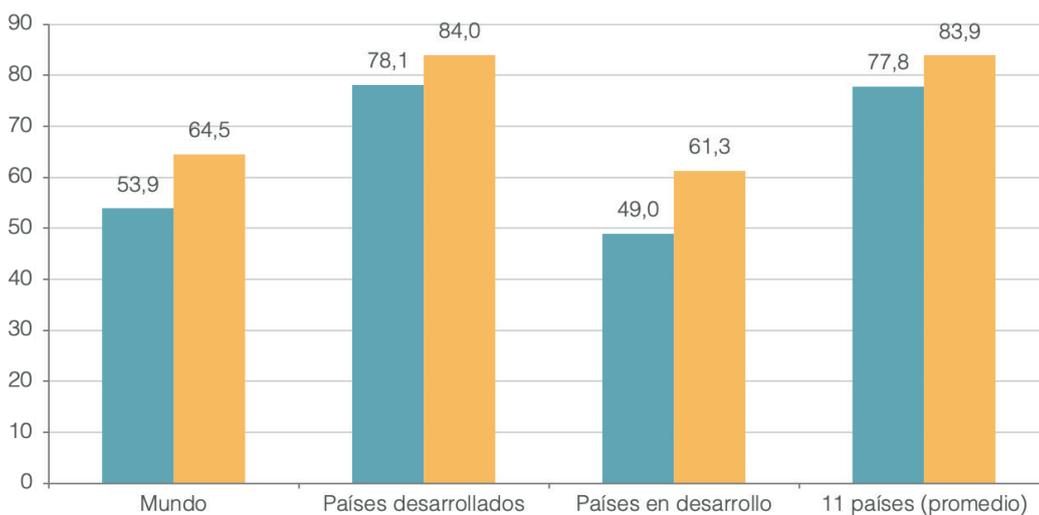


Gráfico 16
Población urbana respecto al total, 2015-2040 (%)
 Fuente:
 Naciones Unidas (2017)

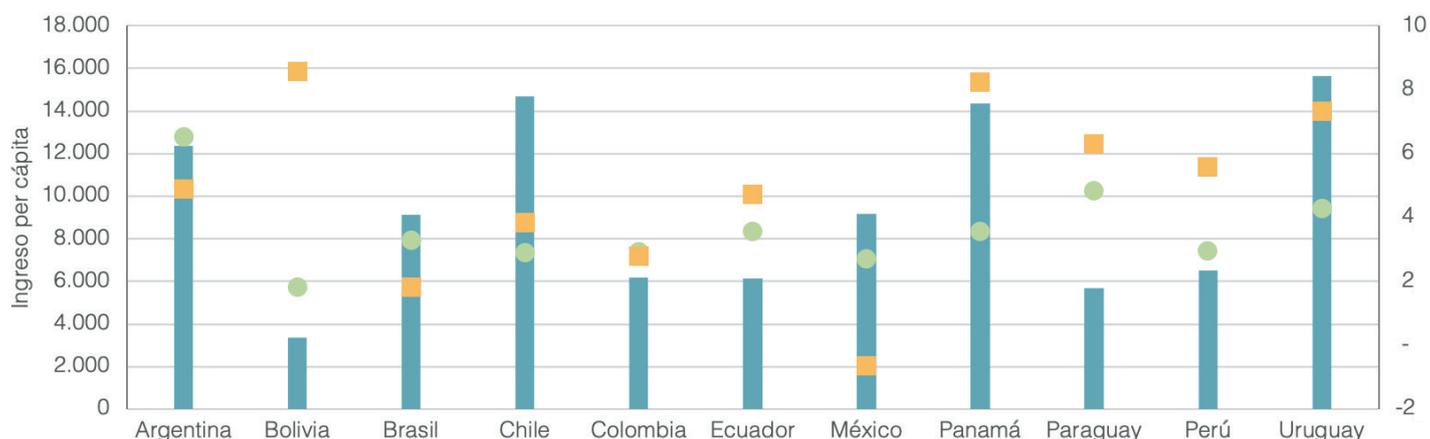
2.4.1.3. Actividad económica

En la última década, las economías latinoamericanas han experimentado varios años de crecimiento sostenido, ayudadas por un ciclo de altos precios de las materias primas y por el ingreso de inversiones extranjeras en un contexto de debilidad en el crecimiento de los países desarrollados y bajas tasas de interés internacionales. Sin embargo, si bien la región se ha enriquecido en estos años, el resultado es decepcionante si se compara con otras regiones del mundo emergente, en especial el continente asiático. Así, a pesar del crecimiento experimentado, la brecha en PBI per cápita con los países desarrollados se encuentra en valores similares y ligeramente superiores a los que existían en 1997. Por otro lado, y fundamentalmente fruto del crecimiento explosivo de otras regiones en desarrollo, América Latina redujo su participación en la riqueza mundial, del 9,6 % en 1997 a 7,7 % en la actualidad.

Gráfico 17
PBI per cápita, tasa de crecimiento y volatilidad en países analizados, 2018

■ PBI per cápita
● Volatilidad
■ Tasa de crecimiento promedio 2008-2018

Fuente:
Elaboración en base a base de datos del Banco Mundial.

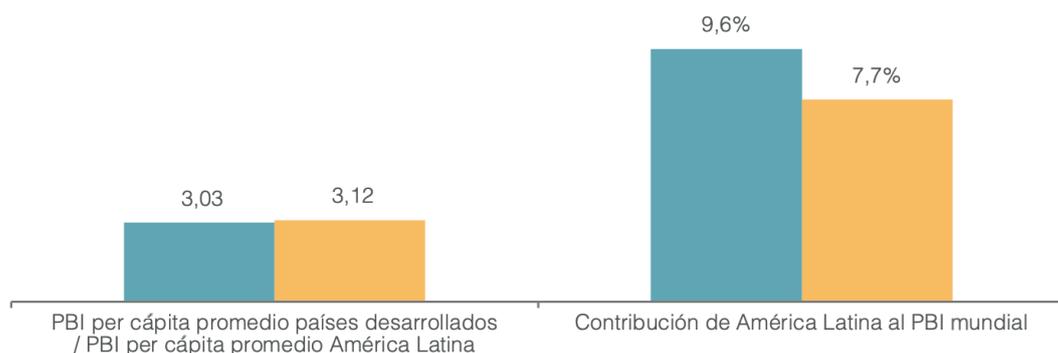


Nota: PIB per cápita en USD, a tipo de cambio Atlas. Para suavizar las fluctuaciones de precios y tipos de cambio, el Banco Mundial utiliza un método Atlas de conversión, que promedia el tipo de cambio de un año dado y los dos años anteriores, ajustados por diferencias en la tasas de inflación del país y de los países del G-8.

Gráfico 18
Participación en el PBI mundial y brecha con economías desarrolladas

■ 1997
■ 2017

Fuente:
Elaboración con base en datos del Banco Mundial



Si se miran las tasas de inversión y ahorro, el promedio regional fue del 21,8 % del PBI, con niveles elevados en Panamá, Ecuador y Chile. Por su parte, Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay presentan niveles de ahorro-inversión modestos, de entre el 15 y el 20 %. Para el caso de Panamá, destaca la diferencia entre ahorro e inversión interna, lo cual indica un ingreso de capitales proveniente del ahorro externo. La región está claramente invirtiendo por debajo de sus necesidades y previsiones: las tasas de ahorro e inversión como proporción del PBI son similares a las de países desarrollados, pero inferiores a las de los países en desarrollo y la mitad de las tasas de inversión de los países asiáticos.

Gráfico 19
Tasas de ahorro e inversión por país (% del PBI)

■ Ahorro bruto (% del PBI)
■ Inversión (% del PBI)

Fuente:
Elaboración propia con base en datos del Fondo Monetario Internacional

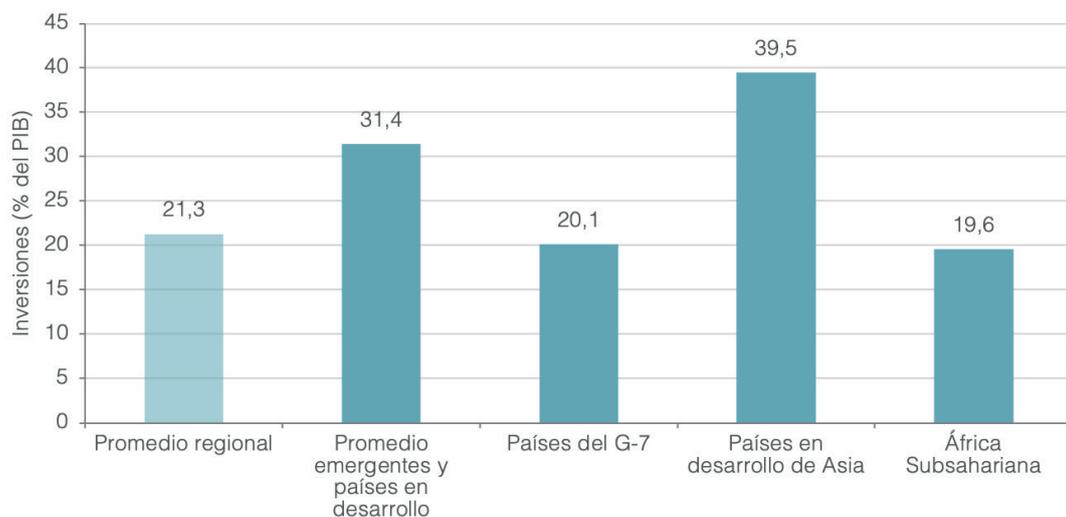
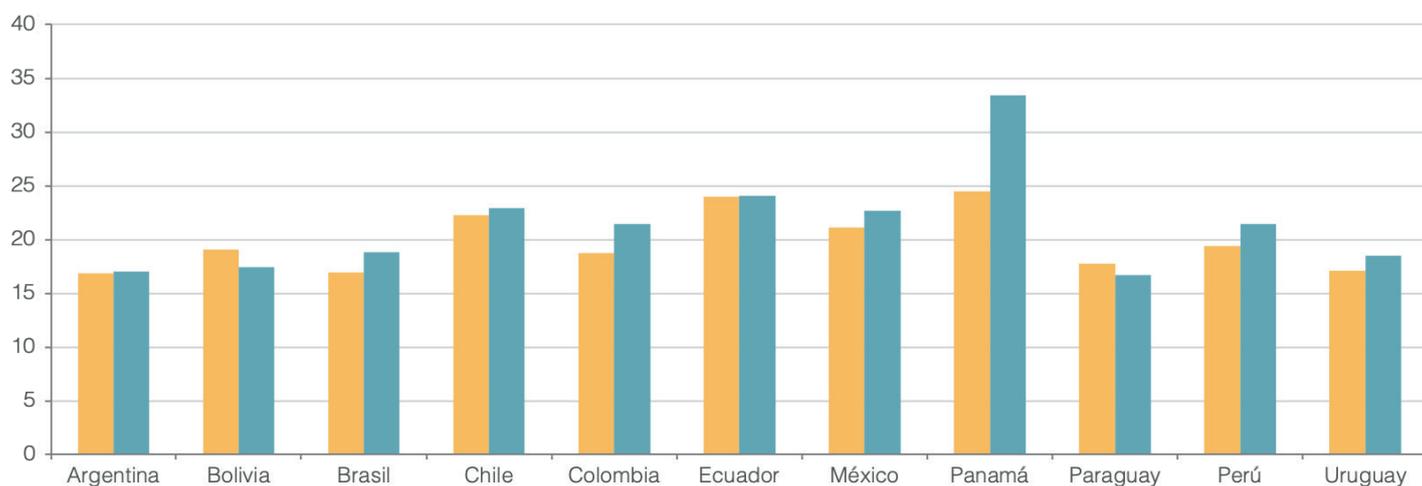


Gráfico 20
Tasas de inversión en diferentes regiones (% del PIB)

Fuente:
Elaboración propia con base en FMI (2018)

2.4.1.4. Comercio exterior

Históricamente, los países de la región tuvieron períodos prolongados de bajos términos de intercambio (relación entre el precio de las exportaciones y el precio de las importaciones), lo cual se vinculó con tendencias deficitarias en el comercio internacional. Sin embargo, por un conjunto de motivos, la situación se ha revertido parcialmente desde el canal comercial en las últimas décadas. Si se compara con el inicio del siglo XXI, la región tiene términos de intercambio favorables, aunque el pico de precios parece haber ya ocurrido entre los años 2008 y 2011. El país más beneficiado por mejores términos de intercambio fue Panamá, seguido por Chile. Por otro lado, Brasil, Colombia, México y Paraguay no tuvieron un crecimiento muy significativo en este indicador. Desde el punto de vista financiero, las políticas macroeconómicas más consistentes y la baja tasa de interés internacional (sobre todo, luego de la crisis financiera de 2008) atrajeron capitales hacia la región. Esta situación no se encuentra exenta de problemas (entre los que se pueden mencionar una mayor vulnerabilidad frente a los movimientos financieros internacionales y la apreciación del tipo de cambio), pero lo cierto es que los mayores flujos han permitido también financiar las necesidades de inversión regionales (públicas y privadas).

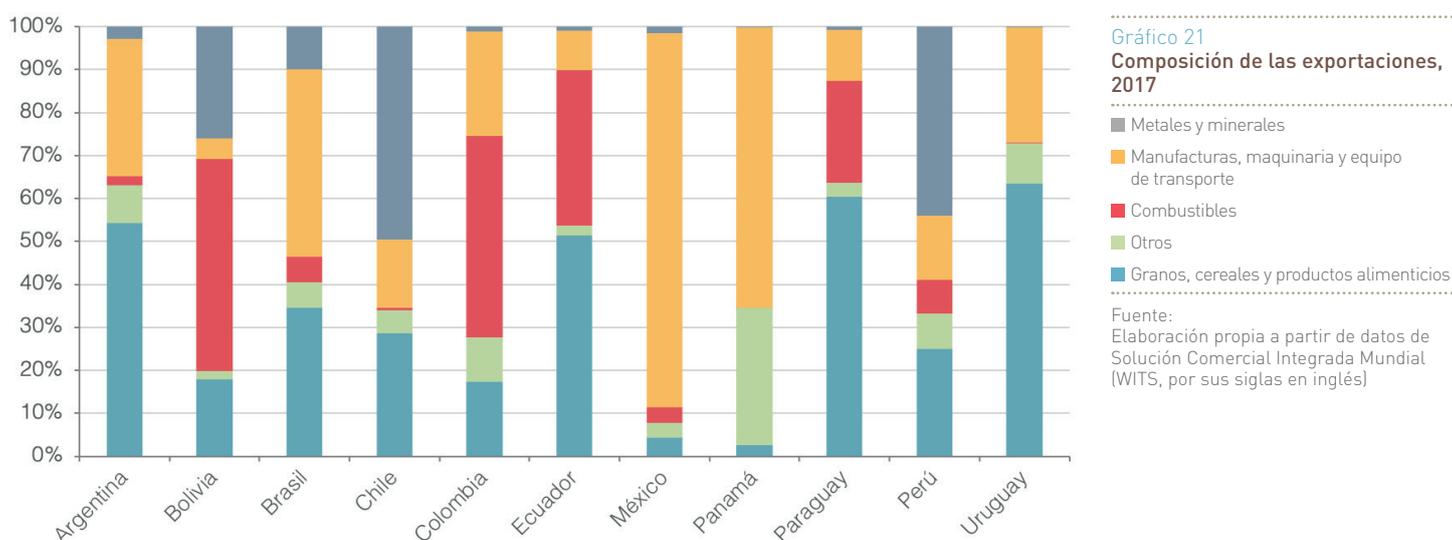
Si se observan los datos del comercio exterior, los países han tenido estrategias y resultados dispares. El país más abierto al comercio internacional, con mucha diferencia, ha sido Panamá, con coeficientes de apertura (suma de exportaciones e importaciones) superiores al 100 por ciento de su PBI⁴, seguido por Perú, Chile y otros países de apertura más reciente, como Paraguay. Del otro lado, Brasil y Argentina son las economías más cerradas; esto es parcialmente esperable dado el tamaño de estos países y la mayor variedad de productos debido al aprovechamiento de economías de escala. En general, los saldos más favorables en comercio exterior (diferencia entre exportaciones e importaciones) fueron generados por la economía chilena, seguida por la peruana. Desde el punto de vista de la cuenta corriente (que incluye, además de la balanza comercial, rentas, utilidades y transferencias), 7 de los 11 países de la región presentaron déficits, caso que es particularmente agudo en el caso de Panamá, con un promedio del 7 % de déficit sobre el PBI en los 20 años analizados. Como se observa, ninguno de los países ha obtenido superávits sustanciales en la cuenta corriente.

Las demandas del comercio exterior tendrán típicamente impacto en la infraestructura de transporte, ya que determinan el tipo de productos que serán objeto de transporte, las distancias y el modo más apto. En este sentido, las exportaciones de Argentina, Ecuador, Paraguay y Uruguay tienen una predominancia clara del sector primario, fundamentalmente de cereales, granos y alimentos, mientras que en Bolivia y Colombia prevalecen las exportaciones de combustibles. En Chile y Perú, es particularmente importante el comercio de minerales y, finalmente, en Brasil, México y Panamá es relevante el peso de las manufacturas y equipos de transporte, aunque en este último caso cabe señalar que se trata mayormente de reexportaciones de productos que utilizan el Canal de Panamá.

En cuanto a las perspectivas del comercio intrarregional, el mecanismo de integración subregional con mayor tasa de crecimiento promedio de sus exportaciones intrabloque fue el Mercado Común del Sur (Mercosur), aunque desde hace unos años el fenómeno se vio

⁴ Este dato debe ser interpretado con cuidado, debido al alto volumen de reexportaciones de Panamá.

atenuado por la aparición de China como socio comercial. A nivel global, la participación del comercio intrarregional no ha crecido demasiado en las últimas décadas: en promedio, es del 20 % del comercio exterior de los países de la región. Entre las principales causas de la debilidad del comercio intrarregional se encuentran la aplicación de barreras arancelarias y no arancelarias, déficits logísticos y de infraestructura y el incremento en la demanda internacional de materias primas.



El impacto sobre el transporte

Típicamente, se ha vinculado la tasa de motorización (vehículos por habitante) a la riqueza por habitante. Una estimación preliminar para la región basada en la evidencia de los países indica que, en efecto, aquellos con mayores niveles de ingreso por habitante presentan una mayor cantidad de vehículos por habitante (lo que se conoce como tasa de motorización). No sólo es relevante la relación entre países, sino también qué relación de mediano plazo existe entre el crecimiento económico y la cantidad de vehículos. Si esta última variable crece más que proporcionalmente que la economía en su conjunto (lo que se conoce como elasticidad mayor a la unidad), la dinámica marca una presión aún mayor para los sistemas de infraestructura.

Sin embargo, esta no es la única variable que explica la demanda sobre los sistemas de infraestructura. Como se mencionó, también tienen relevancia, además de factores propios de cada país, la dinámica del comercio exterior, la presión poblacional, los precios relativos y las mejoras en los servicios.

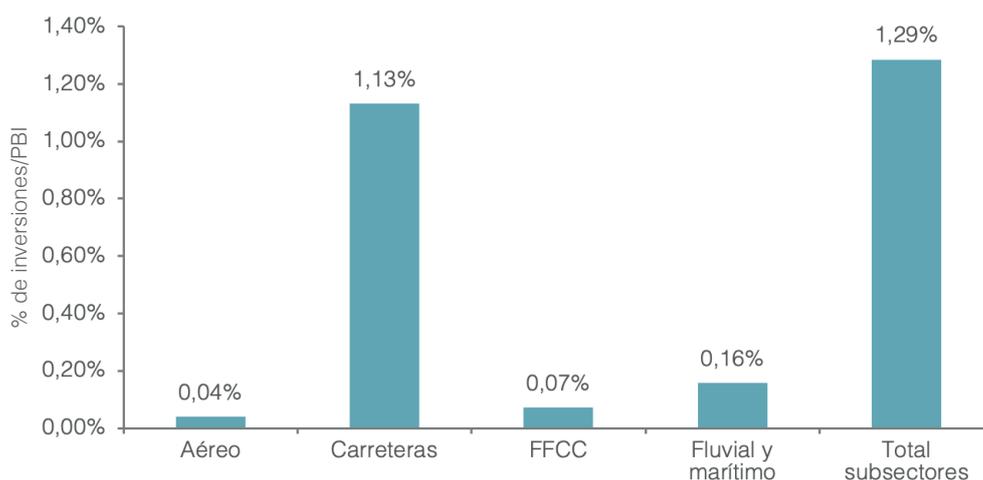
2.5. INVERSIONES REALIZADAS EN LOS ÚLTIMOS 20 AÑOS

Se ha destacado como problema para la región los bajos niveles de inversión en infraestructura en los diversos sectores. Entre ellos, el transporte presenta también una escasez de recursos destinados a la construcción y mantenimiento, con un promedio del 1,3 % del producto bruto interno destinado al sector. Estos valores se hallan dentro de los promedios internacionales, pero no permiten el cierre de la brecha de infraestructura que existe con el mundo desarrollado.

Cerca del 90 % de los recursos para el transporte se destinan al sector vial, reflejando la centralidad de las carreteras en el movimiento de personas y mercancías.

Gráfico 22
Inversiones en transporte en América Latina (% del PBI promedio de los últimos 10 años)

Fuente:
Elaboración propia a partir de base de datos de InfraLATAM



A nivel regional, considerando los 11 países analizados, la inversión promedio en infraestructura terrestre que hemos estimado ha sido del 1,1 % del PBI, de la cual más de un 90 % se destina al sector carretero.

En términos de inversiones, Bolivia lidera la comparación, seguido por Paraguay, mientras que Argentina, Brasil y México se encuentran entre los países que menores inversiones han registrado.

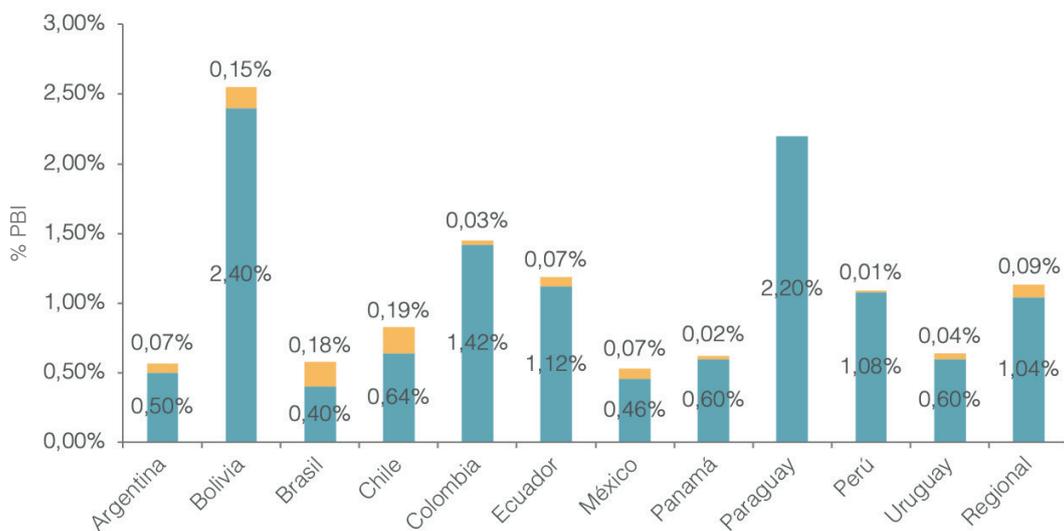


Gráfico 23
Inversiones promedio en infraestructura de transporte terrestre (% del PBI)

■ Carreteras
■ Vías férreas

Nota:
Los porcentajes representan valores promedio de la tendencia en función de las series recientes de inversiones para cada país.

Fuente:
Elaboración a partir de datos del Banco Mundial

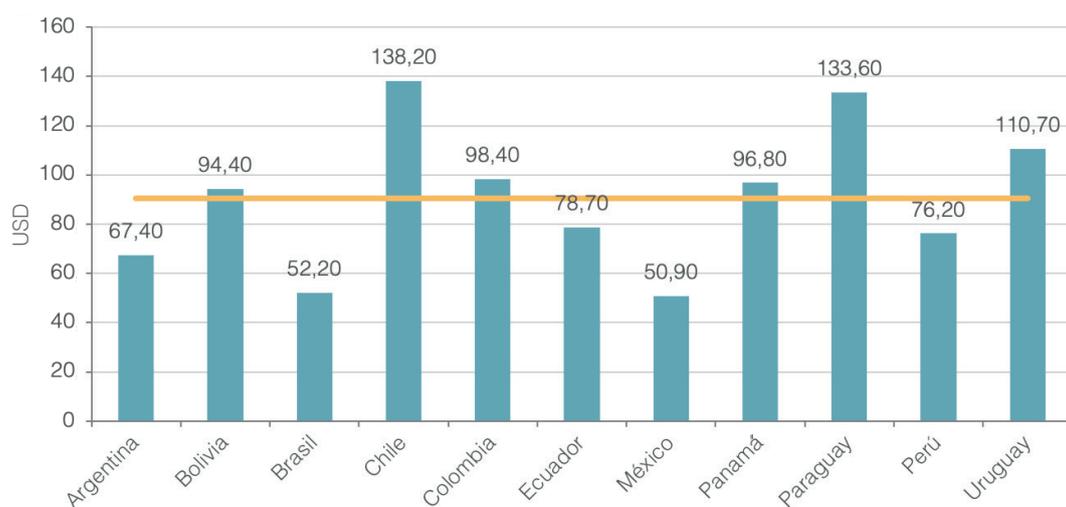


Gráfico 24
Inversiones en infraestructura de transporte terrestre por habitante (en USD)

■ Inversiones por habitante (USD)
■ Promedio

Nota:
Los porcentajes representan valores promedio de la tendencia en función de las series recientes de inversiones para cada país.

Fuente:
Elaboración propia con base en fuentes nacionales de inversión pública y transporte.

En términos generales, la lógica de las inversiones sigue el criterio de las necesidades relativas; es decir, los países más rezagados en disponibilidad y calidad de la infraestructura han venido invirtiendo una mayor proporción de su PBI. La comparación entre los resultados del Sistema de Indicadores de Transporte Terrestre (SITT)⁵, que se compone de 18 indicadores clave del estado de la infraestructura de transporte terrestre, y los niveles de inversión da cuenta de una relación inversa entre el esfuerzo inversor y los déficits de infraestructura.

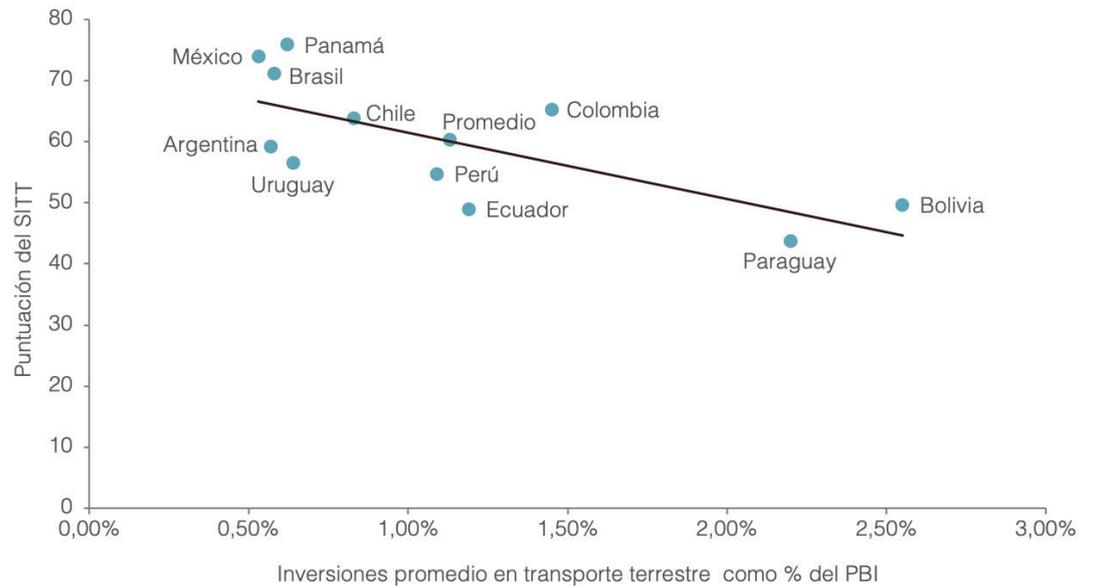
Sin embargo, no debe dejarse de lado el hecho de que países con infraestructura más desarrollada estén invirtiendo pocos recursos en la misma. Por un lado, estos países se encuentran en su mayoría rezagados con respecto al mundo desarrollado en cuando a la disponibilidad, seguridad, calidad e institucionalidad de la infraestructura. Por otro, los bajos recursos significan también escasos presupuestos para mantener las redes existentes.

⁵ Ver el anexo: Metodología para el cálculo del Sistema de Indicadores de Transporte Terrestre.

Gráfico 25
Relación entre las tasas de inversión promedio y los indicadores del SITT

Nota:
 Los indicadores que componen el SITT se describen en el anexo I

Fuente:
 Elaboración propia con base en diversas fuentes



Si se mira en términos de inversiones per cápita (otra manera habitual de medir las inversiones), la región invierte en promedio USD 90 por habitante en infraestructura de transporte terrestre, mientras que en la Unión Europea y en países emergentes del Sudeste Asiático los montos superan los USD 150 por habitante (CEPAL, 2018).

Si se observan los niveles de inversión en carreteras y ferrocarriles en la región y se compara la actuación con otras regiones, se concluye que los recursos destinados al sector carretero se encuentran ligeramente por encima del promedio (1,04 % estimado frente a un 0,9 % de promedio mundial) y bastante por debajo en el sector ferroviario (0,1 % frente al 0,4 %). Los niveles de inversión en carreteras son equiparables a los del continente africano y algunos países emergentes asiáticos, pero están lejos del 2-3 % del PBI que a nivel internacional es aceptable para economías en desarrollo, siendo ligeramente superiores a los de países con infraestructura más avanzada. En definitiva, la inversión, si bien ha experimentado un crecimiento en los últimos años, está en niveles promedio, por lo que no cabría esperar en el mediano plazo una gran mejoría en las comparaciones internacionales.

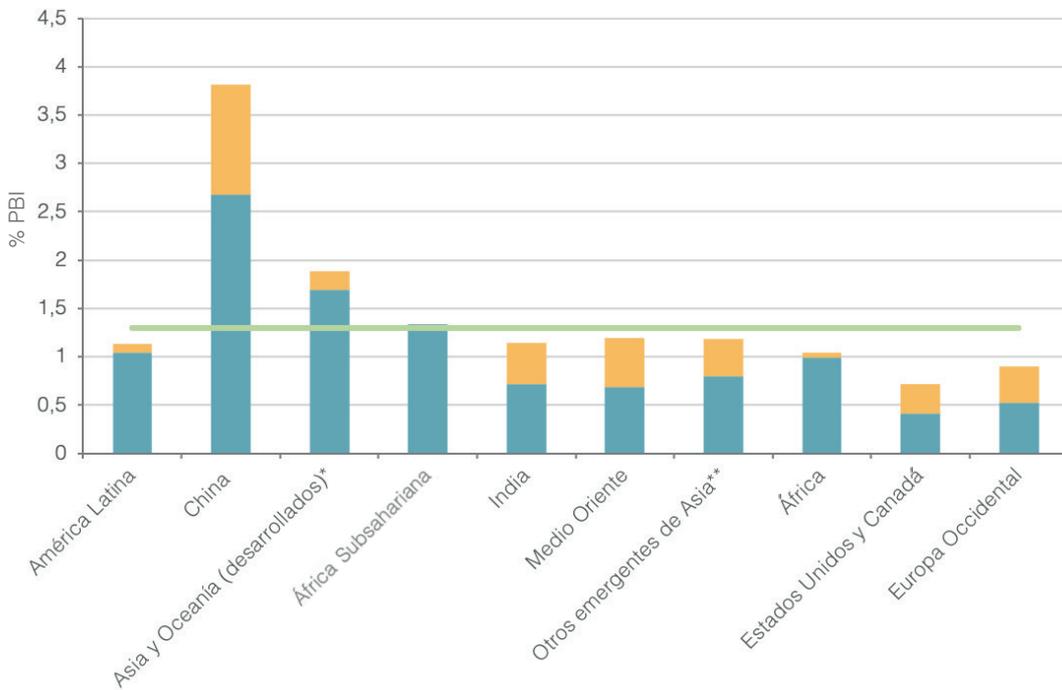


Gráfico 26
Inversiones en los sectores vial y ferroviario por regiones, 2016

■ Carreteras
■ Ferrocarriles
■ Promedio mundial carreteras + FFCC

Nota:
* Australia, Hong Kong, Japón, Nueva Zelanda y Singapur. ** Bangladesh, Indonesia, Malasia, Pakistán, Filipinas, Sri Lanka, Taiwán, Tailandia y Vietnam

Fuente:
McKinsey Global Institute (2016), Banco Mundial (2018) y elaboración propia con base en varias fuentes.

Aunque los ratios actuales de inversión en el mundo desarrollado son bajos, estos países tienen redes más densas y de mejor calidad que las de los países latinoamericanos, por lo que la mayor parte de los esfuerzos se orientan más al mantenimiento de lo existente que a la ampliación de la red. En el año 2014, la inversión promedio en infraestructura de transporte terrestre fue del 0,75 % del PIB para los países de la OCDE. Esto representa una tendencia decreciente para este conjunto, aunque entre 2008 y 2009 hubo un incremento originado en los paquetes de estímulo fiscal que decidieron los países como respuesta a la crisis económica. Parte de la caída se puede atribuir a un descenso de la inversión en Japón, que fue afectado por un recorte generalizado de gastos a finales de la década de 1990.

En los países europeos occidentales, la participación de la inversión en el PIB viene cayendo sistemáticamente desde la década de 1970, cuando representaba alrededor de 1,5 % del PIB. Varios factores ayudan a explicar esto. En primer lugar, a finales de la década de 1970 finalizaron algunos proyectos clave de infraestructura en varios países, tales como las redes de autopistas en Francia y Alemania, registrándose una declinación esperable en los niveles de inversión. En segundo lugar, varios países se enfrentan a restricciones presupuestarias, especialmente desde comienzos de siglo, y el mantenimiento de la red existente ocupa la mayor parte del presupuesto. En efecto, la participación del mantenimiento en los costos totales es creciente, lo cual es esperable en sistemas con infraestructuras maduras con altos estándares de calidad. Finalmente, es importante tener en cuenta que sólo ha caído el valor relativo al PIB: el gasto en estos países es generalmente estable o creciente, con la excepción mencionada de Japón. Sin embargo, el crecimiento del PIB ha sido mayor que el crecimiento de las inversiones.

Gráfico 27
Inversión en los sectores carretero y ferroviario, promedio 2000-2010 (% del PBI)

Fuente:
ITF Transport Statistics

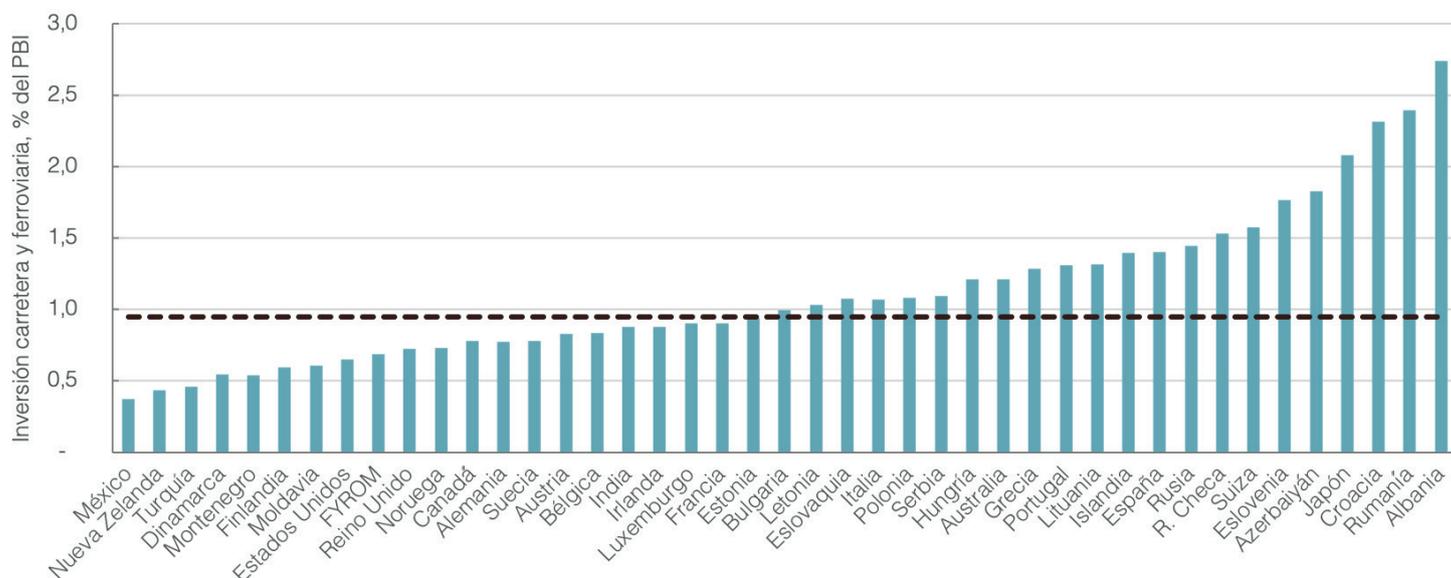
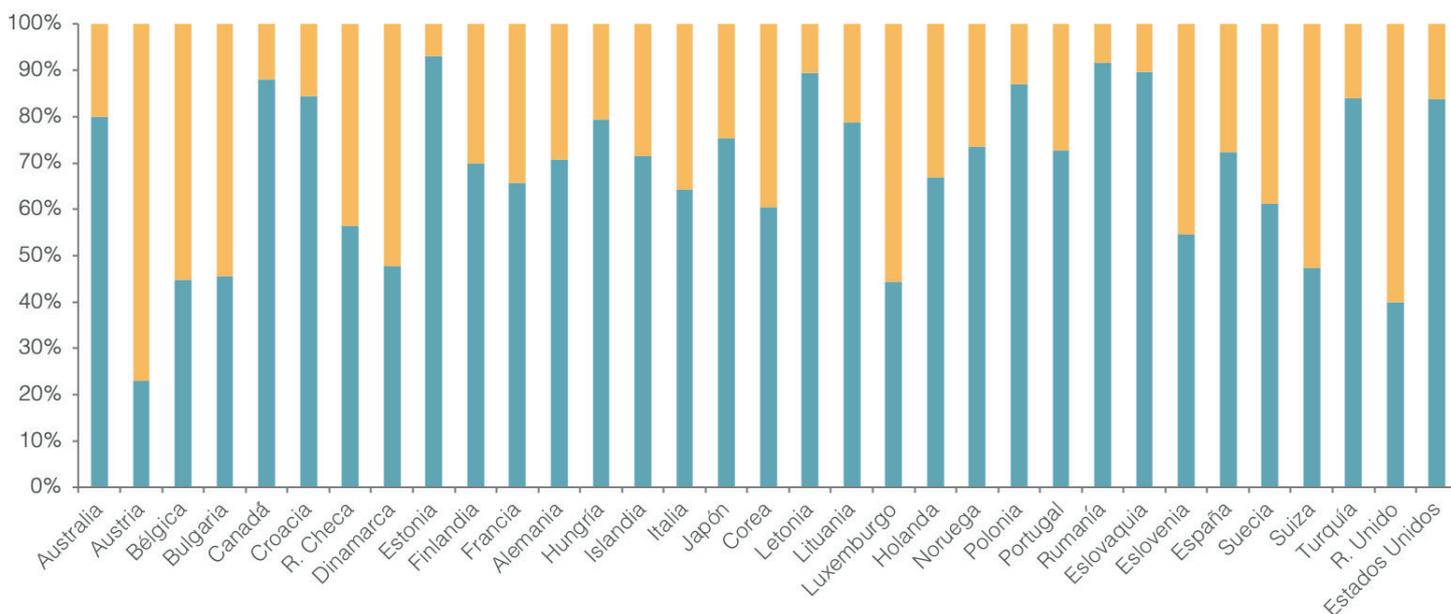


Gráfico 28
Distribución de la inversión en infraestructura vial y ferroviaria por país, 2014

■ Inversión vial
■ Inversión ferroviaria

Fuente:
Elaboración propia a partir de datos de OCDE (2014)



2.6. LA EVALUACIÓN A TRAVÉS DE UN SISTEMA DE INDICADORES DE INFRAESTRUCTURA

Uno de los objetivos de este trabajo fue la recolección de información cuantitativa sobre el estado de situación de la infraestructura de transporte terrestre en los países objeto del estudio, así como presentar una mirada regional.

Una vez obtenidos los datos, el paso siguiente fue la construcción de un sistema de indicadores que permitiera observar, a través de métricas sencillas, la situación de los sistemas de transporte en variables clave, como la cobertura, la accesibilidad, la competitividad, la intermodalidad y la institucionalidad.

El desafío concreto consistió en, además de recolectar numerosos datos a escala regional, otorgar coherencia y robustez a indicadores que, por su naturaleza, pretenden reflejar características muy variadas. Además, se trató de resolver algunas limitaciones de indicadores basados en opiniones o encuestas a expertos, como puede ser el caso del índice global de competitividad, que ya ha sido mencionado.

Luego de analizar cerca de 90 indicadores “candidatos”, se ha arribado a un conjunto sintético de 18 indicadores que pretenden dar un panorama sobre el desempeño regional y en cada país.

La elección de los indicadores se ha hecho condicionada a:

- La especificidad y relevancia de los indicadores como medida apropiada del concepto.
- La utilización habitual de estos como indicadores de transporte.
- La disponibilidad de información.
- La independencia entre los diferentes indicadores.

Por otro lado, también ha sido de interés la medición y comparación regional del desempeño en cada uno de los sistemas analizados (carreteras y ferrocarriles). En este aspecto, se han elaborado indicadores específicos por modo.

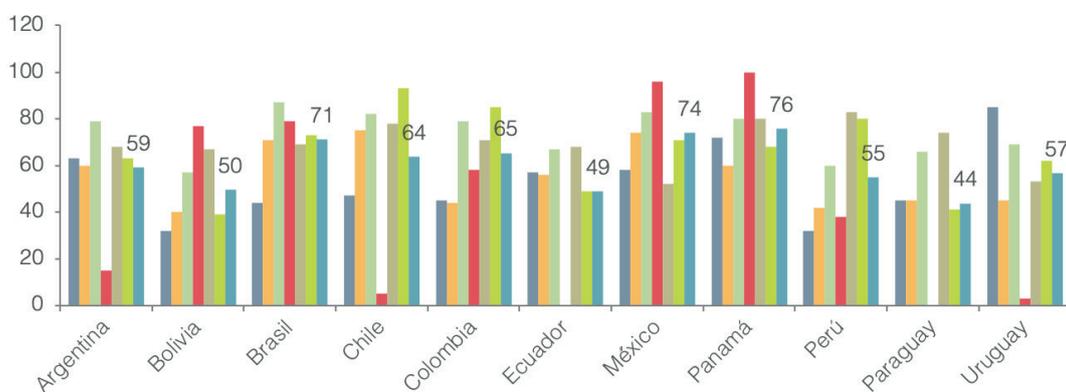


Gráfico 29
Resultados de la medición del sistema de indicadores de infraestructura (SITT)

- Cobertura
- Calidad
- Productividad
- Intermodalidad
- Sostenibilidad
- Institucionalidad
- Total

Fuente:
Elaboración propia

2.6.1. POR PAÍS

Los resultados por país muestran un grado de desagregación que permite observar en qué dimensiones se destaca cada uno de ellos y en cuáles presenta las mayores debilidades. Este análisis se puede realizar tanto a nivel global como de manera separada en cada uno de los modos.

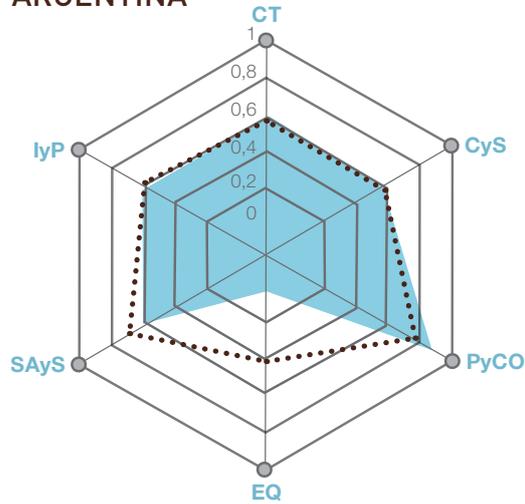
Gráfico 30
Resultados por país
del sistema de indicadores

- CT** Cobertura territorial
- CyS** Calidad y seguridad
- PyCO** Productividad y costos operativos
- EQ** Equilibrio modal
- SAyS** Sostenibilidad ambiental y social
- IyP** Institucionalidad y participación público-privada

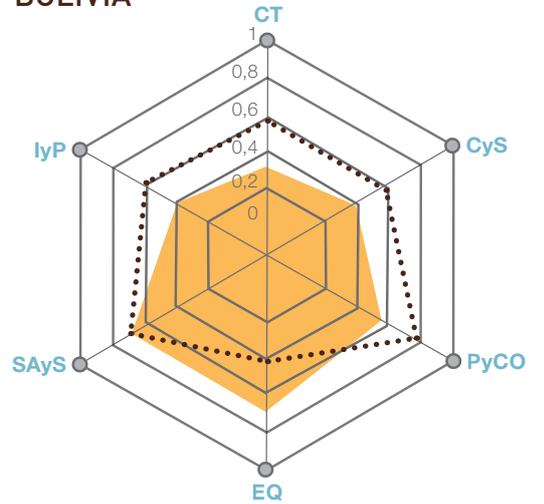
..... Promedio regional

Fuente:
Elaboración propia

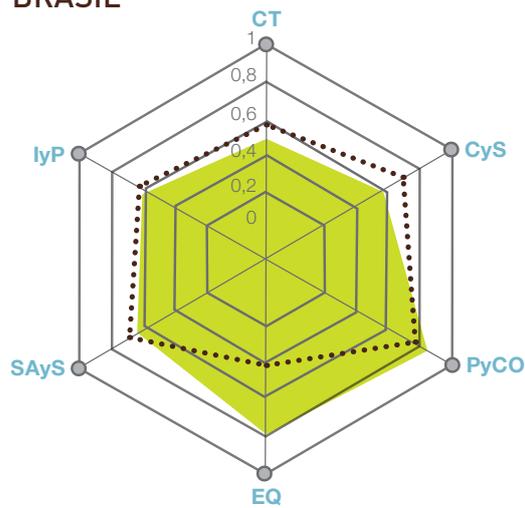
ARGENTINA



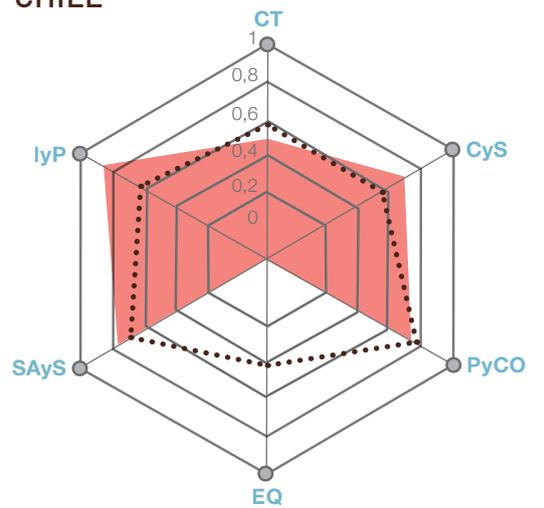
BOLIVIA



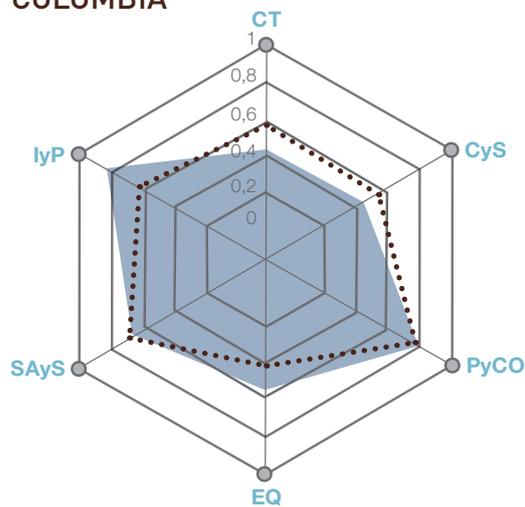
BRASIL



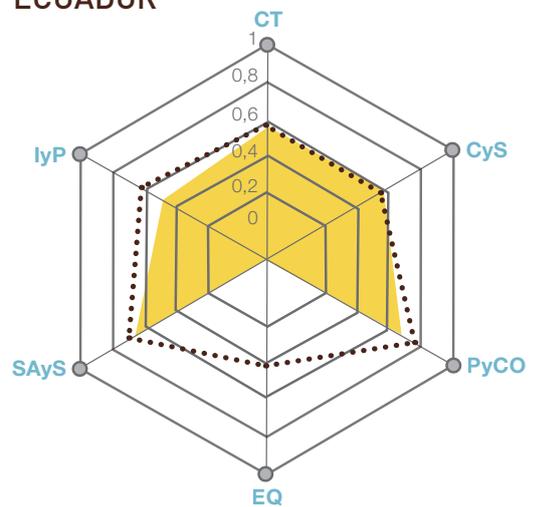
CHILE



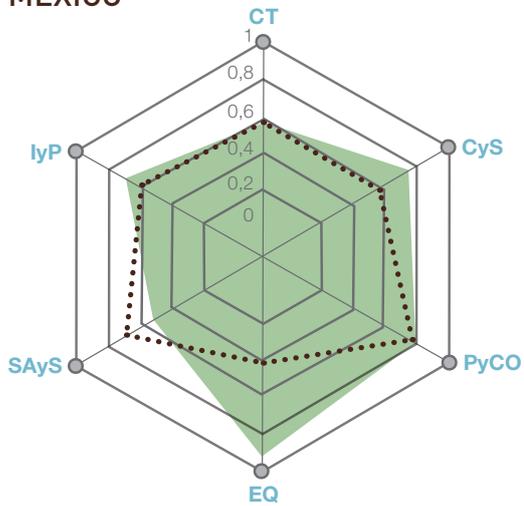
COLOMBIA



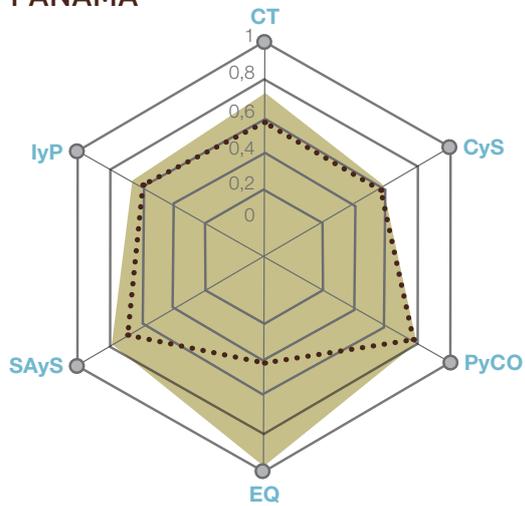
ECUADOR



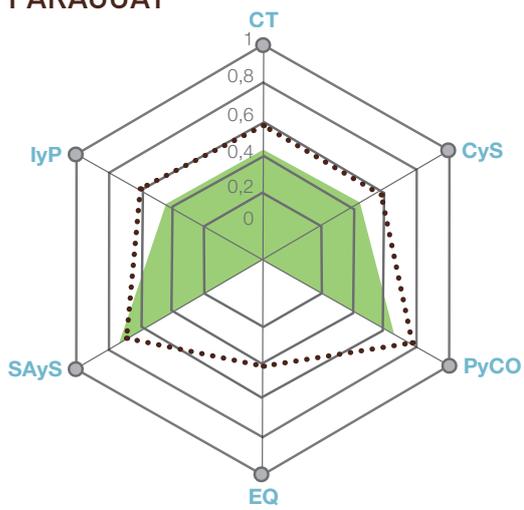
MÉXICO



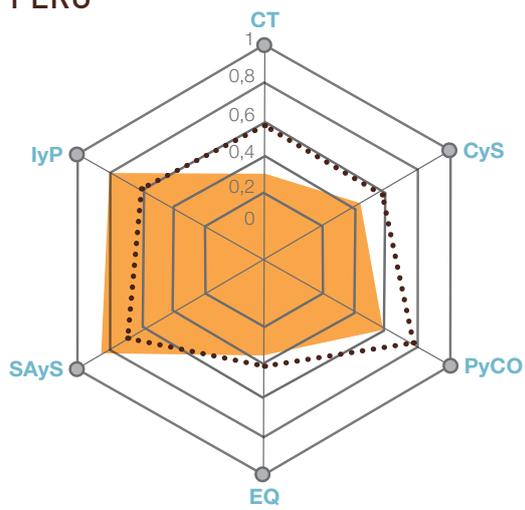
PANAMÁ



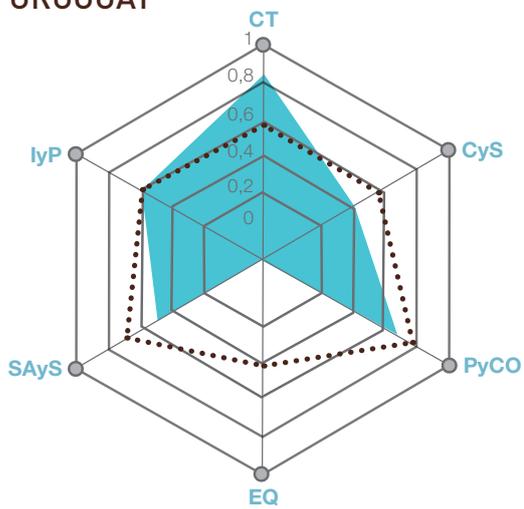
PARAGUAY



PERÚ



URUGUAY



2.6.2. POR SUBSISTEMA

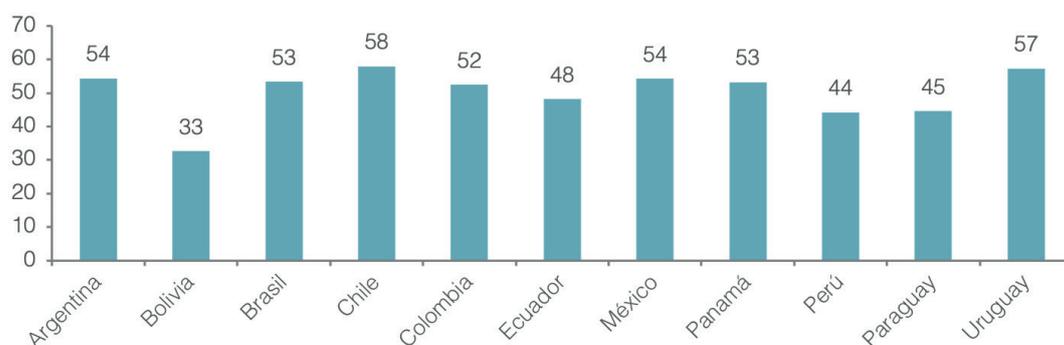
Vial

Los sistemas de transporte carretero de Chile, Uruguay, México, Brasil, Argentina y Panamá obtuvieron los mejores resultados, si bien estos sistemas presentan menos dispersión que el global y el ferroviario. En segunda instancia se ubican los sistemas de Ecuador y Colombia, mientras que los de Paraguay, Perú y Bolivia ocupan los últimos lugares.

Los países de peor desempeño en general muestran malos resultados en términos de cobertura de las redes y porcentajes de pavimentación. En el caso de Bolivia, la falta de participación privada también reduce el desempeño.

Gráfico 31
Resultados del sistema de
indicadores viales

Fuente:
Elaboración propia



Ferrovionario

Al contrario del caso vial, en el análisis de los sistemas ferroviarios los países presentan alta dispersión en los resultados.

El modelo ferroviario mexicano obtuvo la mejor puntuación, con una diferencia considerable respecto al resto. El caso mexicano se destaca por su alta cobertura, percepción de calidad, relevancia en la carga y participación privada en la gestión.

Colombia, Brasil y Panamá obtienen también elevadas puntuaciones en los indicadores del modo ferroviario. Se trata de sistemas eficientes y, al igual que el caso anterior, con participación privada en la infraestructura, aunque puede tratarse en algún caso de modelos concentrados territorialmente (como ocurre en Colombia y Panamá).

Por otro lado, hay un grupo de países que disponen de infraestructura ferroviaria, pero que tiene un bajo grado de eficiencia y utilización. Argentina, Bolivia, Chile, Perú y Uruguay presentan importantes limitaciones en el desarrollo de los sistemas ferroviarios.

Para finalizar, Ecuador y Paraguay carecen de sistemas ferroviarios (aunque pueda darse el caso de algún ferrocarril de pasajeros de baja extensión o de tipo turístico), por lo que obtienen una calificación nula.

El anexo 1 de este informe brinda mayores precisiones sobre la definición, justificación y medición de cada uno de los indicadores seleccionados.

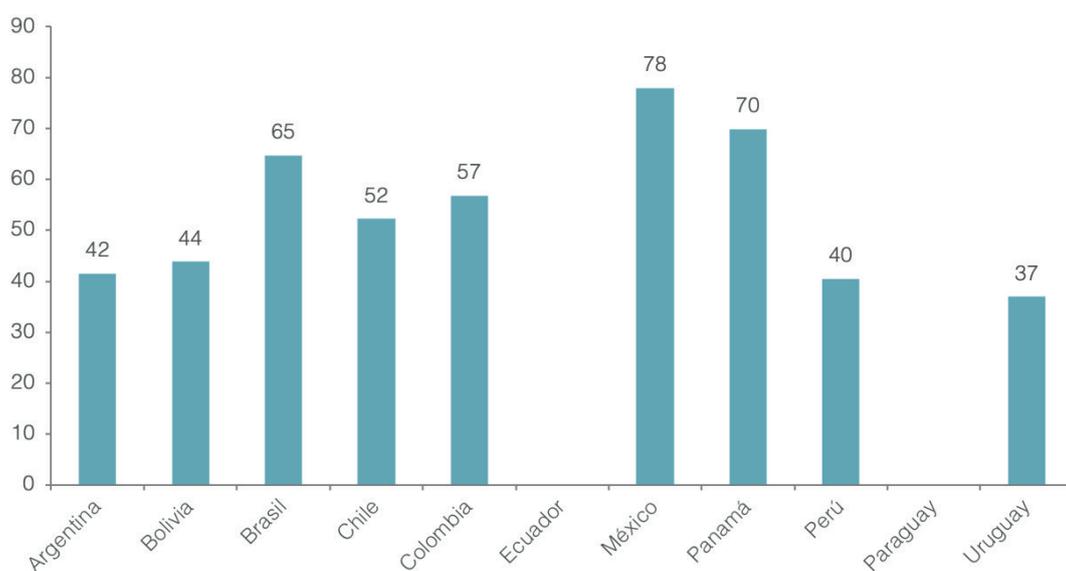


Gráfico 32
Resultados del sistema
de indicadores ferroviarios

Fuente:
Elaboración propia

3

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE CAPACIDAD Y DEMANDA



CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE CAPACIDAD Y DEMANDA

3.1. INTRODUCCIÓN

El análisis de la relación capacidad-demanda permite entender las características y el comportamiento del tránsito en los países, requisito básico para el diseño, la planificación y la operación de la infraestructura. La característica de este enfoque es que combina las dimensiones de oferta y demanda de infraestructura, por lo que conjuga múltiples dimensiones para producir medidas de calidad e identificar cuellos de botella y necesidades de inversión futuras.

Teóricamente, la capacidad se puede definir como el flujo máximo que puede soportar la infraestructura. En el ámbito vial, la capacidad de la infraestructura es el máximo número de vehículos que pueden circular por un punto o sección uniforme durante un intervalo de tiempo, dadas las condiciones técnicas, de diseño y topográficas.

Precisamente, el principal objetivo del análisis de capacidad es estimar el máximo número de vehículos que pueden circular en cada sección, caracterizando la oferta de infraestructura.

La capacidad de la infraestructura, en principio, es independiente del tránsito (es decir, la demanda). Para medir la relación entre estas dos variables, se recurre a conceptos como el de nivel de servicio, una medida cualitativa que describe la calidad del flujo vehicular, teniendo en cuenta factores como la velocidad de circulación, la seguridad vial y la libertad de realizar maniobras, entre otros.

Entre los factores que afectan al nivel de servicio, se encuentran tanto factores de oferta como de demanda. En el primer caso, se hallan la cantidad de carriles, el ancho de estos, la distancia libre lateral, el tipo de terreno, las pendientes, etc. Del lado de la demanda, se contempla el volumen y composición del tránsito, las variaciones en la velocidad de circulación y la cantidad de entrecruzamientos, entre otros.

Según las definiciones del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM, por sus siglas en inglés, versión 2016), los niveles de servicio se clasifican con letras que van desde A (mejor) a F (peor). El HCM establece que el nivel de servicio (LOS, por sus siglas en inglés) de una carretera puede ser caracterizado según tres parámetros: la densidad de vehículos por kilómetro por carril, la velocidad media en kilómetros por hora y la relación volumen-capacidad (v/c). En cuanto a esta última relación, se establece que con un LOS de nivel E, el volumen de vehículos que circula por una carretera se encuentra al límite de la capacidad de la misma, por lo que la relación es $v/c = 1$, mientras que a valores inferiores se presentan mejores niveles de servicio, y a niveles superiores a 1 se define el nivel de servicio como F.

Si bien la caracterización del nivel de servicio es muy útil, la principal dificultad de su aplicación radica en que se requiere una importante cantidad (y calidad) de datos para los tramos a analizar, tales como el tránsito actual y su composición, el ancho de la calzada, la cantidad de accesos por km lineal y el tipo de superficie, cuya disponibilidad es limitada para la región. Esto hace necesario construir aproximaciones que permitan, con la información disponible, contar con un panorama sobre la calidad del flujo vehicular. Teniendo en cuenta esta limitación, se llevaron a cabo dos metodologías complementarias de análisis (aproximaciones por relaciones de capacidad-demanda y velocidades de circulación entre puntos nodales), que se describen en los apartados siguientes.

Las previsiones son estimaciones futuras de la evolución de la relación capacidad-demanda. Los modelos de transporte realizan proyecciones basándose en modelos econométricos con variables económicas y demográficas. En este informe, se han realizado proyecciones para el año 2040 siguiendo estos criterios. Las previsiones permiten observar los países y, dentro de ellos, las regiones que deberán ser objeto de inversiones prioritarias para evitar el deterioro del nivel de servicio, con las pérdidas económicas y sociales que esto conlleva (congestión, mayores costos logísticos, contaminación ambiental, accidentalidad).

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO

3.2.1. MEDIDAS DE DEMANDA

Existen distintas propuestas para caracterizar la demanda de infraestructura. En el ámbito de las carreteras, las más habituales son las medidas de tránsito medio diario anual (TMDA) y su composición (automóviles, vehículos pesados, etc.). A nivel más agregado, se puede representar la medida de vehículos-kilómetros (calculada como la cantidad de vehículos multiplicado por la distancia media que recorren) y la de toneladas-kilómetros para las cargas. Finalmente, una medida muy simplificada de tráfico puede venir dada por el parque vehicular o por una métrica con relación al territorio o a la población (esto último se conoce con el nombre de tasa de motorización).

En el ámbito ferroviario, las medidas habituales son las de trenes-kilómetro. En pasajeros y carga, también se pueden utilizar las medidas de pasajeros-kilómetro y de toneladas-kilómetro, respectivamente.

	Medidas de flujo	Medidas agregadas	Medidas por modo
Carreteras	Tránsito medio diario anual	Vehículos-kilómetros	Toneladas-kilómetro (carga)
		Tasa de motorización	
Ferrocarriles	Trenes-día	Trenes-kilómetros	Pasajeros-kilómetro (pasajeros)
			Toneladas-kilómetro (carga)

Cuadro 7
Medidas de caracterización del tráfico

Fuente:
Elaboración propia

Las diferentes métricas presentan ventajas y desventajas. Las medidas más agregadas son de reporte más fácil dado que requieren un menor esfuerzo de estudio, pero no son tan útiles para tomar decisiones a nivel de proyectos. Las medidas más específicas a tramos de las redes permiten cuantificar la demanda de manera más precisa.

Actualmente, los datos disponibles en la región no permiten, en la mayoría de los países, expresar las distintas métricas de manera completa. **La mejora en la disponibilidad y calidad de la información es un reto pendiente.**

Sin embargo, sí es posible aproximarse a partir de la información existente para reportar los resultados por país de algunos indicadores. Del conjunto de información necesaria, el parque vehicular es el dato que presenta mayor disponibilidad, tanto en niveles actuales como en su evolución reciente. La información sobre el TMDA, por otra parte, es diversa: en algunos casos, se halla disponible la información sobre la red principal desagregada en distintas secciones, mientras que, en otros casos, se identificaron relevamientos sobre tramos específicos, y en algunos países no hay información pública conocida. Los relevamientos sobre vehículos/kilómetro y toneladas/kilómetro, tanto en el ámbito carretero como ferroviario, presentan mayores limitaciones de información, hallándose estudios puntuales, en algunos casos desactualizados o que presentan una variabilidad importante entre fuentes o años de estimación.

Cuadro 8
Matriz de disponibilidad
de información de TMDA por países

Fuente:
 Elaboración propia

País	TMDA (red principal)
Argentina	Disponible
Bolivia	Muy limitado
Brasil	Limitado
Chile	Limitado
Colombia	Disponible
Ecuador	Disponible
México	Disponible
Panamá	No disponible
Perú	Limitado
Paraguay	Muy limitado
Uruguay	Disponible

En los apartados siguientes se desarrollan distintas aproximaciones a la caracterización del tráfico por modos y se calculan los resultados para los países de la región.

3.2.2. VEHÍCULOS Y TASA DE MOTORIZACIÓN

La región tiene en la actualidad un parque automotor que alcanza los 150 millones de vehículos. Dos de los mercados (Brasil, con más de 70 millones, y México, con cerca de 40 millones) explican el 75 % del parque de los 11 países, tratándose además de los países más poblados y de mayor superficie.

La tasa de motorización ofrece resultados distintos, ya que mide la relación entre el parque y la población del país. En este sentido, continúan destacándose los altos valores en Brasil y México, pero también se presentan niveles elevados de motorización en Argentina, Chile y Uruguay. Por su parte, Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú presentan los menores niveles de motorización regional. En promedio, la región tiene 225 vehículos por cada 1.000 habitantes.

Si se mide el parque vehicular con relación a la superficie del país, los valores más altos se presentan en México, mientras que Bolivia, Perú y Paraguay muestran los niveles más bajos. La región tiene en promedio 710 vehículos por cada 100 km².

Visto desde este punto de vista, la mayor presión sobre la infraestructura se presentaría en México y Brasil, seguidos por países de ingreso alto (Argentina, Chile y Uruguay).

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los países que presentan menores índices de motorización son también aquellos que muestran un crecimiento más explosivo del parque automotor (explicado, a su vez, por un mayor crecimiento económico y demográfico). Si se observa en conjunto, aparece una relación visible para la región, mostrando que los países con baja tasa de motorización, como Bolivia o Perú, son aquellos que han tendido a mostrar tasas de crecimiento en el parque vehicular más altas.

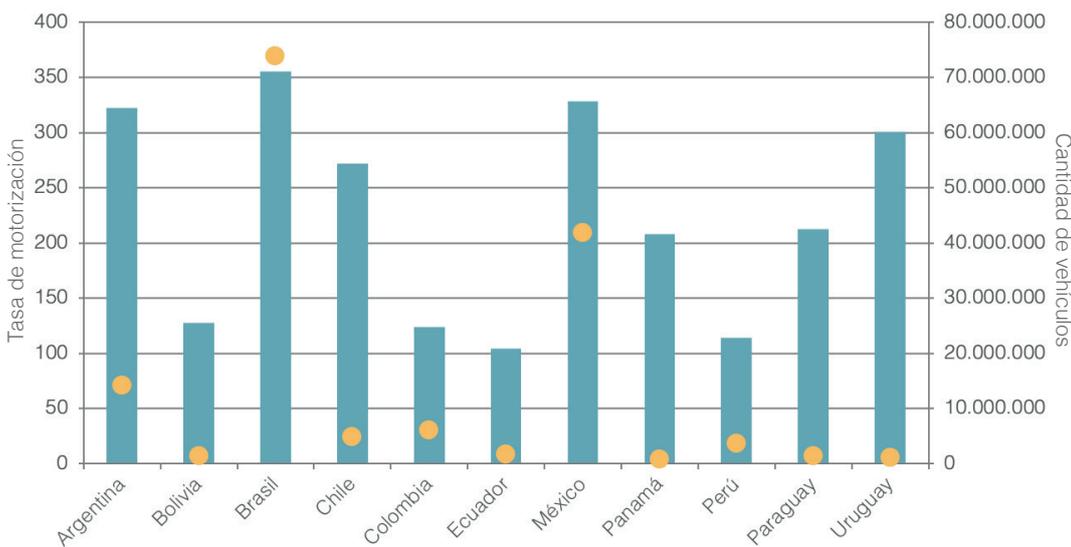


Gráfico 33
Indicadores de parque vehicular y tasa de motorización

■ Tasa de motorización
● Cantidad de vehículos

Fuente:
Elaboración propia

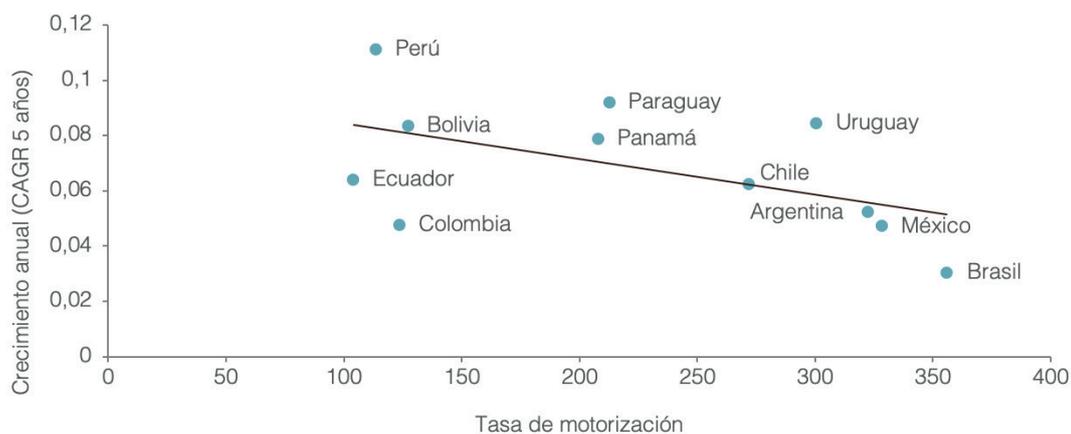


Gráfico 34
Relación entre tasa de motorización actual y crecimiento anual del parque

Fuente:
Elaboración propia

El indicador de tasa de motorización es muy utilizado en estudios de tránsito por su facilidad de cálculo (dado que los países llevan registros sobre el parque vehicular) y porque al ser el indicador de la cantidad de vehículos por habitante es de fácil comprensión. Sin embargo, el dato no es suficiente para caracterizar el tráfico dado que no informa sobre el recorrido medio de los vehículos ni desagrega el dato por tramos.

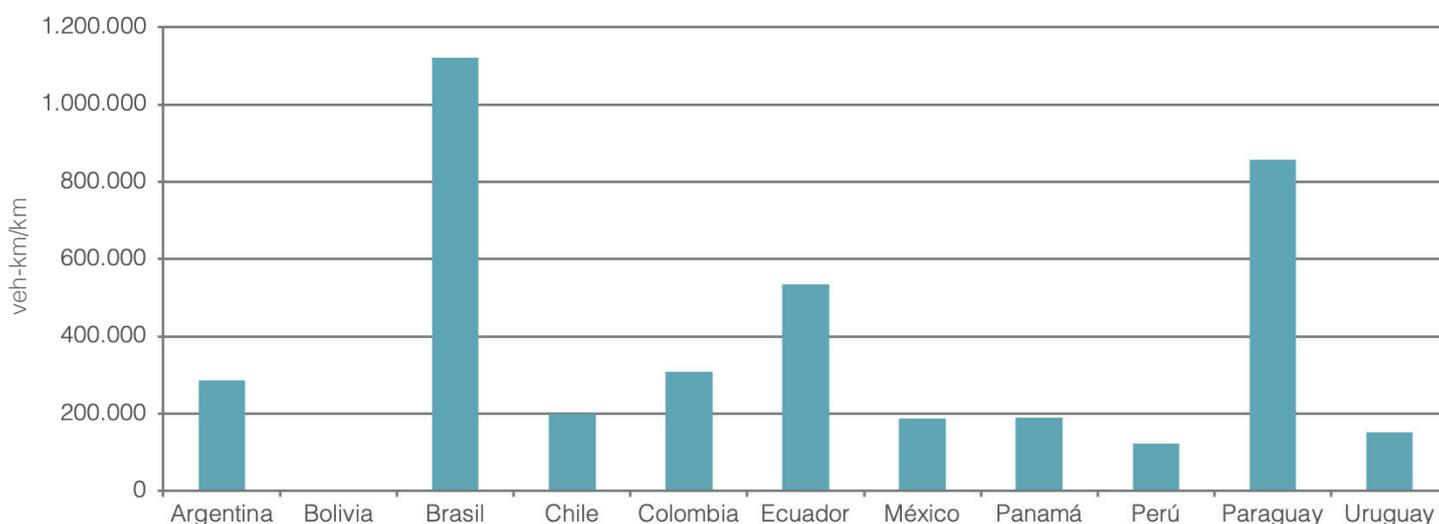
3.2.3. MEDICIÓN VEHÍCULOS-KILÓMETROS

La estadística de vehículos-kilómetros (veh-km) representa la distancia total recorrida por los vehículos del país. Esta información da idea de cuán intensivo es el uso de la infraestructura por parte de la población, ya sea en vehículos de carga o en automóviles. Se puede esperar que las distancias medias sean más largas en países de mayor superficie o con redes viales más extensas.

Dicho esto, el dato de veh-km es difícil de estimar con precisión e incluye un factor de tráfico urbano considerable que, en el contexto del estudio, no debería tenerse en cuenta, pero el dato no suele ofrecer esta distinción. Para intentar reportar un dato de mayor utilidad, se utilizaron datos de vehículos-kilómetro de vehículos pesados y camiones totales comparados con la red vial principal y secundaria de cada país (veh-km/km), como forma de encontrar un indicador indirecto para estimar el uso de la red por parte del transporte de cargas.

Los resultados muestran una alta utilización de las redes en Brasil, seguido por Paraguay y luego Ecuador. Esto podría ser indicativo de restricciones de capacidad latentes en esas redes. Sin embargo, el carácter agregado del dato y las dificultades para estimar la medida de vehículos-kilómetros desaconsejan recurrir a esta medición para obtener conclusiones sobre la ocupación de la infraestructura.

Gráfico 35
Uso de la red viaria en la región
(veh-km/km)
Fuente:
Elaboración propia



3.2.4. TRÁNSITO MEDIO DIARIO ANUAL

El tránsito medio diario anual (TMDA) es una medida vial consistente en la medición de la cantidad de vehículos medios diarios que circulan sobre un tramo definido. Estos conteos, por lo general, distinguen el tráfico según el tipo de vehículo (livianos, pesados, etc.). Dado que existe estacionalidad en el tránsito, deben utilizarse factores de expansión para obtener el comportamiento mensual.

Los datos de TMDA en la región son difíciles de acceder con precisión. Mientras que algunos gobiernos cuentan con las herramientas necesarias para presentar la información para toda su red principal de forma anual o semianual, proporcionando también la composición y los factores de expansión, como ocurre en Argentina, México y Uruguay, en otros casos, por ejemplo, en Bolivia o Paraguay, los datos se encuentran sólo en tramos o recabados de forma esporádica a través de estudios específicos que no permiten realizar comparaciones adecuadas. En el caso de Panamá, no se halló información de TMDA para la red. Asimismo, los datos de tránsito sobre redes secundarias y terciarias son de difícil obtención. Muchos países no disponen de conteos de tránsito.

El dato de TMDA permite identificar los corredores con mayor demanda de la red. En caso de estar disponible la composición, se puede, además, conocer aquellos corredores que concentran el viaje de carga alrededor del país.

Como es de esperar, los tramos con mayor demanda coinciden con los alrededores a los centros urbanos. Si bien esta información es útil para el diseño de alternativas y conexiones viales a nivel urbano, a nivel regional importa más identificar qué corredores tienen mayor demanda para así estudiar la posible saturación de los mismos.

País	Tramo	TMDA
Argentina	Buenos Aires-Zárate	57.000
	Buenos Aires-Rosario	23.000
	Buenos Aires-Mercedes	15.000
	Buenos Aires-Concepción	10.000
	Rosario-Córdoba	10.000
	Tucumán-Aguilares	10.000
	Salta-Jujuy	10.000
Brasil	São Paulo-Río de Janeiro	45.000
	São Paulo-Curitiba	22.000
	São Paulo-Belo Horizonte	18.000
Chile	Valparaíso-La Calera	13.000
	La Serena-El Molle	10.000
	Freire-Villarica	8.000

Cuadro 9
TMDA en corredores de la región
(valor máximo en el tramo)

Fuente:
Elaboración propia

País	Tramo	TMDA
Colombia	Bogotá-Girardot	20.000
	Cali-Santa Rosa	15.000
	Bogotá-Duitama	10.000
	Medellín-Santa Rosa	8.000
Ecuador	Quito-Riobamba	15.000
	Quito-San Miguel	15.000
	Guayaquil-El Triunfo	15.000
	Machala-Guayaquil	15.000
	Manta-Quevedo	10.000
	Quito-Ibarra	10.000
México	Ciudad de México-Querétaro	25.000
	Guadalajara-Irapuato	20.000
	Irapuato-Querétaro	18.000
	Ciudad de México-Zaragoza	18.000
Paraguay	Asunción-Itacurubí	20.000
	Ciudad del Este-Yguazú	20.000
Perú	Lima-San Vicente	10.000
	Lima-San Mateo	10.000
Uruguay	Montevideo-Piriápolis	15.000

3.2.5. MEDICIÓN PASAJEROS-KILÓMETRO

3.2.5.1. Sector carretero

Los registros de pasajeros-kilómetro a nivel carretero son difíciles de estimar con precisión a nivel regional, y los países no poseen series históricas de dichos datos.

A diferencia del modo ferroviario, los pasajeros por modo carretero provienen de una cantidad mucho mayor de empresas y fuentes, entre las que también se debe considerar el transporte en vehículos privados. Además, en muchos casos no se hace distinción entre viajes urbanos e interurbanos, aunque, en regiones de alta densidad, el tráfico urbano es muy relevante y no es posible realizar comparaciones de forma correcta.

3.2.5.2. Sector ferroviario

En el sector ferroviario, a diferencia de lo que ocurre en el sector carretero, las estimaciones de tráfico (tanto de carga como de pasajeros) requieren de la intervención de una menor cantidad de actores, puesto que, por lo general, la operación de las líneas ferroviarias se encuentra concentrada en un reducido grupo de operadores, algunos de ellos públicos.

País	Pasajeros transportados	Pasajeros-km	Distancia media	Principales tramos
Argentina	3.168.277	494.316.650	213	SOF S.E. (Tucumán) Servicios Bs As - Tucumán
Bolivia	290.000	88.000.000	404	Oruro-Villazón (F.C. Andina)
Brasil	1.214.400	422.800.000	348	Vitória-Minas
Chile	543.527	sd	sd	Santiago-Chillán (TERRASUR)
Colombia	0	0	-	
Ecuador	113.035	12.000.000	106	Alausí-Sibambe
México	208.457	60.800.000	292	Rutas Chihuahua-Los Mochis y Felipe Pescador-Torreón
Panamá	135.699	sd	sd	Panamá-Colón
Paraguay	1.508.718	4.526.154	3	Posadas-Encarnación
Perú	2.773.234	142.920.442	52	Cusco-Hidroeléctrica
Uruguay	0	0	-	-

Cuadro 10
Tráfico anual de transporte de pasajeros interurbanos por modo ferroviario

Fuente:
Elaboración propia

De los datos recabados se puede observar que no siempre la mayor extensión en el territorio y las redes ferroviarias condice con distancias medias más largas. Tal es el caso de Argentina, cuya distancia media es apenas de 200 km, lo que indica una gran cantidad de pasajeros concentrados en tramos cortos, mientras que Bolivia, con una red mucho más limitada, muestra una distancia media mayor.

En el caso de Paraguay, el tráfico ferroviario se concentra en el tren binacional Posadas-Encarnación, un tramo de 3 km que cruza la frontera Argentina-Paraguay y conecta ambos países.

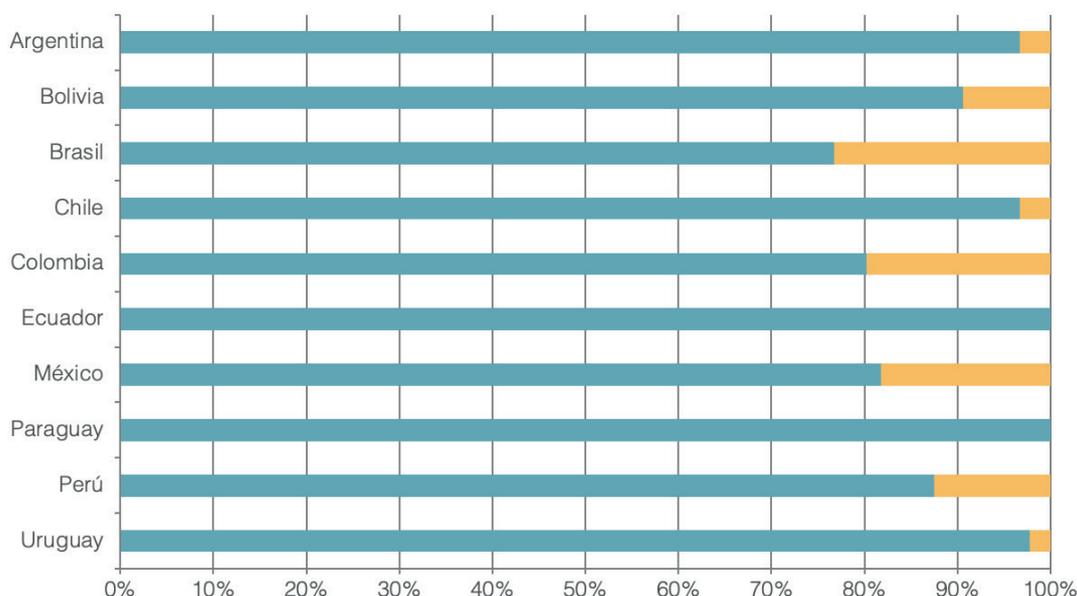
3.2.6. MEDICIÓN TONELADAS-KILÓMETRO

En promedio, el tráfico carretero de carga resulta predominante frente al ferroviario en la región, al concentrar el 85 % del movimiento total. Dicho esto, solo en Brasil, Colombia, México y, en menor medida, Perú, el tráfico de cargas ferroviario se aproxima al 20 %. En el resto de los países, dichos valores se encuentran por debajo del 10 %.

Gráfico 36
Repartición modal
del transporte de carga terrestre

■ Carga carretera
■ Carga ferroviaria

Fuente:
Elaboración propia



3.2.6.1. Sector carretero

El dato de toneladas-kilómetro en el sector carretero resulta difícil de estimar con precisión ya que se obtiene a partir de un universo de empresas privadas muy extenso. En algunos países, el resultado se obtuvo con la multiplicación de toneladas anuales y distancia media, lo que no resulta representativo de la realidad, pero da una idea de los órdenes de magnitud de los que se trata.

Para Panamá, resulta importante aclarar que el tráfico de cargas (ya sea terrestre o ferroviario) se encuentra fuertemente ligado al transporte paralelo al canal, complementando el transporte marítimo para aquellos casos en los que se transporte carga entre dos buques a ambos lados del continente.

País	Millones de toneladas anuales*	Millones de toneladas-km anuales**	Distancia media
Argentina	557	289.590	520
Bolivia	11	4.458	406
Brasil	1.666	1.152.306	692
Chile	805	275.968	343
Colombia	225	65.688	292
Ecuador	3	1.193	406
México	547	256.136	469
Panamá	8	833	104
Paraguay	39	8.120	207
Perú	72	29.393	406
Uruguay	30	18.741	625
Región	3.963	2.102.425	531

Cuadro 11
Tráfico anual de carga por carretera

Nota:

* Valores estimados en Ecuador a partir de distancias medias promedio. Estos datos carecen de confiabilidad y sólo se presentan para informar sobre los órdenes de magnitud. ** Valores estimados en Bolivia y Perú a partir de distancias medias promedio. Estos datos carecen de confiabilidad y sólo se presentan para informar sobre los órdenes de magnitud

Fuente:
Elaboración propia con base en diversas fuentes

3.2.6.2. Sector ferroviario

El tráfico ferroviario de cargas por país se encuentra concentrado en corredores de alta demanda de productos a granel, en los cuales el tren es competitivo frente al camión. Brasil es, con diferencia, el país con mayor cantidad de toneladas transportadas por tren, con una distancia media también superior. Es notable el transporte de mineral de hierro por la minera Vale, transportado en tren hacia el puerto de Vitória, con principal destino a China. Lo siguen México, Colombia, Chile y Argentina.

El ferrocarril de Panamá es un corredor paralelo al Canal. Allí predomina el transporte de contenedores como apoyo al transporte marítimo, transfiriendo carga entre buques a ambos extremos del canal.

País	Millones de toneladas anuales	Millones de toneladas-km anuales	Distancia media	Principales productos
Argentina	18,8	8.377,5	445	Cereales y productos alimenticios
Bolivia	2,7	1.153,1	491	Soya y derivados (red oriental), minerales (red andina)
Brasil	538,8	375.239,3	696	Mineral de hierro
Chile	26,2	3.790,4	145	Productos mineros, forestales y granos agrícolas (granel sólido)
Colombia	50,4	8.444,0	167	Carbón
México	126,9	86.332,0	694	Productos industriales
Panamá	3,9	403,0	104	Contenedores
Perú	10,3	1.388,9	135	Productos químicos, combustibles, minerales
Uruguay	0,5	84,2	175	Piedra cal

Cuadro 12
Tráfico anual de carga por ferrocarril

Fuente:
Elaboración propia

La carga anual por modo ferroviario en la región ha crecido en los últimos 15 años a una tasa promedio anual del 2,4 %, pero la variación obedece en realidad a la evolución de las cargas en los tres países donde la carga ferroviaria es más relevante dentro de la distribución modal: Brasil, Colombia y México. El resto de los países, exceptuando Perú, presentan un desempeño débil, incluyendo el descenso en los niveles de carga.

3.3. CAPACIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA

3.3.1. EXTENSIÓN LINEAL DE LAS REDES

Los países analizados suman 3,8 millones de kilómetros de carreteras y 85.000 kilómetros de ferrocarriles activos. Las redes pavimentadas totalizan 528.000 kilómetros. La mayor parte de la oferta de infraestructura en los países corresponde a las redes terciarias, que representan casi un 70 % del total. Las redes primarias, que presentan los mejores niveles de calidad y mantenimiento, son el 8 % del total, mientras que las redes de alta capacidad (de 4 o más carriles) suman apenas el 1 % del total regional.

Gráfico 37
Distribución de las redes según nivel

Fuente:
Elaboración propia

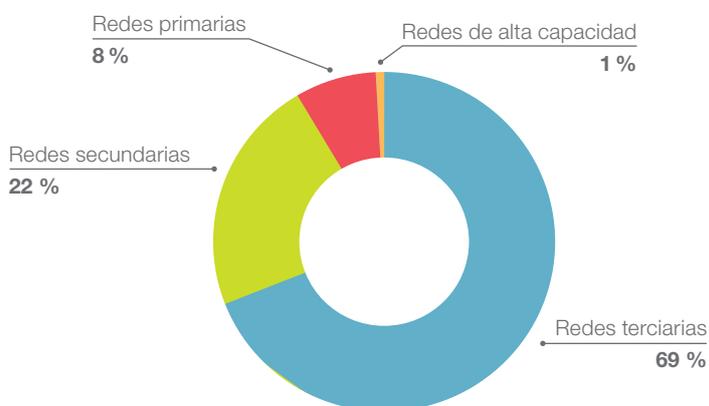
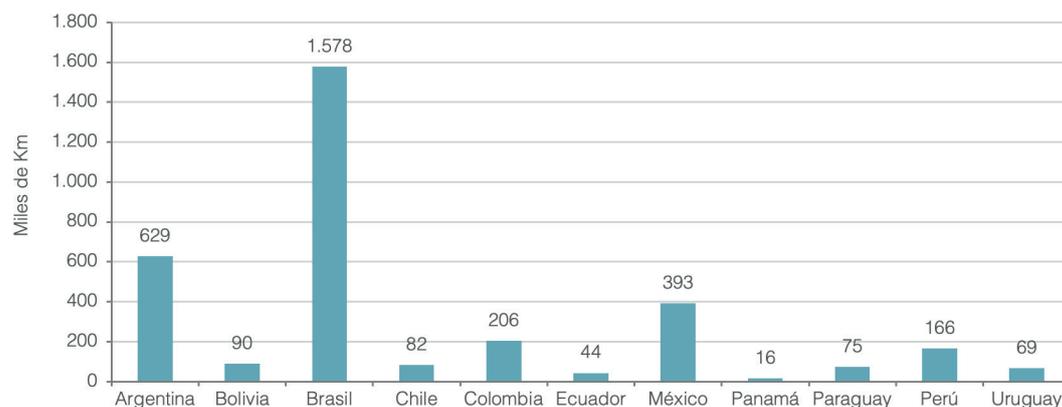


Gráfico 38
Extensión de la red de carreteras por país (km)

Fuente:
Elaboración propia



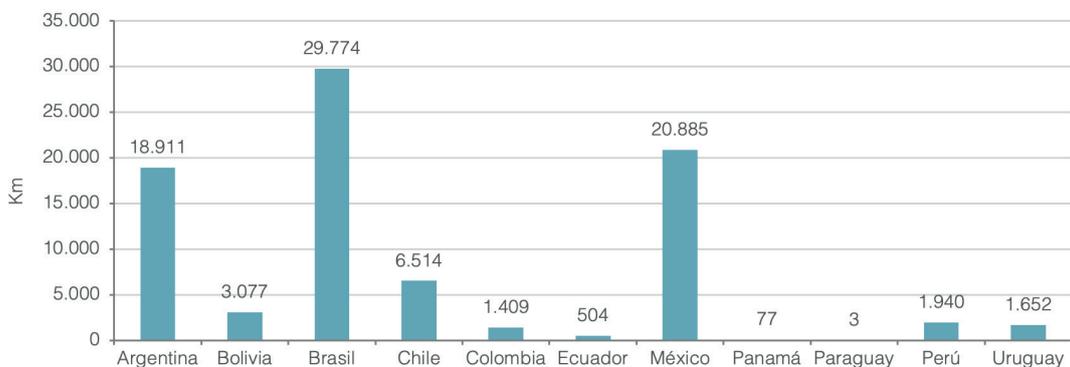


Gráfico 39
Extensión de la red de ferrocarriles por país (km)

Fuente:
Elaboración propia

Es habitual utilizar como medida de oferta de infraestructura la relación entre la extensión de las redes y la superficie territorial del país. Este indicador tiene algunas limitaciones, ya que, por un lado, tiende a sesgar los resultados en favor de países pequeños y, por otro lado, penaliza excesivamente a aquellos países que cuentan con territorios no habitados (como selvas o reservas naturales). En promedio, la región tiene 188 km de carreteras por cada mil km², y 36,4 km pavimentados por cada mil km². Los países que muestran mejores resultados en esta dimensión son Uruguay, Panamá, México y Argentina. En materia de redes pavimentadas, se destacan México, Ecuador y Panamá (siendo los dos últimos países pequeños).

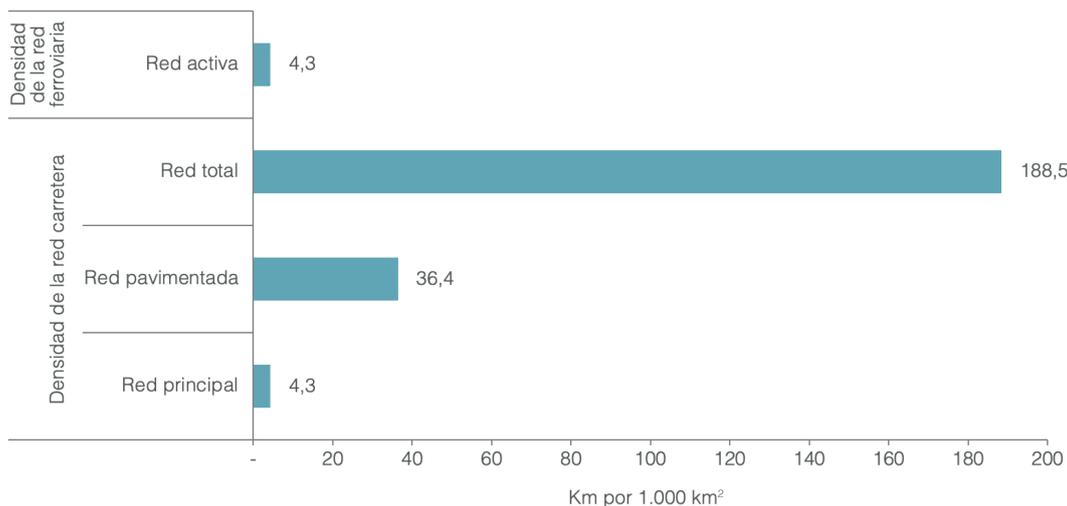


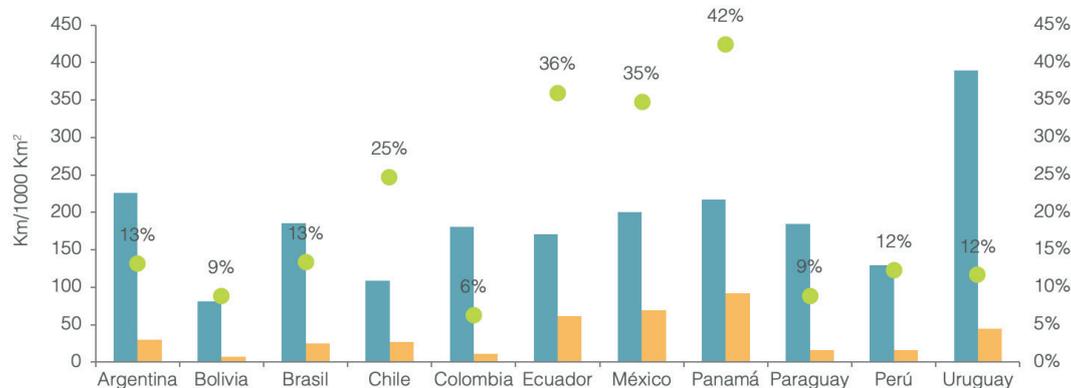
Gráfico 40
Densidad de las redes de transporte terrestre

Fuente:
Elaboración propia

Gráfico 41
Densidad territorial
de las redes carreteras por país

■ Densidad de la red total (Km/1.000 Km²)
■ Densidad de la red pavimentada (Km/1.000 Km²)
● % de la red total que está pavimentada

Fuente:
Elaboración propia



3.3.2. CAPACIDAD EXPRESADA EN CARRIL-KILÓMETRO

Una forma más precisa de describir la capacidad de la infraestructura es a través de los carriles-kilómetro. En este caso, la información disponible limita los datos a las redes primarias. No obstante, esto permite caracterizar una parte relevante de la infraestructura vial de los países. El cuadro 13 muestra los resultados para la región. Las redes principales de los países suman 263.655 km entre vías pavimentadas y no pavimentadas. La oferta es de 513.124 carriles-km, de los cuales un 85 % se encuentra pavimentado. Un 11 % de los carriles corresponden a vías de alta capacidad, mientras que un 71 % son vías de dos carriles y el 15 % restante son tramos sin pavimentar.

Cuadro 13
Oferta de infraestructura carretera
por país y para la región (carriles-km)

Fuente:
Elaboración propia

País	Pavimentado (km totales)					No pavimentado (km totales)	Total (km)	Carril-km
	2 Carriles	4 Carriles	6 Carriles	8 Carriles	10 Carriles	2 Carriles		
Argentina	31.270	2.778	162	48	24	5.109	39.938	96.134
Bolivia	8.464	340	-	-	-	7.539	16.343	31.630
Brasil	54.241	12.357	-	-	-	10.729	76.259	119.437
Chile	6.145	2.850	142	-	-	2.361	11.489	29.263
Colombia	14.425	556	61	4	-	3.762	19.079	32.074
Ecuador	7.992	1.007	156	4	-	632	9.791	20.509
México	38.174	7.167	152	5	-	-	50.499	85.532
Panamá	1.349	817	32	-	-	320	2.517	6.795
Paraguay	3.214	-	-	-	-	402	3.616	9.454
Perú	16.530	1.300	148	-	-	8.705	26.683	62.572
Uruguay	7.051	357	57	-	-	1.112	8.776	19.724
Total	188.855	29.529	910	61	24	40.671	264.990	513.124
% de la red	71,30 %	11,10 %	0,30 %	0,00 %	0,00 %	15,30 %		

3.4. RATIOS DEMANDA-CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO

Si se compara la capacidad de la infraestructura con la demanda existente, se pueden obtener algunos indicadores relativos a la relación demanda-capacidad (veh-km/km, vehículos/km de red, entre otros). Sin embargo, estos son datos agregados que no brindan demasiada información sobre las regiones críticas en cada uno de los países, dato necesario para la planificación y priorización de las inversiones.

Para medir la relación entre la oferta y la demanda existente sobre la infraestructura utilizamos diferentes aproximaciones para los sectores de carreteras y ferrocarriles. En el primer caso, se recurre a la relación entre volumen y capacidad para los tramos de las redes, como aproximación a los niveles de servicio, y a las velocidades de operación entre puntos nodales. Para ferrocarriles, desarrollamos un análisis basado en la relación volumen-capacidad y caracterizamos las redes según los niveles de servicio.

3.4.1. SECTOR CARRETERO

3.4.1.1. Relación volumen-capacidad

La relación volumen-capacidad (v/c) se adopta siguiendo las definiciones del Manual de Capacidad de Carreteras (HCM), versión 2016. Para ello, se calcula un ratio del volumen sobre la capacidad real de la infraestructura como indicador del nivel de servicio de la carretera, primero para la situación actual y luego para los escenarios temporales definidos, según las tasas de crecimiento determinadas en las previsiones de tráfico futuras⁶.

Para el análisis, se definieron los criterios descritos en el cuadro 14.

Relación v/c	Categoría	Descripción
0,20	Debajo de la capacidad	La capacidad de la red excede ampliamente el tráfico actual. Corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos; la velocidad depende del deseo de los conductores, dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera. No son necesarias inversiones en el corto y mediano plazo para ampliar la capacidad.
0,40	Baja capacidad	El flujo es estable. Los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación. No son necesarias inversiones en el corto plazo para ampliar la capacidad, aunque podrían serlo en el mediano plazo.
0,60	Cerca de la capacidad	El nivel de ocupación permite una utilización intensiva. El flujo es estable. Los conductores perciben restricciones en el manejo, pero la velocidad de operación es satisfactoria. Podrían ser necesarias inversiones en el mediano plazo.
0,80	En la capacidad	El flujo es inestable y pueden ocurrir interrupciones de corta duración. Podrían ser necesarias inversiones en el corto plazo.
Más de 1	Por encima de la capacidad	El grado de congestión es elevado y el flujo vehicular se interrumpe muy frecuentemente. Se requieren inversiones prioritarias.

Cuadro 14
Niveles de capacidad de la red carretera

Fuente:
Elaboración propia

⁶ Ver anexo 2 para el detalle.

Una ventaja de este método es que permite obtener una estimación sobre la calidad del flujo de manera simple y con poca información. No obstante, el indicador no toma en cuenta otros factores que afectan la operación, como la topografía o las características del diseño, y asume valores homogéneos para los tipos de carretera. En este sentido, se trata de una aproximación agregada al concepto de nivel de servicio.

Las figuras 6 y 7 exhiben los resultados de la medición de la relación volumen-capacidad para la región. El detalle por país se refleja en cada uno de los documentos realizados para Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay.





Figura 7
Tramos de mayor saturación en carreteras de la región, 2018

- Sin datos
- 60%
- 80%
- 100%
- Población

Fuente:
Elaboración propia

Si se analiza la relación volumen-capacidad, se observan grados elevados de saturación de las redes carreteras en Chile, Perú, Ecuador y Colombia. En Argentina, la saturación se concentra en la zona centro, con el resto del país con bajo grado de ocupación. En Paraguay, la congestión aparece en los accesos a Asunción, al igual que en Uruguay, con Montevideo. En Brasil, la información es limitada, pero los resultados tienden a evidenciar un uso muy elevado de la infraestructura con congestión relevante. En México, la ocupación es elevada y la saturación importante en la conexión entre varias ciudades (Ciudad de México, Puebla, Guadalajara, Guajanao, Oaxaca y Monterrey), así como en el acceso a los tramos urbanos.

3.4.1.2. Aproximación por velocidades de operación en carreteras

Una metodología complementaria a la anterior para carreteras consiste en medir las velocidades de operación entre puntos de interés. Estos puntos se seleccionaron cuidadosamente para cada país, marcando las entradas a ciudades, puertos y centros logísticos de importancia⁷.

⁷ Ver anexo 2.

Las figuras 8 y 9 describen los resultados del análisis por velocidades de operación. Una ventaja de este criterio es que, al partir de la información de tránsito real, registra todos los factores que pueden estar afectando la velocidad de operación, incluyendo el tráfico, el diseño, la ondulación, el tipo de pavimento, etc. Una desventaja es que la cantidad de puntos de interés es limitada y, por otro lado, no puede observarse la información desagregada por sección o tramo.

Al comparar ambos métodos, surgen algunas conclusiones de interés. En principio, se completa la información de capacidad-demanda en países como Bolivia, Brasil y Paraguay. Los resultados son similares a los obtenidos en el análisis del ratio volumen-capacidad en Colombia, Perú y Ecuador, mientras que en Bolivia queda patente la baja velocidad de circulación que evidencia la escasa capacidad de la infraestructura. En México, las velocidades de operación son adecuadas en la mayoría de las conexiones, al igual que en Argentina. En Panamá, se evidencia la conexión limitada con Bocas del Toro. En Paraguay, se observa la congestión entre Asunción-Ciudad del Este, mientras que, en Uruguay, la conexión Montevideo-Maldonado presenta altos grados de ocupación.

Figura 8
Velocidades de operación
entre nodos de transporte

- 26-50
- 50-62
- 62-72
- 72-83
- 83-104
- Población

Fuente:
 Elaboración propia





Figura 9
Velocidades en los tramos de mayor congestión vial

- 26-50
- 50-62
- Población

Fuente:
Elaboración propia

3.4.2. SECTOR FERROVIARIO

Realizando un ejercicio similar al que se hizo en el modo carretero, se pueden estimar los niveles de servicio de las redes ferroviarias de los 11 países analizados. Dichos niveles de servicio se establecen con base en los resultados de los ratios demanda-capacidad calculados para cada red⁹. La relación demanda-capacidad es una medida de la utilización de las redes y sus niveles de congestión. Además, es un indicador que mide de forma directa el grado de optimización que existe en el uso de la infraestructura ferroviaria y permite estimar hasta qué nivel puede incrementarse la demanda sin generar un colapso del sistema ferroviario.

Tomando como base una metodología desarrollada por Cambridge Systematics, se definen seis niveles de servicio, identificados con las letras de la A a la F, siendo el nivel de servicio A el que representa las mejores condiciones de servicio y el nivel de servicio F, las peores. Las características de cada uno de los niveles de servicio se presentan en el cuadro 15.

⁹ Se presenta en anexo.

Cuadro 15
Niveles de servicio
ferroviarios según la relación
demanda-capacidad

Fuente:
Elaboración propia con base
en Cambridge Systematics

Nivel de servicio	Denominación	Descripción	Ratio D/C
A	Debajo de la capacidad	Bajo a moderado flujo de trenes con capacidad para realizar tareas de mantenimiento y recuperarse de incidentes	0 a 0,2
B			0,2 a 0,4
C			0,4 a 0,7
D	Cerca de la capacidad	Alto tránsito de trenes con moderada capacidad para realizar tareas de mantenimiento y recuperarse de incidentes	0,7 a 0,8
E	En la capacidad	Muy alto flujo de trenes. Capacidad muy limitada para operaciones de mantenimiento y ante incidentes.	0,8 a 1
F	Por encima de la capacidad	Flujos inestables. Condiciones de falla del servicio.	>1,0

A continuación se presentan los resultados de la estimación de la relación volumen-capacidad para las principales redes ferroviarias de carga de la región.

Cuadro 16
Estimación volumen-capacidad
por red ferroviaria

Fuente:
Elaboración propia

País	Red	Ratio V/C	NS
Argentina	Belgrano	0,39	B
Argentina	San Martín	0,55	C
Argentina	Urquiza	0,03	A
Argentina	NCA	0,59	C
Argentina	FEPSA	0,50	C
Argentina	Ferrosur Roca	0,44	C
Bolivia	Andina	0,21	B
Bolivia	Oriental	0,30	B
Brasil	Rumo ALL Malha Sul	0,72	D
Brasil	Rumo ALL Malha Oeste	0,29	B
Brasil	Rumo ALL Malha Norte	0,57	C
Brasil	Rumo ALL Malha Paulista	0,26	B
Brasil	EF Vitória Minas	0,81	E
Brasil	EF Carajas	0,54	C
Brasil	Ferrovía Centro-Atlántica	0,94	E
Brasil	EF Parana Oeste	0,09	A
Brasil	Ferrovía Transnordestina Logística	0,21	B
Brasil	Ferrovía Teresa Cristina	0,51	C
Brasil	MRS Logística	0,97	E
Brasil	Ferrovía Norte-Sul	0,21	B
Chile	Transap	0,59	C
Chile	FEPASA	0,85	E
Chile	Ferromor	0,61	C
Chile	Ferrocarril Antofagasta-Ollagüe	0,74	D

País	Red	Ratio V/C	NS
Colombia	FENOCO	0,89	E
Colombia	Cerrejón Norte	0,82	E
México	Ferromex	0,88	E
México	KCSM	0,82	E
México	Coahuila-Durango	0,15	A
México	Ferrosur	0,43	C
Panamá	Panamá Railway	0,49	C
Perú	Ferrocarril Central Andino	0,29	A
Perú	Ferrocarril del Sur	0,34	A
Perú	Ferrocarril Southern Peru Copper Corp	0,24	A
Uruguay	AFE	0,07	A



Figura 10
Nivel de servicio
de las redes ferroviarias



Fuente:
Elaboración propia

De acuerdo con lo dicho en el análisis sectorial, es válido afirmar que la mayoría de las redes ferroviarias de la región operan por debajo de su capacidad. La demanda transportada deja un remanente tal de capacidad que le permite fácilmente la realización de tareas de mantenimiento y recuperarse rápidamente ante la ocurrencia de accidentes o incidentes en la vía, tales como fallas de equipos, inconvenientes por condiciones climáticas y accidentes leves.

Por su parte, en países como Brasil y México, se observa la existencia de redes operando con un nivel de servicio E; estas redes movilizan altos flujos de trenes y tienen altas limitaciones para ejecutar tareas de mantenimiento de la vía, así como para recuperarse ante la ocurrencia de incidentes sin generar sustanciales demoras en el servicio.

3.5. PREVISIONES DE TRÁFICO PARA EL AÑO 2040

La expectativa es que la demanda de transporte crezca significativamente en los próximos años, en particular en los países en desarrollo. La población, el PBI y el comercio internacional han sido las variables correlacionadas históricamente con el transporte global, y continuarán determinando la demanda de movilidad.

Estas variables proyectan una tendencia de crecimiento hacia el año 2040. El PBI en el mundo crecerá a una tasa promedio del 2,9 % (ITF, 2019). Los factores que pueden contribuir a una menor expansión económica se relacionan con la inestabilidad geopolítica, el proteccionismo y sus efectos sobre el clima de negocios, además de la subida de precios en bienes esenciales, como la energía y los combustibles.

La liberalización del comercio está siguiendo una tendencia decreciente, principalmente dado por riesgos de proteccionismo global y guerras comerciales (OMC, 2018). La demanda de viajes para pasajeros y cargas aumentará de manera importante. El Foro Internacional de Transporte (ITF, por sus siglas en inglés), por ejemplo, estima que la demanda de transporte se triplicará para el año 2050. En nuestros modelos de estimación, obtenemos que la región en promedio, bajo un escenario base, duplicará su demanda para el año 2040⁹.

Sin embargo, el futuro de la movilidad vendrá dado tanto por cambios en las tecnologías de transporte disponibles como por modificaciones profundas en la economía y el empleo, introduciendo un grado de incertidumbre significativo sobre el futuro. Dentro de los primeros, pueden destacarse los vehículos autónomos (VCA) y el mayor uso del transporte aéreo de pasajeros. Las previsiones hoy, a este respecto, son de un incremento en los VKm recorridos por los VCA, aun cuando se podría registrar una caída del parque automotor (Mares et al., 2018). Además, se esperan algunos cambios disruptivos que impactarán sobre la demanda de viajes. Entre los más importantes, pueden citarse la expansión de las compañías aéreas de bajo coste, la aparición de servicios terrestres de ultra alta velocidad (Maglev, Hyperloop) y la generalización de servicios de alta velocidad ya existentes, la masificación del comercio electrónico (ya en vigor) y de la impresión 3D.

⁹ Ver anexo 3.

Actualmente, existen grandes discrepancias entre expertos en cuanto a la dirección y la magnitud de los impactos. En conjunto, por tanto, podría esperarse que los impulsores tradicionales de la demanda de transporte deban ser complementados con el análisis de los factores disruptivos a medida que se generalice su adopción.

3.5.1. PREVISIONES DEL TRÁNSITO POR CARRETERAS

Las previsiones de tránsito se realizan tomando en cuenta los escenarios tendenciales de crecimiento para la población y el PBI a valores constantes. Para ello, se estimó un modelo econométrico¹⁰ que arroja resultados para mediano y largo plazo.

	Base	Pesimista	Optimista
Argentina	3,51 %	2,59 %	4,43 %
Bolivia	5,72 %	5,04 %	6,39 %
Brasil	2,63 %	1,98 %	3,28 %
Chile	2,89 %	2,24 %	3,55 %
Colombia	3,15 %	2,47 %	3,84 %
Ecuador	4,10 %	3,42 %	4,78 %
México	3,85 %	3,35 %	4,83 %
Panamá	6,10 %	5,60 %	7,17 %
Paraguay	5,57 %	4,74 %	6,40 %
Perú	4,61 %	3,99 %	5,23 %
Uruguay	2,35 %	1,70 %	3,01 %
Promedio Regional	4,04 %	3,37 %	4,81 %

Cuadro 17
Tasas de crecimiento anuales promedio del tránsito por carretera hasta 2040

Fuente:
Elaboración propia

	2030	2040
Argentina	48 %	106 %
Bolivia	85 %	221 %
Brasil	41 %	73 %
Chile	43 %	82 %
Colombia	52 %	92 %
Ecuador	59 %	132 %
México	56 %	120 %
Panamá	98 %	247 %
Paraguay	84 %	212 %
Perú	72 %	158 %
Uruguay	30 %	63 %
Región	48 %	96 %

Cuadro 18
Tasas de crecimiento acumuladas del tránsito por carretera hasta 2030 y 2040

Fuente:
Elaboración propia

¹⁰ Ver anexo 3.

3.5.2. PROYECCIÓN DEL NIVEL DE SERVICIO PARA 2040

Las previsiones sobre el nivel de servicio (tomando como referencia la relación volumen-capacidad) se realizan considerando el deterioro de la calidad de la circulación si no se amplía la capacidad de la infraestructura y el crecimiento, al mismo tiempo, de la tasa prevista de tránsito por carreteras. Las figuras 11 y 12 permiten evidenciar los puntos de mayor criticidad para la región y para cada uno de los países.





Figura 12
Relación volumen-capacidad
prevista para 2040



Fuente:
Elaboración propia

3.5.3. PREVISIONES DEL TRÁNSITO POR FERROCARRIL

A diferencia del modo carretero, no existe una metodología simple para realizar la previsión del tránsito por ferrocarril, dado que la demanda depende de elementos inherentes a cada modelo ferroviario y no está condicionada por variables fácilmente estimables, como el parque automotor o el crecimiento poblacional. Cabe mencionar, además, que la proyección del tráfico ferroviario no depende solo del crecimiento económico de los países y el desarrollo de proyectos del sector ferroviario, sino que responde a la gestión del modo, a su vinculación con otros sectores económicos y a decisiones políticas.

De acuerdo con los estudios realizados por la consultora alemana SCI Verkehr, en los cuales se presentan análisis y previsiones del mercado ferroviario a nivel mundial y de forma especial para América Latina y el Caribe, la demanda de tráfico ferroviario en esta región ha alcanzado su punto máximo después de un periodo de crecimiento sostenido y presenta un declive desde el año 2014, que se espera continúe.

Esta previsión negativa del tráfico ferroviario de carga en la región se explica por la desaceleración del crecimiento económico y los bajos niveles de inversión en el modo, proyectando una reducción del 0,6 % anual hasta el 2020. Sin embargo, cabe recordar que, en la actualidad, existen diversos proyectos ferroviarios, que pueden representar un cambio considerable en este panorama. De todas formas, no se observa como tendencia el desarrollo de corredores ferroviarios de comercio. Por otro lado, muchos proyectos en ferrocarriles de la región se justifican a partir de una reducción en los costos operativos, más que en una ocupación creciente por aumento de la demanda.

Dentro del grupo de productos que son objeto de transporte ferroviario de cargas en la región (carbón, productos agrícolas y hierro), sería de esperar que, si se establecen conexiones eficientes con puertos de salida y se mejoran las condiciones de operación, la demanda del transporte ferroviario aumente a partir del crecimiento del volumen y de las exportaciones. Sin embargo, la concreción de esta posibilidad dependerá del nivel de eficiencia del transporte ferroviario de cargas frente a la competencia intensa del camión.

4

**BRECHA DE
INFRAESTRUCTURA**



CAPÍTULO 4

BRECHA DE INFRAESTRUCTURA

4.1. INTRODUCCIÓN

La región enfrenta importantes desafíos, teniendo en cuenta que la infraestructura disponible es claramente insuficiente para las necesidades y perspectivas. Si bien este consenso es reconocido entre los especialistas, es importante además dimensionar la magnitud del esfuerzo en recursos que serán necesarios a mediano y largo plazo.

Para este propósito, se ha venido desarrollando el enfoque de brecha de infraestructura. Esta mide las necesidades de inversión, bien con respecto a objetivos internos del país o bien para alcanzar determinados estándares. En el primer caso, se habla de brecha vertical, mientras que, en el segundo, se refiere a la brecha horizontal.

Han existido diversas estimaciones para la medición de las brechas de infraestructura, tanto a nivel mundial como regional e inclusive en varios ejercicios realizados en países de América Latina (McKinsey Global & Company, 2016; Global Infrastructure Hub, 2018; Sánchez y Perrotti, 2011). Las técnicas de cuantificación son también diversas, dividiéndose entre quienes siguen el método de inventario permanente (PIM, por sus siglas en inglés) y quienes optan por la estimación de las brechas a costos de reposición.

Para poder cuantificar el inventario de carreteras y vías, se han tenido en cuenta dos posibles metodologías de aproximación: el enfoque PIM y la valorización a costo de reposición. Si bien existen matices, ambos son muy similares en su lógica.

El método PIM consiste básicamente en valuar el stock de capital sumando las inversiones realizadas y deduciendo la correspondiente depreciación (OCDE, 2014). Una ventaja de este método es que las valuaciones se relacionan con montos de inversión, lo cual indirectamente afecta la calidad de la infraestructura. No obstante, esto no deja de depender de algunos supuestos clave. Además, se requieren series de inversión suficientemente largas como para obtener el valor actual de los flujos de inversión. Si los datos son muy recientes o imprecisos, el método pierde utilidad.

El método de costo de reposición sigue un camino ligeramente distinto. La valoración a costo de reposición consiste en cuantificar y, posteriormente, clasificar la red existente (según su estado y características técnicas), y asignar un valor monetario a la infraestructura a partir de los costos de construcción, obteniendo un valor representativo de la infraestructura existente. Esta metodología se desarrolla para el ingreso, la validación y la determinación del valor del patrimonio. Un estudio del Departamento de Gestión Vial del Gobierno de Chile (Dirección de Vialidad de Chile, 2016) implementa el proceso de cálculo mediante el programa computacional denominado PATVIAL 2.0. El método permite obtener valores en contextos de restricción de información, dado que no requiere de series de tiempo y basta con recopilar datos de la red actual.

Asimismo, para medir la brecha de infraestructura puede construirse un modelo econométrico que relacione la oferta de infraestructura con variables socioeconómicas. El desarrollo teórico que sustenta el modelo econométrico se basa en Fay y Yepes (2003) y se aplica en la práctica actual (Oxford Economics, entre otros). Esta metodología resulta de utilidad para el propósito de este estudio ya que permite determinar la oferta de infraestructura terrestre

que se necesitará en el futuro de forma desagregada según modo y país, y basada en evidencia empírica. Un ejemplo de modelización habitual es el siguiente:

$$\text{stock de infraestructura per cápita} \\ = \text{constante} + \text{PIB per cápita} + \text{ratio urbanización} + \text{factor país}$$

Las modelizaciones de las brechas suponen también que existen series largas de stocks de infraestructura (expresadas en unidades físicas, como km por habitante, o monetarias). De no existir esta información, probablemente la estimación pierda poder explicativo.

Los resultados presentan cierta variabilidad, si bien existe un consenso en que las inversiones actuales son insuficientes para alcanzar estándares más elevados de infraestructura. El trabajo de Sánchez y Perrotti, por ejemplo, estima que las inversiones necesarias en un período de 20 años para alcanzar los estándares del Este Asiático en términos de redes pavimentadas y vías férreas por habitante serían de 3,0 y de 0,2 % del PBI regional, respectivamente.

Si bien no se avanzará en detalles técnicos, cabe aclarar que en esta oportunidad se ha seguido el criterio de medición de stocks y brechas a costos de reposición, teniendo en cuenta la limitada disponibilidad de series de inversiones para la región (algo que el método PIM requiere como condición excluyente). Con relación a la medición de brechas, se han utilizado algunos supuestos simplificadores con el fin de disminuir los requerimientos de información, dadas las limitaciones encontradas.

4.2. MARCO TEÓRICO

En un trabajo para la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (Schiessler y Bull, 1994), se propuso una metodología para la determinación y cuantificación del patrimonio vial, definiendo a este como el conjunto de caminos públicos existentes en el país, expresado en valores monetarios, el cual depende, a su vez, de las obras ejecutadas y del estado de conservación.

El enfoque fue utilizado para la determinación del patrimonio vial en Chile (Almonte, 1999; Dirección de Vialidad de Chile, 2016). En el caso chileno, se consiguió valorizar el patrimonio a partir del estado estructural y funcional de la red, utilizando para ello programas computacionales. Asimismo, el modelo permite diferenciar caminos, puentes, túneles y otros activos viales y a la vez asignar cinco estados posibles (muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo).

Además del estado inicial, cabe considerar el impacto en la infraestructura vial que tienen las políticas de conservación. Para esto, es necesario tomar en cuenta los montos destinados a este concepto sobre la red.

Se puede establecer un valor máximo para la red, correspondiente al patrimonio vial que resultaría de tener todos los tramos el mejor estado posible. También correspondería definir un valor mínimo admisible, estimando el valor a partir del peor estado permisible de la red. Con base en los datos sobre el estado de conservación, se determina la situación real del patrimonio y su diferencia con respecto al máximo valor.

De esta forma, el valor de un camino que no es nuevo se calcula partiendo del valor que tendría si fuera nuevo, menos el costo necesario para elevar el estado actual a un estado equivalente a nuevo.

Tratándose de un activo fijo, la infraestructura terrestre está sujeta a depreciación. La depreciación puede establecerse tomando en cuenta el estado de la red en el momento de la medición y la vida útil restante estimada. Por otro lado, la curva de depreciación establece el comportamiento que habrá de seguir la desvalorización prevista de la red (lineal, exponencial, etc.).

Con relación a los valores monetarios, el criterio exige definir algún tipo de costo de reposición para la infraestructura. Básicamente, se requiere información sobre los costos de los caminos y las vías férreas nuevas, para definir el valor máximo posible de la red bajo distintos criterios de diseño (tipo de carpeta, espesor, ancho de calzada, etc.). Por otro lado, es necesario establecer un valor para los trabajos de conservación y mantenimiento.

La caracterización del patrimonio vial es una tarea de vital importancia para la región, pero requiere de mayor disponibilidad de información estadística para efectuar estimaciones precisas. Debe tenerse en cuenta que en muchos países, lamentablemente, la información sobre el estado de las redes, la extensión de los caminos terciarios, el tránsito diario y los montos asignados al mantenimiento, entre otras, es muy limitada, lo cual impide efectuar cálculos en detalle.

Sin embargo, se puede abordar un criterio de mínima para la medición del patrimonio, que permita estimar de manera muy simplificada el patrimonio vial y ferroviario de cada país. El enfoque continúa la línea propuesta por trabajos de la CEPAL en cuanto a la cuantificación del stock y la medición de la brecha de infraestructura.

En esta propuesta, el valor del patrimonio se obtendrá a partir de considerar el máximo valor posible para la infraestructura (costo de camino nuevo) como valor de reposición. Lo que esto arroja es el máximo valor teórico para el patrimonio, el cual lógicamente difiere del valor actual dado que la red se presenta con diferentes niveles de desgaste y estado de circulación.

Asimismo, con relación a las características del diseño, se tomará un valor referencial del costo de reposición equivalente al costo promedio regional de construcción de caminos y vías férreas. Dado que no se cuenta con información relativa a características técnicas de diseño, la única posibilidad para avanzar con la valorización es suponer homogeneidad en las redes en todos los países (lo cual es, desde ya, una simplificación).

Finalmente, y a los efectos de la comparación internacional para medir la brecha de infraestructura, se considerará para la cuantificación del patrimonio exclusivamente la red pavimentada. Si bien las redes no pavimentadas no carecen de valor económico, lo cierto es que, en muchos países, la información es imprecisa y podría dar lugar a sesgos relevantes. Asimismo, parece tener sentido la medición del patrimonio vial con relación a redes pavimentadas, ya que son estas las que permiten una transitabilidad permanente, son menos vulnerables a los impactos climáticos y contribuyen decisivamente a la competitividad logística de un país.

El método que proponemos mide así un valor máximo referencial del patrimonio, suponiendo condiciones muy simplificadas y restringiéndose, en cuanto a las carreteras, a la red pavimentada. Se trata de un ejercicio útil de medición, que puede ser ajustado una vez que se cuente con información detallada sobre el diseño y estado de las redes.

4.2.1. DEFINICIONES

El **patrimonio de infraestructura terrestre** se define como el conjunto de redes públicas existentes en el país, expresado en términos monetarios. Esta estimación se limita al conjunto de las redes pavimentadas, considerando las redes nacionales y subnacionales.

La infraestructura se expresa en **valores de reposición**, siguiendo montos referenciales estimados por Sánchez y Perrotti (2011), quienes, tomando como referencia la región del Este Asiático en el año 2005, calcularon los costos para el cierre de la brecha horizontal hacia 2020 en un 3 % del PBI para las carreteras (expresada en km pavimentados/habitante) y del 0,1 % del PBI para las vías férreas (km de red/habitante). Los costos tienen en cuenta una topografía media e incluyen las erogaciones de los sistemas de control y señalización.

Los **gastos de mantenimiento** se calculan como un 2 % del valor del stock, considerado como el monto referencial para mantener el valor de la infraestructura en condiciones buenas. A este fin, se han seguido los porcentajes propuestos por Fay y Yepes (2003).

La **depreciación** representa la pérdida anual de valor de la infraestructura con relación a una vida útil definida. Para nuestras estimaciones, hemos utilizado un valor de 49 años de vida útil para las carreteras y de 54 años para los ferrocarriles.

4.2.2. BRECHA DE INFRAESTRUCTURA

La brecha de infraestructura es un concepto desarrollado por instituciones financieras internacionales y organizaciones de desarrollo multilaterales con el objetivo de cuantificar la inversión en infraestructura (stock de infraestructura) que es necesaria para satisfacer la demanda interior presente y futura de una determinada región de acuerdo a sus condiciones demográficas, sociales y económicas.

El problema surge a la hora de cuantificar el mencionado concepto de “necesidad”, por estar sujeto a la subjetividad de los objetivos políticos, económicos, sociales, culturales e incluso medioambientales. De esta forma, para ganar en objetividad en la definición de las necesidades de los países o regiones en materia de infraestructura, existen dos visiones metodológicas alternativas de la brecha:

- **Brecha vertical:** es la brecha que se define con respecto a factores internos del país o la región. Trata de estudiar cuál es la demanda de infraestructura o, dicho de otra forma, cuál es el stock de infraestructura necesario para seguir un cierto crecimiento económico y demográfico. Evidentemente, diversos escenarios de crecimiento darán lugar a diferentes magnitudes de inversión requerida. Esta visión de la brecha permite tener en

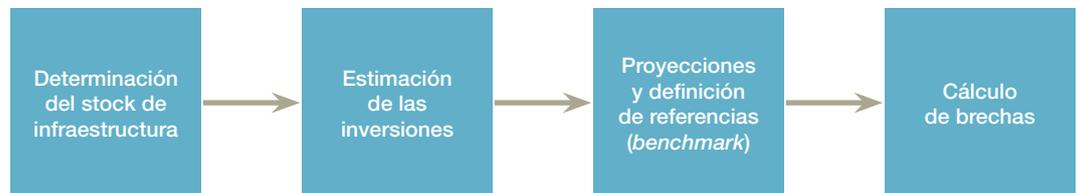
cuenta las características económicas y demográficas propias de cada país, pero tiene la limitación de que la brecha determinada estará estrictamente vinculada a la práctica habitual (también llamada *business as usual*).

- **Brecha horizontal:** es la brecha que surge con relación a algún objetivo determinado. Un objetivo podría ser que el stock de infraestructura en términos de dotación y calidad aumente de tal manera que converja con el de otros países de referencia. Dicha visión tiene la ventaja de definir la necesidad de una forma muy clara (alcanzar un objetivo o una referencia) y permitir ir más allá de la práctica habitual, pero presenta la limitación de que se determina la brecha independientemente de la estructura productiva del país. Eso es, dos países pueden requerir un stock de infraestructura de transporte diferente dependiendo de sus respectivas estructuras productivas.

Considerando que ambas visiones ofrecen aportaciones significativas, el presente estudio, teniendo en cuenta los datos disponibles, lleva a cabo el cálculo de la brecha de infraestructura utilizando las dos metodologías o aproximaciones.

Cabe destacar que existen antecedentes de estas características en la región. El más cercano a este estudio corresponde a la estimación, ya mencionada, de Sánchez y Perrotti (2011)¹¹.

Figura 13
Metodología para el cálculo de la brecha de infraestructura



4.3. MÉTODO PARA LA MEDICIÓN DE LA BRECHA

4.3.1. DETERMINACIÓN DEL STOCK DE INFRAESTRUCTURA

La caracterización del stock de infraestructura se obtiene a partir del inventario de infraestructuras de carreteras y ferrocarril. Los indicadores para definir el stock de los 11 países de América Latina se observan en el cuadro 19. Asimismo, si se aplican los valores anteriormente mencionados para computar los costos de reposición de carreteras y vías férreas, se obtienen los valores referenciados en el cuadro 20.

¹¹ Véase la introducción de este capítulo.

País	Km totales		Km por 1.000 habitantes	
	Carreteras pavimentadas	Vías férreas	Carreteras pavimentadas	Vías férreas
Argentina	82.898	18.911	1,90	0,4
Bolivia	7.895	3.077	0,70	0,3
Brasil	210.618	29.774	1,00	0,1
Chile	20.320	6.514	1,10	0,4
Colombia	12.979	1.409	0,30	0,0
Ecuador	15.754	504	1,00	0,0
México	136.530	20.885	1,10	0,2
Panamá	6.944	77	1,70	0,0
Paraguay	20.378	1.940	0,60	0,1
Perú	6.695	3	1,00	0,0004
Uruguay	7.977	1.652	2,30	0,5

Cuadro 19
Cantidad de carreteras pavimentadas y vías férreas (km totales y por habitante)

Fuente:
Elaboración propia con base en datos de fuentes nacionales

País	Totales		Per cápita	
	Carreteras pavimentadas	Vías férreas	Carreteras pavimentadas	Vías férreas
Argentina	132.637	34.040	3,00	0,8
Bolivia	12.632	5.539	1,20	0,5
Brasil	336.989	53.593	1,60	0,3
Chile	32.512	11.725	1,80	0,7
Colombia	20.766	2.536	0,40	0,1
Ecuador	25.206	907	1,50	0,1
México	218.448	37.593	1,70	0,3
Panamá	11.110	139	2,80	0,0
Paraguay	10.712	5	1,60	0,0
Perú	32.605	3.492	1,00	0,1
Uruguay	12.763	2.974	3,70	0,9
Promedio regional			1,90	0,3

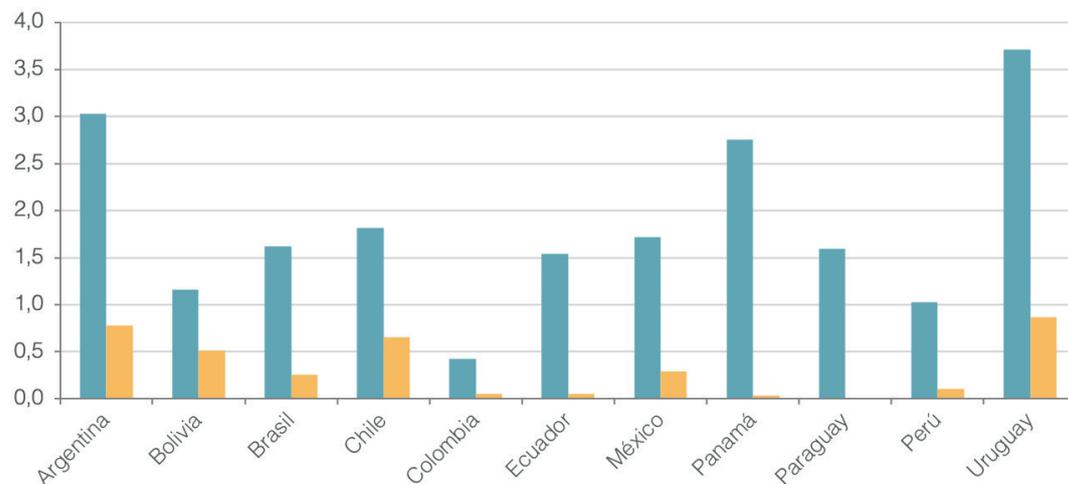
Cuadro 20
Stock de infraestructura total y per cápita (miles de USD)

Fuente:
Elaboración propia a partir de datos de fuentes nacionales

Gráfico 42
Stocks de infraestructura per cápita en los países estudiados (miles de USD per cápita)

■ Carreteras
■ Vías férreas

Fuente:
Elaboración propia



Si se observan los resultados básicos, puede fácilmente concluirse lo siguiente:

- La medición refleja razonablemente la dotación de infraestructura relativa en la región. Los resultados son consistentes con lo que recoge el análisis sectorial. Se observa la ventaja relativa de Argentina, Panamá y Uruguay con relación a los stocks globales.
- La técnica analiza la brecha desde el punto de vista de la densidad de las redes, pero no desde la productividad, el nivel de servicio y la operación. Así, el sistema ferroviario de Colombia, de pequeña extensión, pero con gran intensidad de uso, aparece desfavorecido en comparación con Argentina y Uruguay, cuyas redes son mayores en términos relativos, pero presentan grandes déficits en términos de participación modal. Esto implica que el análisis de brecha debe ser interpretado en conjunto con otros indicadores sectoriales específicos si se quiere un panorama completo de la situación de cada país.
- Al establecer un criterio de valor máximo, el estado real de las redes no se refleja en los stocks de infraestructura, por lo que aquellos países con estándares de mantenimiento más bajos no se ven desfavorecidos en la medición. Los datos disponibles no permiten realizar un ajuste sobre la información disponible, de manera que persisten deficiencias en la estimación que sólo pueden ser resueltas con más y mejores datos.

4.3.2. ESTIMACIÓN DE LAS INVERSIONES

En este punto se analizan las inversiones promedio realizadas por los países de América Latina en infraestructura terrestre con el objetivo de obtener una proyección futura en el caso de seguir una tendencia similar a la observada (o escenario *business as usual*).

Los porcentajes de inversión representan en este caso valores promedio de tendencia en función de las series recientes de inversión en cada país. La disponibilidad de series largas de inversión permitiría ajustar estos valores con mayor precisión. A falta de estos datos, los valores se presentan como la mejor estimación disponible.

En el capítulo 1 de este informe se han indicado las estimaciones para los 11 países del estudio (expresadas en porcentajes del PBI). Como fuera indicado, se estimaron inversiones promedio del 1,1 % del PBI para la región, con diferencias entre los distintos países. Las inversiones se expresan en porcentajes y en montos (en dólares corrientes) en el cuadro 21. A nivel regional, se estiman inversiones del orden de los USD 28.500 millones anuales en carreteras y de USD 6.300 millones en vías férreas.

País	En % del PBI		En millones de USD anuales	
	Carreteras	Vías férreas	Carreteras	Vías férreas
Argentina	0,50 %	0,07 %	2.592	362
Bolivia	2,40 %	0,15 %	967	60
Brasil	0,40 %	0,18 %	7.475	3.363
Chile	0,64 %	0,19 %	1.909	566
Colombia	1,42 %	0,03 %	4.689	99
Ecuador	1,12 %	0,07 %	1.214	75
México	0,46 %	0,07 %	5.630	856
Panamá	0,60 %	0,02 %	390	13
Paraguay	2,20 %	0,00 %	899	0
Perú	1,08 %	0,01 %	2.400	22
Uruguay	0,60 %	0,04 %	358	23
Regional	1,04 %	0,09 %	28.522	6.343

Cuadro 21
Inversiones en infraestructura terrestre (valores promedio de tendencia de los últimos 10 años)

Fuente:
Elaboración propia con base en estimaciones por país

4.3.3. PROYECCIONES

Las proyecciones demográficas representadas por las variables de población total y tasa de urbanización se toman directamente del estudio que realiza anualmente la Organización de Naciones Unidas (ONU) por país hasta el año 2050. Para el caso de la población total, se proyecta según un escenario medio.

El pronóstico del crecimiento del PIB de largo plazo se obtiene combinando los resultados de un modelo de estado-espacio que incorpora las fluctuaciones de los precios de las materias primas¹² con las proyecciones de corto plazo de CAF. La especificación utilizada replica un filtro de Hodrick-Prescott multivariante que incluye un índice de precios específico para cada país según su canasta de exportaciones. El análisis fue realizado por la Dirección de Estudios Macroeconómicos de CAF.

¹² Este modelo sigue la línea de trabajo desarrollada por Borio et al (2013) Rethinking potential output: Embedding information about the financial cycle, y continuada por Arberola et al. (2016) Output gaps and policy stabilisation in Latin America: the effect of commodity and capital flow cycles.

Cuadro 22
**Crecimiento anual promedio
del PBI y población hasta 2040**

Fuente:
Elaboración propia en base a UNFPP y
Dirección de Estudios Macroeconómicos
de CAF

País	PBI (base)	Población
Argentina	2.08 %	0.73 %
Bolivia	3.70 %	1.21 %
Brasil	2.14 %	0.41 %
Chile	2.20 %	0.50 %
Colombia	2.85 %	0.44 %
Ecuador	1.87 %	1.09 %
México	2.32 %	0.84 %
Panamá	4.33 %	1.17 %
Paraguay	4.30 %	0.92 %
Perú	3.27 %	0.88 %
Uruguay	2.35 %	0.23 %

4.3.4. PROYECCIÓN DE LA OFERTA Y LA DEMANDA DE INFRAESTRUCTURA

Las predicciones de inversión en infraestructura de transporte terrestre se generan en función de los distintos escenarios de crecimiento demográfico y económico, suponiendo que continúan destinándose los mismos recursos de inversión con relación al PBI. Para cada escenario definido anteriormente, se proyecta la inversión necesaria según el aumento del PBI del país y la situación demográfica.

En función de los escenarios de inversión, se calcula el nivel de oferta de la infraestructura terrestre de las regiones. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$Stock_i = Stock_{i-1} - Depreciación + Inversión$$

Esta fórmula indica simplemente que el stock de infraestructura en un período cualquiera corresponde al stock del período anterior, sumando la incorporación de nueva infraestructura por inversión y restando la depreciación.

Para la estimación de la demanda de infraestructura, algunas metodologías utilizan técnicas econométricas mediante modelos sofisticados¹³. La lógica detrás de los modelos es que existe una asociación positiva entre la cantidad de infraestructura física y el crecimiento de la producción, la población y los cambios estructurales (por ejemplo, el incremento en las tasas de urbanización). La suposición que se sigue en nuestra estimación es que la demanda requeriría que la relación entre la infraestructura y el PBI per cápita se mantenga constante¹⁴. La infraestructura debería así evolucionar para seguir la trayectoria esperada de la demanda de transporte producto del crecimiento conjunto de los ingresos y de la población.

¹³ Por ejemplo, Fay y Yepes, 2003.

¹⁴ En términos técnicos, esto supone que la elasticidad de la demanda de infraestructura con respecto al PBI per cápita es 1. Es decir que si el PBI per cápita aumentara un 1 %, la demanda de transporte crecería también un 1 %. Estos parámetros no distan significativamente de las estimaciones de demanda de transporte que normalmente se realizan en modelos estadísticos.

4.3.5 DEFINICIÓN DE PARÁMETRO DE REFERENCIA (*BENCHMARK*)

Para comparar los resultados regionales se toma como base el stock per cápita de infraestructura terrestre de las regiones clasificadas por nivel de ingresos. Para ello, se obtuvo información sobre la extensión de las redes por país, valorizándose las mismas con el monto referencial ya indicado. La estimación, por lo tanto, no refleja las diferencias en calidad que podrían existir en las redes de los diferentes países, ya que no se dispone de información suficiente. El objetivo es estimar un orden de magnitud de diferencias entre la región y otros grupos de países.

El cuadro 23 muestra los valores estimados de stocks por habitante para los países que componen el G20. El promedio es de USD 9.800 por habitante (9.200 carreteras + 600 vías férreas). La región, en tanto, muestra un promedio de USD 2.200 por habitante (1.900 carreteras + 300 vías férreas), es decir, un valor más de 4 veces inferior. Por su parte, el cuadro 24 muestra los valores estimados a partir de las distintas categorías de ingresos según la clasificación del Banco Mundial. Los valores promedio regionales se hallan en línea aproximadamente con los stocks por habitante de países de ingresos medio bajos, presentando una brecha del 83 % con relación a los países más desarrollados. El promedio mundial de stocks de infraestructura es de USD 6.450 por habitante (6.090 carreteras + 360 vías férreas), por lo que la región muestra un rezago del 65 %. A partir de esta información, se definen los siguientes puntos de comparación para la brecha horizontal y vertical:

- 1. Brecha horizontal/límite inferior:** Convergencia a los niveles de stock per cápita actuales promedio en el mundo para el año 2040.
- 2. Brecha horizontal/límite superior:** Convergencia a los niveles de stock per cápita actuales promedio de los países de altos ingresos para el año 2040.
- 3. Brecha vertical:** Se define como el mantenimiento de la relación stock de infraestructura-PBI per cápita.

Cuadro 23
Stock de carreteras pavimentadas y vías férreas para países del G20

Fuente:
 Elaborado con base en Naciones Unidas (2017), base de datos de CIA World Factbook, Banco Mundial y fuentes nacionales

País	Km totales		Km por 1.000 habitantes		Stock per cápita	
	Carreteras pavimentadas	Vías férreas	Carreteras pavimentadas	Vías férreas	Carreteras pavimentadas	Vías férreas
Alemania	645.000	33.488	7,8	0,4	12,5	0,7
Arabia Saudita	47.529	1.380	1,4	0,04	2,3	0,1
Argentina	82.898	18.911	1,9	0,4	3	0,8
Australia	356.343	36.064	14,5	1,5	23,2	2,6
Brasil	210.618	29.774	1	0,1	1,6	0,3
Canadá	415.600	48.150	11,3	1,3	18,1	2,4
China	3.450.000	67.278	2,5	0,05	4	0,1
Corea del Sur	83.199	4.192	1,6	0,1	2,6	0,1
Estados Unidos	4.300.000	150.966	13,2	0,5	21,2	0,8
Francia	1.028.446	29.913	15,3	0,4	24,5	0,8
India	3.689.558	69.182	2,7	0,1	4,4	0,1
Indonesia	283.102	4.684	1,1	0,02	1,7	0,03
Italia	487.700	16.787	8,1	0,3	12,9	0,5
Japón	973.234	16.976	7,7	0,1	12,3	0,2
México	136.530	20.885	1,1	0,2	1,7	0,3
Reino Unido	394.428	16.257	6	0,2	9,6	0,4
Rusia	927.721	85.545	6,4	0,6	10,3	1,1
Sudáfrica	62.995	20.953	1,1	0,4	1,8	0,7
Turquía	352.268	10.207	4,4	0,1	7	0,2
Promedio G20			5,7	0,4	9,2	0,6

Cuadro 24
Stocks per cápita promedio por categoría de ingresos (131 países)

Fuente:
 Elaboración propia con base en estimaciones por país

Región	Stock per cápita promedio		Total	Brecha
	Carreteras pavimentadas	Vías férreas		
Altos ingresos	12,14	0,75	12,89	-83 %
Ingresos medio altos	5,03	0,28	5,31	-59 %
Ingresos medio bajos	1,83	0,12	1,95	12 %
Bajos ingresos	0,42	0,01	0,42	417 %
Promedio mundial	6,09	0,36	6,45	-66 %
Promedio regional	1,85	0,33	2,18	

4.4. RESULTADOS

4.4.1. BRECHA VERTICAL

Como ya se mencionó, la brecha vertical mide las inversiones que serían necesarias para mantener constantes los stocks por habitante actuales, teniendo en cuenta el crecimiento de la población y de los ingresos. La idea detrás de la brecha vertical es que los stocks por habitante son una aproximación de la extensión y capacidad de la infraestructura y que los niveles de inversión que se calculan para el cierre de la brecha mantienen constante el nivel de servicio actual (es decir, miden el esfuerzo inversor en “estado estacionario”).

El esfuerzo inversor necesario para el cierre de la brecha vertical es de 1,41 % del PBI en inversiones (además de un 0,43 % del PBI en mantenimiento) para la región, un valor que resulta menor (concretamente la mitad) a las inversiones actuales. Este monto equivale a USD 45.000 millones anuales en la actualidad. Con las previsiones actuales de crecimiento del PBI, los recursos destinados serían suficientes para mantener constantes los stocks de infraestructura por habitante. Los bajos valores necesarios para mantener la infraestructura se explican porque los stocks actuales son claramente escasos, por lo que es poco costoso que la infraestructura se mantenga constante en términos del PBI per cápita.

4.4.2. BRECHA HORIZONTAL

Las inversiones anuales que serían necesarias hasta el año 2040 para el cierre de la brecha horizontal requieren esfuerzos importantes.

Con relación al límite inferior de la brecha (definido como la convergencia a los promedios mundiales actuales), las inversiones anuales de la región deberían ser en promedio del 2,63 % del PBI. Además, deberá destinarse un 0,69 % para el mantenimiento.

Por su parte, para el cierre del límite superior de la brecha, el esfuerzo inversor deberá ser del 5,66 % del PBI, destinando un 1,35 % adicional al mantenimiento. Estos niveles son hoy improbables considerando los recursos que se vienen destinando a la infraestructura.

Si se expresa en recursos financieros, mientras que las inversiones actuales son de USD 34.000 millones anuales, la región requiere que se destine un monto tres veces superior (100.000 millones anuales a los niveles de PBI actual) para converger hasta los promedios mundiales en 2040. Asimismo, para converger a los niveles per cápita de los países desarrollados, las inversiones deberían ser entre 6 y 7 veces superiores a las actuales (220.000 millones a los niveles de PBI actual).

Gráfico 43
Inversiones anuales necesarias para el cierre de la brecha de infraestructura para el año 2040

■ Inversión
■ Mantenimiento

Fuente:
Elaboración propia

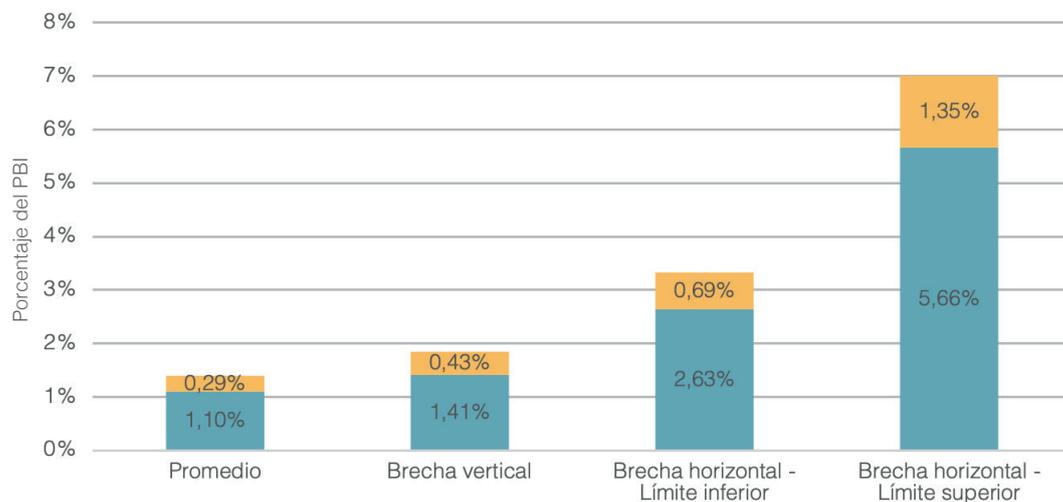
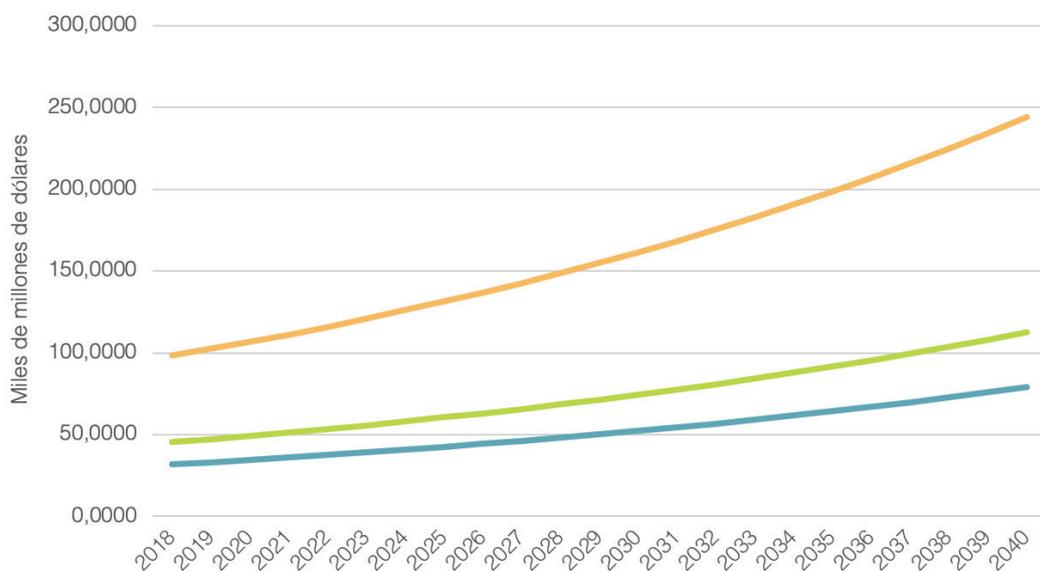


Gráfico 44
Inversión estimada y requerida hasta el año 2040

■ Inversión estimada
■ Inversión requerida (brecha horizontal, límite inferior)
■ Inversión requerida (brecha vertical)

Fuente:
Elaboración propia en base a estimaciones



El análisis puede aplicarse, además, a cada uno de los países para observar las inversiones que serían necesarias para el cierre de la brecha en cada caso (el gráfico 44 muestra esta simulación). Dichas inversiones dependen, lógicamente, del rezago actual con relación a las líneas de comparación y de las perspectivas de crecimiento del PIB y de la población.

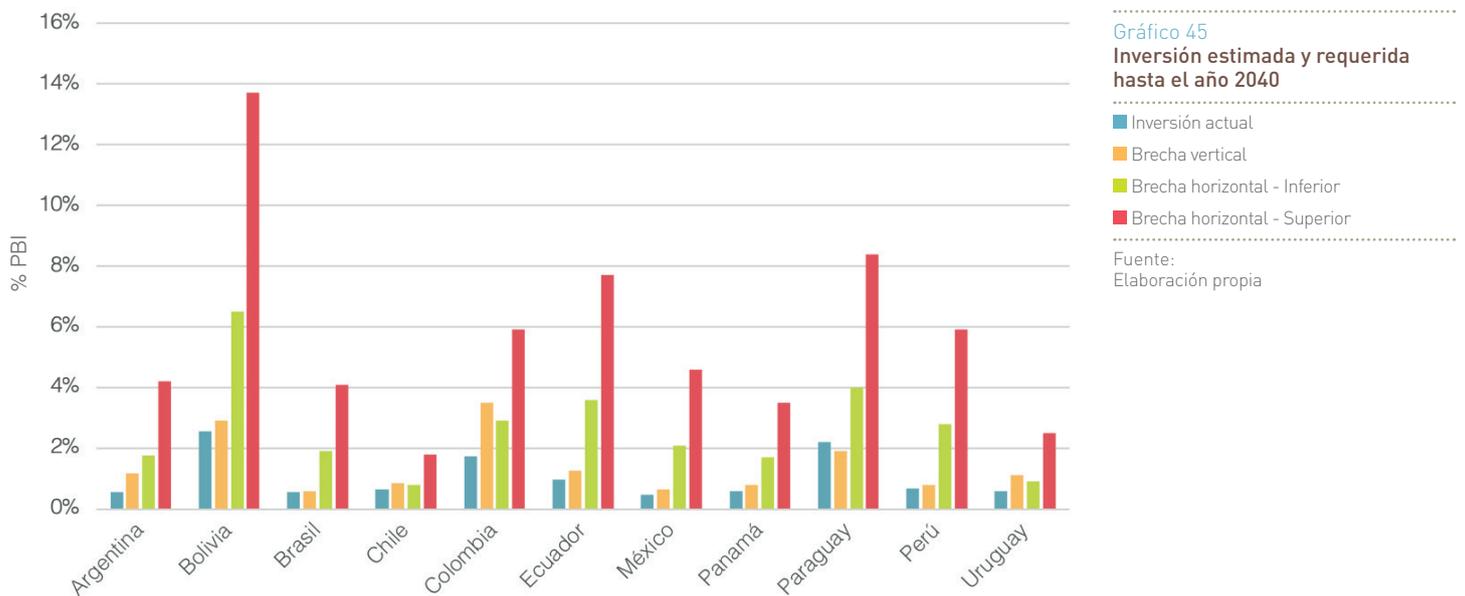


Gráfico 45
Inversión estimada y requerida hasta el año 2040

■ Inversión actual
■ Brecha vertical
■ Brecha horizontal - Inferior
■ Brecha horizontal - Superior

Fuente:
Elaboración propia

Como se observa, las inversiones para el cierre de la brecha vertical son ligeramente superiores a las actuales.

El análisis de la brecha horizontal muestra un panorama distinto. En efecto, la convergencia en 2040 con el promedio mundial actual es alcanzable para algunos países (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Panamá, Perú y Uruguay) si se realiza un esfuerzo inversor considerable. En cuanto al límite superior, sólo Chile, Panamá y Uruguay parecerían tener la posibilidad de alcanzar los niveles actuales de los países desarrollados en 2040. Los países restantes presentan requisitos de inversiones muy por encima de los niveles actuales, los cuales no parecen alcanzables dada la dinámica inversora regional.

4.5. EL FINANCIAMIENTO DE LA BRECHA

El enfoque de brechas de infraestructura es útil para analizar, por un lado, la situación comparada de la región con relación al mundo y, por otro, los esfuerzos necesarios para converger a estándares superiores.

Considerando la tendencia de las inversiones actuales, no parecerían existir dificultades para que los niveles de infraestructura por habitante se mantengan relativamente constantes. Esto significa que los niveles de servicio serían aproximadamente similares a los actuales, teniendo en cuenta que se destinarían inversiones para la ampliación y el mantenimiento de las redes.

Sin embargo, la brecha de infraestructura seguiría siendo relevante con relación a los promedios mundiales y al mundo desarrollado. El enfoque de brechas ratifica el rezago de América Latina con relación a otras regiones y el llamado a la acción para incrementar los montos destinados a la inversión.

Si se sigue el criterio de la brecha horizontal, como se ha visto, las inversiones anuales que serían necesarias superan en varios ordenes de magnitud a las actuales (entre tres y siete veces). Además, sería necesario destinar recursos crecientes al mantenimiento.

Si bien en algunos países se presenta la oportunidad concreta de converger a niveles superiores de infraestructura por habitante, en muchos de los casos, esta realidad no parece alcanzable (al menos con los presupuestos públicos) debido a la magnitud de los esfuerzos en inversiones.

En los países donde los retos de inversión son elevados, es claro que los recursos tradicionales del presupuesto público serán insuficientes para financiar los proyectos. En estos casos, especialmente, deberán activarse mecanismos de participación privada, manteniendo el sector público un rol clave en la definición y seguimiento de las políticas. El equilibrio entre rentabilidad y riesgo y la eficiencia de las agencias públicas serán elementos claves en el proceso.

El estudio de brechas de infraestructura es generalista, ya que no se detiene a analizar los déficits concretos de inversión ni las prioridades de cada país. No obstante, tiene importancia ya que permite dimensionar la cuantía de los recursos que será necesario destinar a largo plazo si se quiere impulsar una mejora sostenida en el transporte de la región.

Finalmente, los recursos (que se expresan en valores monetarios) deberán ser lógicamente compatibilizados con un proceso de evaluación de necesidades y priorización en cada uno de los países para asegurar que las inversiones se ejecuten en proyectos de elevado retorno socioeconómico. En los próximos capítulos se discutirán los mecanismos de dinamización de las inversiones y la priorización de proyectos en el contexto de las necesidades regionales.

5

CORREDORES ESTRATÉGICOS Y PROYECTOS CLAVES



CAPÍTULO 5

CORREDORES ESTRATÉGICOS Y PROYECTOS CLAVES

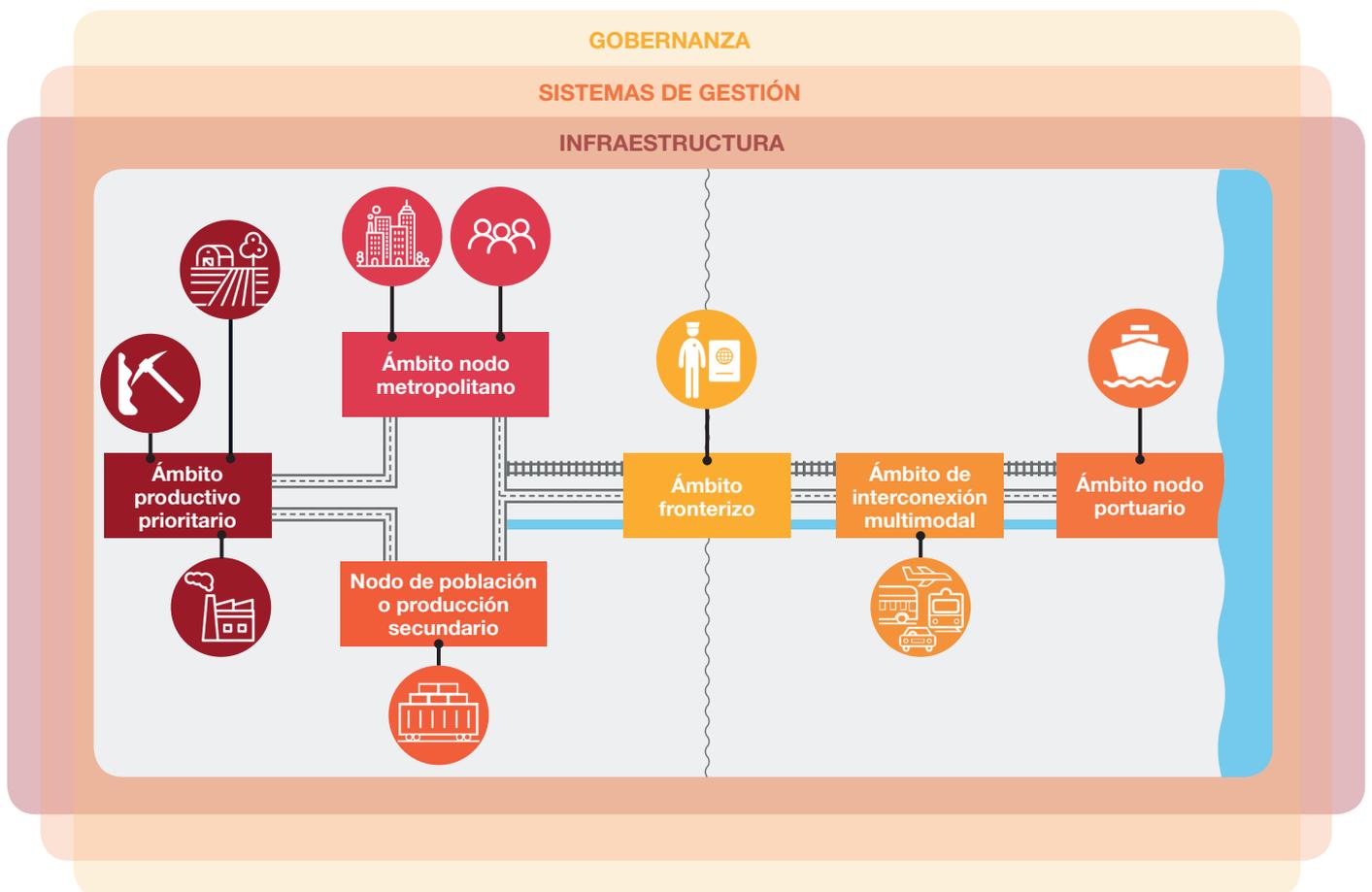
5.1. IDENTIFICACIÓN DE CORREDORES ESTRATÉGICOS

La identificación, clasificación y priorización de corredores estratégicos es un paso clave para poder conformar una agenda de proyectos tendientes a reducir los actuales déficits en infraestructura vial y ferroviaria que presentan los países de la región. En este contexto, se entiende un corredor como una infraestructura unimodal o multimodal, en la que se establecen relaciones de flujos permanentes de pasajeros o mercancías.

El concepto de corredor abarca, intrínsecamente, la existencia de un ámbito de influencia en el que confluyen no solo los nodos o ciudades situadas a lo largo del trayecto principal, sino también otros núcleos de población y producción menores, conectados al corredor a través de redes de accesibilidad secundarias o terciarias. La existencia de un corredor está marcada por una relación funcional estable a través de distintos componentes de vinculación (infraestructura, servicios, flujos de comercio y población, entre otros) y por varios ámbitos a lo largo de su extensión (tramos urbanos, interurbanos, nodos de producción y consumo, fronteras, interconexión multimodal).

Figura 14
Modelo esquemático de configuración multimodal de un corredor

Fuente:
Elaboración propia con base en Farromeque (2018)



En este sentido, la identificación de proyectos incluirá necesidades tanto a nivel del eje y sus accesos como en las diferentes tipologías de nodos existentes o demandados. Para ello, no sólo será necesaria la definición de los corredores, sino también la priorización y especificación de los diferentes ámbitos que lo conforman.

Las etapas de identificación y priorización de corredores parten de un esquema metodológico en el que se recogen:

- La estructura del sistema de ciudades en la región, incluyendo la valoración y relevancia de las conexiones funcionales entre los principales centros productivos, de consumo y de comercio exterior.
- La red principal de vías y ferrocarriles en la región, así como los tráficos de pasajeros y carga identificados, con atención particular a la existencia de condiciones de multimodalidad.
- Las experiencias previas de planificación de corredores a nivel regional y en cada país en particular.

La definición de un corredor funcional se centra específicamente en sus características de relevancia en cuanto a los flujos que canaliza y la permanencia de estos flujos en el tiempo. De igual manera, es de esperar que la relevancia de un corredor se exprese también en función del número, tipo y dimensión de los centros demográficos, productivos o de comercio que conecte y de cuya evolución dependerá en última instancia la consolidación del propio corredor.

Es importante tener en consideración –como ya ha sido evaluado en metodologías previas llevadas a cabo por CAF– que la expresión territorial y funcional de los corredores puede presentar diferentes tipologías, dependiendo de su escala y peso comparado. En este sentido, es necesario diferenciar entre corredores de dimensión preferentemente doméstica o nacional de aquellos corredores en los que predomina la relación interfronteriza y de los grandes ejes multinacionales que atraviesan la región.

En el caso de los corredores nacionales, los flujos de pasajeros y carga se centran en la movilidad entre los principales centros nacionales y de estos con sus principales ámbitos de influencia, algunos de los cuales pueden ser nacionales o bien regionales y locales.

Los corredores interfronterizos, por su parte, se justifican precisamente por la existencia de uno o varios pasos de frontera singulares o por la existencia de un nodo portuario o aeroportuario que actúa como canalizador de los flujos desde y hacia terceros países. Las redes alimentadoras secundarias y terciarias son igualmente muy relevantes en el caso de los corredores interfronterizos, la mayoría de los cuales suelen ser prolongaciones de los corredores nacionales.

Existen diferentes antecedentes de estudios de identificación de corredores en la región. Entre los más importantes, se pueden destacar el análisis del “Perfil logístico de América Latina” (Farromeque, 2017), el trabajo en el ámbito del Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento (COSIPLAN)¹⁵ y el Estudio de Logística Mesoamericano del

¹⁵ <http://www.iirsa.org/infographic>

Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Además, existen diversos estudios nacionales realizados por las áreas de transporte como parte de planes estratégicos intermodales.

Recientemente, CAF ha hecho un aporte muy relevante para la estructuración de los corredores funcionales en América Latina, mediante la creación y prueba de una metodología CLI (Corredores Logísticos de Integración), en la que se diferencian ámbitos particularizados a lo largo de los corredores. Si bien estos ámbitos se aplican preferentemente al caso de los corredores de vocación logística, resulta conveniente resaltar una vez más que los tráficos de carga y pasajeros suelen solaparse sobre las infraestructuras disponibles y presentan condiciones de continuidad similares.

El modelo conceptual de integración del enfoque CLI propone una intervención multidimensional en los distintos “niveles” y “habilitadores” del sistema. Los “niveles” representan las distintas capas del sistema (infraestructura, transporte y logística), mientras que los “habilitadores” se refieren a las redes, los servicios y las instituciones que se desarrollan para cada capa.

El paso 0 de la metodología representada previamente consiste en la identificación de corredores que serán priorizados en el paso 1 o análisis multicriterio. La identificación tiene en consideración, fundamentalmente, la estructura actual del sistema de ciudades e instalaciones de transporte y logística que existen en los países analizados, así como la malla de infraestructura vial y ferroviaria existente y los flujos de pasajeros y mercancías.

Complementariamente a los elementos anteriores, se ha realizado un análisis detallado de los estudios previos sobre corredores existentes en cada país y se han validado sus resultados con el conocimiento de los especialistas. El resultado obtenido alcanza los 131 corredores distribuidos entre los 11 países evaluados.

Cuadro 25
Corredores analizados por país

Fuente:
Elaboración propia

País	Corredor
Argentina	Corredores nacionales consolidados
	AR-01 Corredor Buenos Aires-Córdoba (y extensión a Salta-Jujuy)
	AR-02 Corredor AR-1. Corredor Buenos Aires-Mendoza
	AR-03 Corredor Buenos Aires-Rosario-Santa Fe
	AR-04 Corredor Mendoza-Tucumán
	AR-05 Corredor Santa Fe-Córdoba
	AR-06 Corredor Córdoba-Mendoza
	AR-07 Corredor Buenos Aires-Santiago del Estero-Jujuy
	AR-08 Corredor Buenos Aires-Santa Fe-Corrientes
	AR-09 Corredor Buenos Aires-Posadas-Puerto Iguazú
	AR-10 Corredor Transversal Corrientes-Salta
	AR-11 Corredor Buenos Aires-Mar del Plata
	AR-12 Corredor Buenos Aires-Bahía Blanca
	Corredores de alto potencial
AR-13 Corredor Bahía Blanca-Neuquén	
AR-14 Corredor Bahía Blanca-Patagonia	

País	Corredor
Bolivia	Corredores nacionales consolidados
	BO-01 Corredor La Paz-Santa Cruz
	BO-02 Corredor La Paz-Oruro
	BO-03 Corredor La Paz-Sucre/Potosí
	BO-04 Corredor La Paz-Cochabamba
	BO-05 Corredor Santa Cruz-Cochabamba
	Corredores de alto potencial
	BO-06 Corredor Santa Cruz-Puerto Suárez
	BO-07 Corredor Santa Cruz-Tarija
	BO-08 Corredor Sucre-Tarija
BO-09 Corredor Santa Cruz-Riberalta	
Brasil	Corredores nacionales consolidados
	BR-01 Corredor São Paulo-Goiana
	BR-02 Corredor São Paulo-Belo Horizonte-Brasilia
	BR-03 Corredor São Paulo-Rio de Janeiro
	BR-04 Corredor Rio de Janeiro-Brasilia
	BR-05 Corredor Uberabá-Belo Horizonte-Vitoria
	BR-06 Corredor São Paulo-Cascavel-Iguazú
	BR-07 Corredor São Paulo-Campo Grande-Curumbá
	BR-08 Corredor São Paulo-Mato Grosso-Acre
	BR-09 Corredor Brasilia-Cuiabá
	BR-10 Corredor Florianópolis-Curitiba-Campo Grande
	BR-11 Corredor São Paulo-Curitiba-Iguazú
	BR-12 Corredor São Paulo-Rio Grande do Sul
	BR-13 Corredor Paranaguá-Curitiba-Iguazú
	BR-14 Corredor Belem-Manaos
	BR-15 Corredor Belo Horizonte-Bahía
	BR-16 Corredor Nordeste Brasileño (Bahía-Fortaleza)
	BR-17 Corredor Fortaleza-Belem
	BR-18 Corredor Boa Vista-Manaos
	Corredores de alto potencial
	BR-19 Corredor Manaos-Leticia
	BR-20 Corredor Manaos-Porto Velho
BR-21 Corredor Goiania-Belem	
BR-22 Corredor Bahía- São Luis	
Chile	Corredores nacionales consolidados
	CL-01 Corredor Santiago-Valparaíso/San Antonio
	CL-02 Corredor Santiago-Puerto Montt
CL-03 Corredor Santiago-Antofagasta-Arica	

País	Corredor
Colombia	Corredores nacionales consolidados
	CO-01 Corredor Bogotá-Medellín
	CO-02 Corredor Bogotá-Cali
	CO-03 Corredor Medellín-Buenaventura (vía Eje Cafetero)
	CO-04 Corredor Bogotá-Buenaventura
	CO-05 Corredor Bogotá-Costa Caribe
	CO-06 Corredor Medellín-Costa Caribe
	CO-07 Corredor Cali-Pasto
	CO-08 Corredor Cali-Costa Caribe
	CO-09 Corredor Medellín-Cali
	CO-10 Corredor del Caribe
	CO-11 Corredor Bogotá-Bucaramanga-Cúcuta
	Corredores de alto potencial
	CO-12 Corredor Bogotá-Llanos
CO-13 Corredor Medellín-Cúcuta	
CO-14 Corredor Cúcuta-Caribe	
Ecuador	Corredores nacionales consolidados
	EC-01 Corredor Quito-Guayaquil y prolongación a Ipiales/Rumichaca
	EC-02 Corredor Quito-Manta
	EC-03 Corredor Quito-Esmeraldas
	EC-04 Corredor Guayaquil-Machala
	EC-05 Corredor Guayaquil-Cuenca
	EC-06 Corredor Andino Quito-Cuenca-Loja
	EC-07 Corredor Ambato-Guayaquil
	Corredores de alto potencial
	EC-08 Corredor Esmeraldas-Ipiales
	EC-09 Corredor Nueva Loja-Ipiales
EC-10 Corredor Nueva Loja-Quito	
EC-11 Corredor Manta-Guayaquil	
México	Corredores nacionales consolidados
	MX-01 Corredor Ciudad de México-Guadalajara/Manzanillo
	MX-02 Corredor Ciudad de México-Bajío
	MX-03 Corredor Ciudad de México-Mazatlán/La Paz
	MX-04 Corredor Ciudad de México-Torreón
	MX-05 Corredor Ciudad de México-Monterrey
	MX-06 Corredor Ciudad de México-Tuxpan
	MX-07 Corredor Ciudad de México-Veracruz
	MX-08 Corredor Ciudad de México-Yucatán
	MX-09 Corredor Ciudad de México-Oaxaca
	MX-10 Corredor Ciudad de México-Lázaro Cárdenas
	MX-11 Corredor Ciudad de México-Acapulco
	MX-12 Corredor Monterrey-Altamira
	MX-13 Corredor Monterrey-Guadalajara-Manzanillo
	MX-14 Corredor Guadalajara-Bajío
	MX-15 Corredor Transversal Norte
MX-16 Ciudad de México-Chiapas	

País	Corredor
Panamá	Corredores nacionales consolidados
	PA-01 Corredor multimodal del Canal de Panamá
	PA-02 Corredor Pacífico
	Corredores de alto potencial
	PA-30 Corredor Chiriquí (David-Bocas del Toro)
PA-04 Corredor Panamá-Península de Azuero	
Paraguay	Corredores nacionales consolidados
	PY-01 Corredor Ciudad del Este-Asunción
	PY-02 Corredor Asunción-Concepción
	PY-03 Corredor Asunción-Encarnación
	PY-04 Corredor Asunción-Pilar
	PY-05 Corredor Ciudad del Este-Encarnación
	PY-06 Asunción-Chaco
	PY-07 Concepción-Chaco
	PY-08 Asunción-Guairá
PY-09 Encarnación-Pilar	
Perú	Corredores nacionales consolidados
	PE-01 Corredor Lima-Arequipa
	PE-02 Corredor Lima-Paita
	PE-03 Corredor Lima-Pucallpa
	PE-04 Corredor Lima-Cuzco (Troncal de la Sierra)
	PE-05 Corredor Chiclayo/Trujillo-Tarapoto, y su prolongación a Iquitos
	PE-06 Corredor Cuzco-Puno-Arequipa
	PE-07 Troncal de la Sierra Norte
	PE-08 Ica-Sierra Central
	PE-09 Pucallpa-Acre
PE-10 Iquitos-Tarapoto	
Uruguay	Corredores nacionales consolidados
	UY-01 Corredor Montevideo-Chuy
	UY-02 Corredor Montevideo-Melo
	UY-03 Corredor Montevideo-Tacuarembó-Rivera
UY-04 Corredor Montevideo-Paysandú-Concordia	

Del conjunto de corredores identificados, la mayor proporción corresponde a los ejes nacionales o domésticos. La región cuenta, igualmente, con 5 corredores o ejes internacionales que abarcan varios países y 19 corredores interfronterizos.

En el grupo de corredores nacionales, se distinguen, a su vez, corredores consolidados y de alto potencial. El segmento de corredores consolidados es al que se aplica la valoración multicriterio, que seguidamente se describe, a fin de diferenciarlos en ejes principales o secundarios. Este es el grupo prioritario sobre el que se recomienda concentrar la identificación de proyectos a corto y mediano plazo.

La metodología de priorización sigue un formato multicriterio, a través del cual se pretende determinar la relevancia del corredor dentro de la estructura funcional del país, su potencial contribución a la integración y a la cohesión territorial, tanto a nivel de los 11 países como a nivel nacional y subregional, y las necesidades de inversión que permitirían reducir la brecha en infraestructura identificada.

En base al enfoque anterior, se han identificado 9 criterios agrupados en 3 categorías para la priorización de corredores en la región. El cuadro 26 presenta el conjunto de criterios, los cuales se describen seguidamente.

Cuadro 26
Criterios para la categorización y priorización de corredores

Fuente:
Elaboración propia

Categoría	Criterio	Indicador	Unidad de medición
Relevancia estratégica del corredor	Vocación estructurante	Un corredor es estructurante cuando es capaz de vertebrar una red logística o de transporte, al ser el eje en el que confluyen otros corredores, o servir como enlace con ejes que conectan con otros países o regiones de un mismo país. Por norma general, los corredores estructurantes se caracterizan por estar formados por los principales nodos de producción-consumo y comercio exterior –incluyendo conexiones transfronterizas, puertos y aeropuertos claves– a lo largo de su recorrido.	1=menor vocación estructurante; 5=mayor vocación estructurante
	Volúmenes servidos	Tránsito medio diario anual (TMDA)	1=menor volumen;
	Potencial de crecimiento	Análisis experto	1=menor potencial:
	Pobl./prod. área de influencia	Población del área de influencia/población total del país	1=baja densidad poblacional;
Potencial de integración	Conectividad internacional	Análisis experto	1=menor conectividad; 5=mayor conectividad
	Condiciones de intermodalidad	Existencia de puertos, líneas férreas y carreteras en el corredor	1=mala conectividad con puertos, FFCC y red vial; 5=muy buena conectividad con puertos, FFCC y red vial
	Peso sobre la red arterial	Extensión del tramo vial/red primaria	1=bajo % de extensión vial con respecto a la red total; 5=elevado % de extensión vial con respecto a la red total
Déficit de inversión	Capacidad de la infraestructura	Cantidad de carriles de la red	1=suficiente; 5= insuficiente (requiere mayores inversiones)
	Calidad de la infraestructura	Análisis multicriterio: superficie. Estado reportado por país (bueno, muy bueno, regular, malo)	1=satisfactorio; 5=deficiente (requiere mayores inversiones)

Como ya se ha mencionado, los criterios de relevancia buscan diferenciar los corredores según su importancia para la funcionalidad territorial de los flujos. En este sentido, se evalúa la vocación estructurante de cada eje, así como la medida de los volúmenes de demanda de pasajeros y carga que atiende, y el total de población/producción en su área de influencia. Dado que la identificación de proyectos debe incluir el horizonte de largo plazo, se considera también un criterio de potencial de crecimiento para evaluar las expectativas de desarrollo en cada eje de cara al futuro.

En lo que respecta al potencial de integración, este se mide a través de un indicador de conectividad internacional (presencia de pasos de frontera, puertos o aeropuertos internacionales), complementado por el grado de desarrollo de la intermodalidad o de la conectividad entre los puertos, los ferrocarriles y la red vial, y el peso del corredor, medido como porcentaje en km que representa respecto a la red total.

Finalmente, la medida de las necesidades de inversión se define a través de los indicadores de capacidad de carriles en relación al volumen atendido (TMDA/carril promedio del corredor) y de calidad de la infraestructura (dato cualitativo teniendo en cuenta el tipo de pavimento y el estado de la calzada).

5.2. RESULTADOS

Como se ha mencionado previamente, el análisis de identificación de corredores incluye 5 ejes internacionales de primer nivel y 20 corredores interfronterizos. En el primer grupo, se incluyen todos los grandes ejes que presenta la región de ámbito internacional, entre los que destaca el Canal de Panamá, el Corredor Central de Mercosur y la Hidrovía Paraná-Paraguay. También pertenecen a este grupo el Corredor Pacífico de Centroamérica, aunque su extensión en el conjunto de los 11 países analizados se limita a Panamá y al acceso a México en la frontera con Guatemala; y el Corredor Bioceánico, que une Acre con los puertos del Pacífico peruano.

Cuadro 27

Puntuaciones obtenidas por corredor

Fuente:

Elaboración propia

País	Núm.	Relevancia estratégica del corredor				Potencial de integración			Déficit de inversión		Promedio general
		Vocación	Volúmenes	Potencial de crecimiento	Población/producción en área de influencia	Conectividad internacional	Condiciones de intermodalidad	Peso sobre la red arterial	Capacidad de la infraestructura	Calidad de la infraestructura	
Argentina	AR-1	5	5	5	5	5	5	2	1	1	3,8
	AR-2	5	3	5	3	5	5	2	3	1	3,6
	AR-3	5	4	5	4	5	5	1	2	1	3,6
	AR-4	2	3	2	2	3	2	2	3	1	2,2
	AR-5	4	3	4	3	2	5	2	2	1	2,9
	AR-6	4	2	4	3	4	3	2	3	1	2,9
	AR-7	3	2	2	3	3	4	3	3	1	2,7
	AR-8	3	3	4	5	5	5	3	3	1	3,6
	AR-9	3	3	4	3	5	4	3	2	1	3,1
	AR-10	2	2	1	1	3	5	2	3	1	2,2
	AR-11	1	2	2	3	2	5	1	2	1	2,1
	AR-12	1	2	1	3	2	5	2	3	1	2,2
	AR-13	2	1	3	1	3	5	2	3	1	2,3
	AR-14	2	1	1	2	1	4	5	3	1	2,2
Bolivia	BO-01	5	5	5	5	1	2	2	2	1	3,2
	BO-02	5	5	4	5	1	3	2	1	1	1,9
	BO-03	5	4	4	2	5	4	2	1	1	2,9
	BO-04	5	3	3	4	5	4	2	1	1	2,8
	BO-05	5	5	5	5	1	2	2	2	1	2,9
	BO-06	5	5	4	5	1	3	2	1	1	2,7
	BO-07	5	4	4	2	5	4	2	1	1	2,7
	BO-08	5	3	3	4	5	4	2	1	1	2,2
	BO-09	5	4	4	2	5	4	2	1	1	2,6

País	Núm.	Relevancia estratégica del corredor				Potencial de integración			Déficit de inversión		Promedio general
		Vocación	Volúmenes	Potencial de crecimiento	Población/producción en área de influencia	Conectividad internacional	Condiciones de intermodalidad	Peso sobre la red arterial	Capacidad de la infraestructura	Calidad de la infraestructura	
Brasil	BR-1	5	4	5	4	5	5	2	2	1	3,7
	BR-2	5	5	5	5	5	5	3	2	1	4
	BR-3	5	5	5	5	5	5	1	4	1	4
	BR-4	5	4	4	4	4	5	2	2	1	3,4
	BR-5	4	3	5	2	5	5	2	3	2	3,4
	BR-6	4	3	5	4	4	4	2	2	1	3,2
	BR-7	4	3	4	4	3	5	3	4	1	3,4
	BR-8	5	5	5	4	4	3	5	3	2	4
	BR-9	2	3	2	2	2	1	2	4	1	2,1
	BR-10	2	4	2	2	3	3	3	2	1	2,4
	BR-11	4	3	5	4	4	4	2	2	1	3,2
	BR-12	5	3	4	4	4	4	3	3	1	3,4
	BR-13	4	3	4	3	5	4	1	3	2	3,2
	BR-14	3	2	2	2	2	2	4	2	3	2,4
	BR-15	4	4	4	3	2	5	3	3	1	3,2
	BR-16	4	3	3	3	3	5	3	2	1	3
	BR-17	2	2	2	3	2	4	3	4	2	2,7
	BR-18	1	1	1	1	3	3	2	4	2	2
	BR-19	2	1	1	1	3	1	1	4	3	1,9
	BR-20	2	1	2	1	2	3	2	4	3	2,2
	BR-21	3	2	3	3	2	4	3	4	1	2,8
	BR-22	3	2	2	2	2	4	3	4	1	2,6
Chile	CL-1	5	5	5	4	5	5	1	1	1	3,6
	CL-2	4	4	2	4	3	5	3	1	1	3
	CL-3	5	3	4	5	5	5	5	2	1	3,9

País	Núm.	Relevancia estratégica del corredor				Potencial de integración			Déficit de inversión		Promedio general
		Vocación	Volúmenes	Potencial de crecimiento	Población/ producción en área de influencia	Conectividad internacional	Condiciones de intermodalidad	Peso sobre la red arterial	Capacidad de la infraestructura	Calidad de la infraestructura	
Colombia	CO-1	5	5	5	5	1	2	2	2	1	3,1
	CO-2	5	5	4	5	1	3	2	1	1	3
	CO-3	5	4	4	2	5	4	2	1	1	3,1
	CO-4	5	3	3	4	5	4	2	1	1	3,1
	CO-5	5	4	5	5	5	4	5	2	2	4,1
	CO-6	4	3	4	3	5	4	3	2	1	3,2
	CO-7	1	3	2	2	2	1	2	2	1	1,8
	CO-8	2	2	3	4	4	4	5	1	2	3
	CO-9	4	2	3	3	1	3	2	1	1	2,2
	CO-10	3	3	4	2	5	3	4	1	1	2,9
	CO-11	3	3	3	4	4	1	3	1	2	2,7
	CO-12	1	2	1	4	2	1	5	1	2	2,1
	CO-13	2	3	1	3	1	2	3	2	2	2,1
	CO-14	1	3	2	2	3	4	3	2	2	2,4
Ecuador	EC-1	5	5	5	5	5	5	4	2	1	4,1
	EC-2	4	3	5	4	5	3	4	2	1	3,4
	EC-3	3	4	3	2	4	3	3	3	2	3
	EC-4	2	4	1	3	4	3	1	3	3	2,7
	EC-5	3	3	2	3	4	4	2	2	2	2,8
	EC-6	4	3	2	4	3	3	5	3	1	3,1
	EC-7	2	2	3	3	3	5	2	2	1	2,6
	EC-8	1	2	3	1	3	3	3	3	3	2,4
	EC-9	2	2	1	1	3	1	2	4	4	2,2
	EC-10	2	3	2	2	1	1	2	4	1	2
	EC-11	1	3	1	4	4	3	1	4	1	2,4

País	Núm.	Relevancia estratégica del corredor				Potencial de integración			Déficit de inversión		Promedio general
		Vocación	Volúmenes	Potencial de crecimiento	Población/producción en área de influencia	Conectividad internacional	Condiciones de intermodalidad	Peso sobre la red arterial	Capacidad de la infraestructura	Calidad de la infraestructura	
México	MX-1	5	3	5	4	5	5	2	2	1	3,6
	MX-2	4	5	5	4	1	3	2	1	1	2,9
	MX-3	1	3	1	4	1	5	3	3	1	2,4
	MX-4	3	4	4	5	2	3	3	3	1	3,1
	MX-5	5	4	5	4	2	3	2	3	1	3,2
	MX-6	3	2	4	3	3	4	1	3	1	2,7
	MX-7	4	4	4	3	4	5	1	2	1	3,1
	MX-8	2	3	2	3	2	5	3	3	1	2,7
	MX-9	1	2	1	3	1	3	2	3	1	1,9
	MX-10	3	2	5	3	5	5	2	3	1	3,2
	MX-11	4	3	2	3	2	4	1	2	1	2,4
	MX-12	1	2	4	1	5	5	2	3	2	2,8
	MX-13	5	3	3	2	4	4	3	2	2	3,1
	MX-14	2	4	4	2	1	2	1	2	1	2,1
	MX-15	3	2	3	2	2	2	2	3	2	2,3
	MX-16	4	2	3	2	3	1	2	1	1	2,1
Panamá	PA-1	5	5	5	4	5	5	2	2	1	3,8
	PA-2	5	4	4	5	4	3	5	1	1	3,6
	PA-3	1	2	2	1	1	3	3	3	3	2,1
	PA-4	2	1	2	3	1	3	4	3	4	2,6
Paraguay	PY-1	5	5	5	4	5	3	2	3	1	3,7
	PY-2	4	2	4	3	3	3	2	2	1	2,7
	PY-3	4	4	4	4	5	3	2	3	2	3,4
	PY-4	3	3	3	3	4	3	1	3	1	2,7
	PY-5	4	2	3	3	4	2	2	3	1	2,7
	PY-6	3	2	3	4	3	2	2	2	1	2,4
	PY-7	3	2	3	3	3	3	3	2	1	2,6
	PY-8	4	2	4	2	5	2	2	2	1	2,7
	PY-9	2	2	2	3	4	3	2	2	1	2,3

País	Núm.	Relevancia estratégica del corredor				Potencial de integración			Déficit de inversión		Promedio general
		Vocación	Volúmenes	Potencial de crecimiento	Población/producción en área de influencia	Conectividad internacional	Condiciones de intermodalidad	Peso sobre la red arterial	Capacidad de la infraestructura	Calidad de la infraestructura	
Perú	PE-1	5	4	5	5	5	3	4	3	1	3,9
	PE-2	5	3	4	3	5	3	4	2	1	3,3
	PE-3	2	1	2	3	3	4	2	3	3	2,6
	PE-4	4	2	3	3	3	2	4	3	2	2,9
	PE-5	2	1	2	1	3	2	3	3	3	2,2
	PE-6	3	1	5	3	4	3	2	3	4	3,1
	PE-7	4	2	3	2	1	1	2	2	1	2
	PE-8	2	2	4	2	3	3	2	2	1	2,3
	PE-9	4	1	4	2	4	3	2	2	1	2,6
	PE-10	3	1	3	1	3	3	2	2	1	2,1
Uruguay	UY-1	3	3	2	2	4	2	3	2	1	2,4
	UY-2	3	2	2	4	4	5	4	3	1	3,1
	UY-3	5	3	3	4	4	5	5	3	1	3,7
	UY-4	3	2	2	5	4	5	4	3	1	3,2

El conjunto de los corredores internacionales obtiene un puntaje promedio de 3,5, resultante de aplicar el multicriterio de priorización. Es notable resaltar que solo 14 de los corredores de nivel nacional descritos en el apartado previo consiguen superar este puntaje.

De igual manera, en el conjunto de los 20 corredores interfronterizos, solo 3 alcanzan el referido puntaje de los ejes internacionales.



Figura 15
Corredores multimodales prioritizados

- Corredor prioritizado
- Corredor internacional
- Extensión internacional
- ▤ Corredor multimodal prioritizado
- ▤ Corredor multimodal internacional
- ⚓ Puertos
- Población

Fuente:
Elaboración propia

5.3. DESCENTRALIZACIÓN DE LA GESTIÓN: GOBERNANZA POR CORREDORES

Las referencias presentadas en relación a la progresiva incorporación del sector privado a la gestión de las vías y los ferrocarriles, junto con el habitual predominio en la región del enfoque normativo sobre el operativo y la existencia de diferentes agencias nacionales dedicadas a la promoción de inversiones en infraestructura muestran la oportunidad de avanzar hacia esquemas de gobernanza por corredores dedicados a la gestión integral de la operación desde una visión intermodal, que incluya tanto a la carga como a los pasajeros de los modos carretero y ferroviario.

La creación de un esquema de gobernanza por corredores puede aplicarse tanto a los ejes nacionales de cada país como a los de interconexión entre dos o más países; siempre desde una visión integrada de todos los modos existentes y los nodos presentes a lo largo del corredor, y de sus diferentes capacidades y necesidades. Esta visión supone identificar cada corredor y su área de influencia como un paquete de operación e inversiones, con objetivos operacionales definidos y un grupo de actores claves para su consecución.

Adicionalmente, es necesario tener en cuenta que la aplicación de un esquema de gobernanza a los corredores de transporte y logística en la región debe hacerse a partir de sus especificidades y la organización institucional del sector presente en cada país.

Como se ha mencionado previamente, el objetivo de establecer un sistema de gobernanza propio para cada corredor es poder atender adecuadamente la gestión de la operativa diaria, sin descuidar la visión de largo plazo y su conectividad con las redes secundarias y de alimentación terciaria al eje principal. Entre las actividades propias de la operación, están la regulación y el control de velocidades, la gestión oportuna de los accidentes y los problemas de seguridad contra las personas o las mercancías en la vía, la provisión de información en tiempo real a los conductores y la garantía de las condiciones de transitabilidad de la infraestructura.

En términos generales –y a los efectos de la propuesta de gobernanza–, se entiende como un corredor de transporte aquel eje de tránsito de personas o mercancías en el que se cumplen las siguientes condiciones:

- Representa una relación funcional estable.
- Cuenta con un flujo de movimientos significativo.
- Tiene una longitud relevante en el contexto territorial.
- Tiene un propósito o una función definida.
- Permite identificar necesidades y definir estrategias.
- Sirve para crear paquetes de acciones de inversión.

En el contexto de esta definición, deben considerarse, igualmente, los conceptos de desempeño y madurez; mediante los cuales resulta posible avanzar en la transformación de un corredor de transporte en un corredor de altas prestaciones. Así, el punto de partida de dicha transformación es que cada corredor pueda dar un salto en madurez y desempeño, que aproveche los **nuevos desarrollos tecnológicos** y cuente con una **gobernanza propia**.

En el caso de la carga, el paso de un corredor de transporte a corredor logístico requiere cumplir con un conjunto de condiciones operacionales y de contorno. Dichas condiciones varían en función del grado de desarrollo del contexto territorial de cada corredor, de la cantidad y desempeño de los modos presentes y, muy especialmente, de las capacidades de los prestatarios de servicios de transporte y logística en relación a las necesidades particulares de las cadenas de mercancías o de movimientos de personas presentes o en desarrollo.

Lo anterior supone realizar mejoras relevantes en la infraestructura de los modos de transporte existentes (carreteras, vías férreas, hidrovías, etc.) y en sus nodos asociados (puertos, aeropuertos, etc.) que permitan alcanzar niveles de eficiencia capaces de

gestionar flujos significativos. Adicionalmente, y de forma particularmente relevante, la evolución hacia un corredor de prestaciones avanzadas implica que las empresas proveedoras de servicios presentes sean capaces de actuar como operadores logísticos –o, inicialmente, como proveedores de servicios de almacenaje en una cadena de servicios integrados– y sus estructuras de servicio se adapten a las necesidades de las cadenas logísticas a través de acuerdos formales y estables en el tiempo.

Esta estructura implica, igualmente, la aparición de infraestructuras logísticas o paralogísticas especializadas (plataformas, agrocentros, centros de carga, puertos secos o antepuertos, estaciones camioneras, etc.) a lo largo del corredor y su área de influencia.

Asimismo, es imprescindible contar con un ente gestor del corredor encargado de viabilizar su operativa bajo condiciones de fluidez, seguridad, sostenibilidad y rentabilidad. Finalmente, el componente tecnológico clave es la implementación de un sistema inteligente de transporte (SIT), capaz de garantizar la seguridad de las personas y de la carga –ante posibles intrusiones o extrusiones en la vía– y actuar ante accidentes, dentro de un esquema de gestión que monitoriza constantemente los flujos de vehículos en el corredor.

Al nivel de la región, el país que más ha avanzado en la gestión de corredores con un esquema de gobernanza propia es Colombia. La idea de formular un conjunto de corredores orientados a la logística en ese país ha ido evolucionando y dotándose de cada vez mayores precisiones, llegando hasta la reciente Resolución 164 de 2015, en la que se establecieron los diferentes corredores logísticos considerados como prioritarios, aunque solo desde una perspectiva unimodal.

La motivación para establecer corredores de prioridad logística estuvo en la necesidad de aprovechar todo el potencial que ofrecían las recientemente concesionadas autopistas de cuarta generación (4G), que no solo debían operar como vías con buenas especificaciones, que recortaran tiempos de viaje y costos de operación, sino que también debían servir como ejes estructurantes del territorio y de la logística de mercancías.

Partiendo de la idea anterior, el Ministerio de Transporte, con el apoyo de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) y la Asociación Nacional de Empresarios (ANDI), seleccionó y nombró gerentes operativos para la puesta en marcha de un primer grupo de corredores: Bogotá-Buenaventura, Cúcuta-Costa Caribe y el corredor fluvial del río Magdalena.

La operativa de los primeros corredores demostró ser efectiva en la resolución de problemas propios de cada eje, así como en su coordinación, a través de un gerente nacional vinculado al Ministerio de Transporte. Las principales dificultades se concentraron en la ausencia de un marco legal preciso que definiera sus capacidades de actuación y en las limitaciones de recursos.

Las debilidades institucionales mencionadas llevaron a que el Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI) planteara contar con un plan operativo para reforzar los esfuerzos del Ministerio de Transporte y definiera la necesidad de formalizar una estructura institucional estable en el tiempo, con una gerencia nacional con capacidad de coordinar a los gerentes de los corredores.

Según la propuesta del PMTI, el gerente nacional debía depender directamente del Ministro de Transporte y de la Consejería Presidencial para el Sistema de Competitividad e Innovación, como un director operativo de alto nivel. A su vez, las gerencias debían cumplir con las funciones básicas de diseñar y ejecutar planes de acción, producir información e indicadores, y atraer inversiones privadas y soluciones logísticas para cada corredor.

El proceso continuó con el nombramiento de nuevos gerentes para los corredores Bogotá-Neiva y Bogotá-Villavicencio, pero, a pesar de los esfuerzos realizados, el cambio a nivel ministerial y la subsecuente salida del gerente nacional del Ministerio de Transporte hicieron que se perdiera el impulso inicial y el sistema se fue desmantelando progresivamente.

Actualmente, ninguno de los gerentes nombrados continúa en su posición y el sistema de corredores ha sido rediseñado con nuevos gerentes por tramos específicos.

Las principales lecciones aprendidas en el caso de Colombia pueden resumirse en la importancia de contar con una visión integral de los corredores y su consideración como ejes multimodales (p.ej., en Colombia, se diferenciaron erróneamente los corredores por modos, distinguiéndose, por ejemplo, la implementación del corredor Bogotá-Costa Caribe del eje fluvial del Magdalena). Además, resulta fundamental establecer una institucionalidad legalmente estable (la estructura de gerentes se desmanteló progresivamente con la salida del gerente nacional que los coordinaba), con una asignación de recursos fija y sostenible en el tiempo (se utilizaron partidas de préstamos multilaterales, de la ANI o del Ministerio de Transporte, sin asegurar su continuidad) e integrada por perfiles técnicos, con un conocimiento adecuado de la problemática de los corredores y una red de contactos, tanto a nivel local como en los entes públicos nacionales. De la experiencia colombiana también se evidencia la importancia de contar con un gerente nacional con un soporte político directo de alto nivel, pero sin que esté sometido a los cambios de los equipos políticos.

Estos antecedentes de planeación muestran la necesidad y oportunidad para la creación de un mecanismo de gobernanza por corredor, en el que estén representados, a diferentes niveles, la autoridad pública nacional, las autoridades regionales y los responsables directos de la gestión del corredor –públicos o privados– y los usuarios más relevantes, incluyendo en este último grupo tanto a las empresas transportistas como a los gremios sectoriales, los operadores portuarios y aeroportuarios y los grupos industriales relevantes.

6

**ESTRATEGIA PARA
LA DEFINICIÓN
DE UNA CARTERA
PRIORIZADA**



CAPÍTULO 6

ESTRATEGIA PARA LA DEFINICIÓN DE UNA CARTERA PRIORIZADA

6.1. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

En este apartado, se propone una metodología multicriterio para la identificación y priorización de proyectos de infraestructura de transporte terrestre¹⁶. Esta metodología ha sido aplicada para la selección de una cartera de proyectos prioritarios particularizada por países.

Es importante señalar que la evaluación de proyectos se ha visto limitada, en algunos casos, por la falta de información cuantitativa en las dimensiones evaluadas (tránsito existente, velocidades de diseño de proyectos, accidentalidad, montos de inversión), impidiendo asignar puntajes a todas las dimensiones.

Así mismo, si bien es una metodología definida para toda la región, se sugiere trabajar el modelo de priorización de proyectos con cada uno de los países, con el objetivo de poder calibrar los pesos asignados a los indicadores en función de la visión estratégica de cada uno de ellos para los sectores de vialidad y ferrocarriles. En ese sentido es posible, por ejemplo, que un país considere que debería darle mayor peso en su ponderación al ámbito de la calidad y seguridad, respecto al modelo genérico que aquí se presenta. Dicha adecuación en las ponderaciones permitiría que cada país creara su propio modelo en función de sus líneas estratégicas.

6.1.1. EL ANÁLISIS MULTICRITERIO

La evaluación económica es una técnica que consiste en comparar los beneficios esperados de un proyecto con sus costos de manera sistemática y cuantificable. La metodología del análisis costo-beneficio (ACB) se basa en principios de análisis económico tradicional y, en particular, en herramientas que aporta la microeconomía, como el estudio del excedente del consumidor con vistas a hallar el retorno (monetario) de los proyectos.

Sin embargo, al comenzar a utilizarse en el ámbito de proyectos públicos, se observaron dificultades en materia de implementación y cálculo, dentro de las cuales se pueden destacar:

- Los beneficios, medidos de manera agregada, no tienen en cuenta los impactos en distintos grupos de beneficiados y perjudicados. En efecto, un proyecto puede presentar un rendimiento (global) atractivo, pero este podría lograrse a expensas de perjudicar a una parte significativa de la sociedad.
- Normalmente es poco factible medir los efectos que genera un proyecto en términos de beneficios y costos económicos (es decir, en alguna forma de dinero). Existen dificultades técnicas y de escala para ello. Los gobiernos generalmente no cuentan con recursos (financieros y humanos) suficientes para llevar a cabo evaluaciones económicas detalladas de todos los proyectos. Por otro lado, suele ser necesario introducir supuestos simplificadores (por ejemplo, sobre la disposición a pagar, la demanda o la valoración económica de bienes y servicios que no tienen mercado, como el medio ambiente).

¹⁶ Los detalles de la metodología se presentan en el anexo 4.

- Los proyectos de gran envergadura (como planes regionales de desarrollo o sistemas integrados de transporte) son multipropósito (social, económico, político-estratégico, etc.). Parece difícil suponer que un indicador sintético (como el valor presente neto o la tasa interna de retorno) refleje la naturaleza de los beneficios desde distintas ópticas. Por otro lado, sería interesante poder considerar los aportes a cada uno de los objetivos de manera separada.

Por estas razones, una alternativa que ha sido adoptada consiste en el desarrollo del análisis multicriterio (AMC). Este tipo de análisis se sustenta en el objetivo de poder medir el aporte de un proyecto al cumplimiento de una serie de objetivos (con algún criterio cuantificable), calculando también un indicador sintético que refleje una media (ponderada) del aporte del proyecto al cumplimiento de los objetivos.

En definitiva, el AMC se basa en el siguiente procedimiento:

1. Identificar los objetivos deseables a nivel de la planificación, discriminados en diversas categorías.
2. Definir la importancia otorgada a cada objetivo.
3. Cuantificar el aporte de cada iniciativa al cumplimiento de cada objetivo.
4. Homogeneizar el aporte en una escala común, independiente de las unidades de medida (normalmente, a través de un rango numérico).
5. Ponderar los impactos y obtener una medida sintética de retorno.

Por sus características, el AMC no produce valores monetarios de retorno, lo que es una de sus limitaciones más importantes. Sin embargo, es una herramienta útil para comparar alternativas cuando se debe tomar una decisión sobre inversión.

6.1.2. LA DIMENSIÓN INTERNA: LOS CRITERIOS DE IMPACTO

6.1.2.1. Definición de metas y objetivos para proyectos de transporte interurbano

Los sistemas de transporte deben responder a una meta definida políticamente como horizonte de planificación que enmarque los objetivos y acciones de las políticas públicas. Así definida, la meta no es directamente operativa, sino que otorga un marco de sentido para la acción.

Desde esta perspectiva, se define como meta la consolidación de sistemas de transporte terrestre **eficientes, funcionales, sostenibles y cohesivos**.

- La eficiencia implica que el sistema de transporte contribuye a la minimización de costos y permite maximizar la competitividad interna e internacional.
- La funcionalidad supone la integración de la infraestructura con la población, los polos económicos, los diferentes modos y el comercio exterior, y provee servicios seguros y de calidad.

- La sostenibilidad se orienta a minimizar el daño al medio ambiente y considerar el bienestar de las generaciones presentes y futuras, así como a incorporar las innovaciones tecnológicas necesarias para adaptarse a los nuevos paradigmas de movilidad.
- La cohesión apunta a que los sistemas de transporte fomenten un desarrollo equilibrado de las regiones y contribuyan a la reducción de la pobreza en las zonas más desfavorecidas, mediante estrategias sostenibles económicamente basadas en la generación de empleo de calidad.

Una vez definidas las metas, el paso siguiente consiste en identificar los objetivos, que indican los pasos necesarios para el cumplimiento de las metas. Cada meta puede contener más de un objetivo y, por otro lado, un objetivo puede contribuir a más de una meta. El objetivo, si bien se relaciona estrechamente con las metas definidas políticamente, tiene un componente técnico más delineado, ya que se relaciona de forma más directa con los efectos de desarrollo que se busca lograr.

Desde la perspectiva de este estudio, los objetivos a alcanzar en la planificación del transporte se pueden resumir en los siguientes ejes o dimensiones:

1. Ampliar la **cobertura e integración** de los sistemas de transporte vial y ferroviario.
2. Reducir los **costos para los usuarios** del sistema de transporte
3. Promover la **integración logística, multimodalidad e intermodalidad**.
4. Minimizar los **costos de mantenimiento de la infraestructura** para los administradores
5. Promover la **sostenibilidad ambiental y social** de los sistemas.

6.1.2.2. Ejes de evaluación para proyectos carreteros y ferroviarios

Una vez identificados los proyectos, se hace necesario sistematizar las variables que permiten justificar la selección a partir de sus características e impactos previstos. Para ello, se seleccionaron seis ejes o dimensiones susceptibles de valoración, representativas de diferentes ejes de análisis. Cada una de estas dimensiones expresa ventajas y condicionamientos para el desarrollo del transporte ferroviario.

Los **ejes** miden en qué medida una iniciativa contribuye al grado de cumplimiento de un objetivo. Estos se expresan en indicadores medibles, que son luego normalizados a una escala homogénea (para eliminar las diferentes unidades de medida). Un criterio simple puede consistir en normalizar en una escala de 0 a 100 puntos.

Los proyectos carreteros y ferroviarios atienden una misma demanda de transporte, por lo que sus objetivos no pueden diferir significativamente. Sin embargo, sí existen algunas diferencias en el momento de establecer los indicadores, que llevan a plantear dos modelos de matrices con algunas particularidades en cada caso. Los cuadros 28 y 29 resumen la metodología de los criterios de impacto para ambos subsectores.

Criterio	Definición
Eje 1. Captación de tráfico	Incremento en la extensión de las redes pavimentadas, inclusión de la población en la red y consolidación de corredores.
Eje 2. Reducción de costos a los usuarios	Disminución en los tiempos de viaje y de operación por parte de los usuarios.
Eje 3. Intermodalidad	Acceso a puertos, centros logísticos, construcción de terminales de acopio.
Eje 4. Reducción de costos de mantenimiento	Disminución de los costos de mantenimiento para el administrador de la infraestructura.
Eje 5. Sostenibilidad ambiental y social	Valor derivado de menores emisiones en materia de salud humana y medidas de mitigación; valoración del entorno ambiental; desarrollo de regiones económicas menos desarrolladas.
Eje 6. Monto de la inversión	Recursos necesarios para las etapas de ejecución y operación del proyecto.

Cuadro 28
Resumen de la metodología de los criterios de impacto para proyectos viales

Fuente:
Elaboración propia

Eje de evaluación	Descripción
Eje 1. Captación de tráfico	Demanda prevista en la operación del proyecto.
Eje 2. Integración regional	Utilización del ferrocarril para la vinculación entre regiones y países.
Eje 3. Intermodalidad	Superposición o combinación de los distintos modos de transporte (carretero, ferroviario, marítimo, fluvial, aéreo) para movilizar una misma unidad de carga.
Eje 4. Consolidación de corredores	Desarrollo de corredores ferroviarios que permitan captar volúmenes de carga significativos.
Eje 5. Integración con red actual/impacto sobre el medio	Recuperación de la infraestructura preexistente para generar un grado de intervención menor, menos impacto ambiental y relocalización de la población, entre otros.
Eje 6. Monto de la inversión	Recursos necesarios para las etapas de ejecución y operación del proyecto.

Cuadro 29
Resumen de la metodología de criterios de impacto para proyectos ferroviarios

Nota:
Métricas detalladas en el anexo 4

Fuente:
Elaboración propia

6.2. CARTERA DE PROYECTOS SELECCIONADOS

6.2.1. CARACTERIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE PROYECTOS

A efectos de identificación en este estudio, un proyecto de infraestructura terrestre se define como un esfuerzo temporal destinado a modificar cuantitativa o cualitativamente la dotación de infraestructura carretera o ferroviaria, incluyendo:

- Las estructuras que forman parte de carreteras, vías férreas y corredores.
- Materiales que integran las estructuras, incluyendo sistemas de señalización.
- Todo tipo de recurso relacionado con la gobernanza de la infraestructura.

De esta manera, se incluyen todas aquellas iniciativas que, con independencia de su alcance y grado de ejecución, se proponen modificar la cantidad y/o calidad de la infraestructura existente en la región. Así, por ejemplo, los estudios de prefactibilidad son considerados proyectos de infraestructura terrestre.

Asimismo, no se consideran los trabajos de mantenimiento rutinario sobre la red existente o los gastos corrientes relacionados con los entes gubernamentales, ya que, por un lado, se trata de un gasto con expectativa de recurrencia y, por otro, no produce una alteración significativa de la disponibilidad o la calidad de la infraestructura.

La estructura de la primera fase está orientada a identificar el conjunto de proyectos con potencial para formar parte de la agenda definitiva. En este sentido, se busca que los proyectos contenidos en la base tengan un conjunto de características homogéneas que les permitan ser evaluados. Al respecto, se considera que la homogeneidad de los proyectos es independiente de su clasificación en cuanto al subsector al que pertenecen, el ámbito de implementación o la tipología de actuación, y se refiere a su posición en el ciclo de vida del proyecto (previa a la ejecución) y a su tamaño o relevancia.

Así, los proyectos seleccionados deberán tener una dimensión representativa, que asegure un impacto positivo o beneficios tangibles que sean relevantes. Esta dimensión no se refiere directamente al monto de inversión, sino a que cada proyecto suponga un impacto equivalente sobre su ámbito de implementación.

Las consideraciones anteriores incluyen, adicionalmente, que el proyecto forme parte del esquema de corredores definido para cada país en los apartados previos. Sin embargo, la pertenencia a un corredor no es condición excluyente para la evaluación y eventual priorización de un proyecto. No obstante, se otorga prioridad a aquellos proyectos que se hallen dentro de corredores consolidados.

6.2.2. RESULTADOS

La aplicación de la metodología multicriterio dio lugar a la puntuación de proyectos carreteros y ferroviarios para los 11 países estudiados, sobre un total de cerca de 2.000 proyectos evaluados. En este apartado se han seleccionado algunos proyectos de alto impacto para cada uno de los países (cuadros 30 y 31).

El detalle de los proyectos evaluados y su evaluación multicriterio se destaca en los documentos de análisis de cada país.

Cabe señalar que la metodología fue aplicada a una muestra de proyectos dispar entre los países, siendo que algunos países presentaron numerosas iniciativas (como los casos de Argentina, Colombia, Brasil y Perú). En otros casos, la muestra analizada fue más pequeña de lo deseable (como Panamá, México y Uruguay). Además, como se mencionó anteriormente, en los casos en los que la información era incompleta o imprecisa para efectuar el análisis cuantitativo, se identificaron iniciativas de elevado impacto previsto. Más allá de esta limitación, este informe invita a aplicar el análisis multicriterio para nuevos proyectos e iniciativas no relevadas.

País	Proyecto	Puntaje total	Prioridad (P = Prioritario)
Argentina	Programa "Repavimentación o Rehabilitación de Carreteras en la provincia de Mendoza"	40	
Argentina	Enripiado y Mejoramiento de Rutas Provinciales de la Puna de 500 km	38	
Argentina	Corredor Vial D	67	P
Bolivia	Pavimentación del tramo San Ignacio-San Matías	50	
Bolivia	Repavimentación y rehabilitación del Corredor Bioceánico de Integración - Tramo Bolivia	62	P
Bolivia	Pavimentación del corredor vial Trinidad-San Ramón-San Joaquín-Puerto Siles-Guayaramerín	55	
Brasil	Aumento de capacidad y mantenimiento en la carretera BR-116/RJ/SP (Dutra) – de Río de Janeiro a São Paulo	42	
Brasil	Aumento de capacidad y mantenimiento en la carretera BR-153/GO/TO - Aliança de Tocantins a Anápolis	38	P
Brasil	Repavimentación de las carreteras MA-106 y BR-308 de Governador Nunes Freire a Alcântara	33	P
Chile	Pavimentación Ruta Austral (Ruta 7)	33	
Colombia	Mantenimiento de la red vial primaria entre Pasto-San Francisco-Mocoa	42	P
Colombia	Mantenimiento de la red vial primaria entre Neiva-Puerto Rico-Montañita-Florencia	47	P
Ecuador	Duplicación de calzada del Corredor Quito-Guayaquil	67	
Ecuador	Mejoras de Caminos en Provincia Zamora Chinchipe (zonal 7)	42	
México	Mantenimiento y Conservación del Tramo Carretero Las Brisas-Los Mochis	37	P
México	Construcción Autopista Guanajuato-San Miguel de Allende	47	P
México	Programa "Construcción terminales de Carga para México"	32	
Panamá	Implementación progresiva de los programas de actuación en viario territorial de valor logístico. Mejoras de accesos territoriales con valor logístico - Primeros desarrollos.	22	
Panamá	Mejora de la red de carreteras secundarias	20	P
Panamá	Programa de acciones a mediano plazo en la red arterial de carga de la zona Interoceánica	18	
Paraguay	Duplicación Ruta 6, 292 km	30	
Paraguay	Duplicación Ruta 1	55	P
Perú	Rehabilitación de carreteras: Lima-La Oroya-Cerro de Pasco-Huánuco-Tingo María-Pucallpa	38	
Perú	Rehabilitación de carreteras: Pativilca-Conococha-Huaraz-Carhuaz	28	P
Perú	Rehabilitación de carreteras: Salaverry-Trujillo-Shorey-Huamachuco	37	
Uruguay	Plan nacional de <i>Truck Centers</i>	33	

Cuadro 30
Listado de algunos
proyectos viales priorizados

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
La prioridad surge de un análisis separado e independiente de la metodología multicriterio. La prioridad se define a partir de la existencia de estudios previos de diseño y de la identificación del proyecto como "prioritario" en planes de gobierno.

Cuadro 31
Listado de proyectos ferroviarios priorizados

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
La prioridad surge de un análisis separado e independiente de la metodología multicriterio. La prioridad se define a partir de la existencia de estudios previos de diseño y de la identificación del proyecto como "prioritario" en planes de gobierno.

País	Proyecto	Puntaje total	Prioridad (P = Prioritario)
Argentina	Recuperación del ramal Tucumán-Rosario	67	
Argentina	Circunvalación ferroviaria de la ciudad de Santa Fe	61	P
Bolivia	Corredor Ferroviario Bioceánico de Integración (tramo boliviano)	72	
Brasil	Santos-Corumbá	83	
Brasil	Guarapuava-Ipiranga	72	
Brasil	Cascavel-Foz do Iguaçu	61	
Brasil	Porto Velho-Rio Branco-Cruzeiro do Sul	56	
Brasil	Miritituba-Sinop	56	
Brasil	Estrela d'Oeste-Puerto Panorama	50	P
Brasil	Eliseu Martins-Porto Franco	50	
Brasil	Figueirópolis-Taguatinga-Barreiras	50	P
Brasil	Campinorte-Lucas do Rio Verde	50	
Brasil	Lucas do Rio Verde-Porto Velho	50	
Brasil	Açailândia-Barcarena	44	P
Brasil	Miritituba-Santarem	44	
Brasil	Cascavel-Maracajú-Campo Grande	44	
Brasil	Sinop-Lucas do Rio Verde-Cuiabá	39	
Chile	Mejora de la vía para 60 km/h entre Santiago-Alameda y San Antonio-Barrancas. Alargamiento de los desvíos de cruce para agilidad operativa y adquisición de un predio para una zona de actividades logísticas en San Antonio.	72	P
Chile	Duplicación de la vía entre Alameda y San Antonio y construcción de la nueva zona de actividades logísticas	72	P
Chile	Nueva línea de vía doble entre Melipilla y la zona de Valparaíso y mejoramiento de la zona de actividades logísticas allí implantada	61	
Colombia	La Dorada-Chiriguana, con variantes (red atlántica)	83	P
Colombia	Bogotá-Belencito, con variantes (red atlántica)	67	P
Colombia	Línea existente Buenaventura-Cali-Zarzal-Armenia y rehabilitación Zarzal-La Felisa	56	
Colombia	Línea Carare (Belencito-La Vizcaína)	56	
Colombia	San Juan del Cesar (Chiriguana)-Puerto Dibulla (en el Caribe)	56	
Ecuador	Modernización de la línea Durán-Riobamba-Quito	83	P
Ecuador	Acceso a las terminales portuarias de Guayaquil	78	
Ecuador	Nueva vinculación de Guayaquil-Santo Domingo-Quito	67	
Ecuador	Línea a puerto de Esmeraldas	56	
Ecuador	Línea a puerto de Manta	56	
Ecuador	Línea a puerto Bolívar	56	
México	Corredor Ciudad de México-Querétaro	44	
México	Corredor Tren Maya	39	P
México	Corredor Transístmico	78	
Panamá	Ferrocarril del Canal Panamá-Colón	83	

País	Proyecto	Puntaje total	Prioridad (P = Prioritario)
Paraguay	Construcción de la ferrovía Asunción-Ciudad del Este	72	P
Paraguay	Nueva línea férrea Ciudad del Este-Encarnación	72	
Paraguay	Encarnación-Pilar, puente sobre el río Paraguay	72	
Paraguay	Reconstrucción de la línea férrea entre Asunción y Encarnación	67	
Perú	Corredor estructural costero Barranca-Lima-Ica	50	
Perú	Tramo nuevo entre Huancavelica-Cuzco	44	
Perú	Ferrocarril Bioceánico	78	P
Uruguay	Rehabilitación del ramal ferroviario Algorta-Fray Bentos	72	
Uruguay	Línea de acceso a Nueva Palmira	50	

6.3. LÍNEAS DE ACCIÓN GENERALES PARA LA REGIÓN

En el contexto de este estudio, se han descrito y diagnosticado las características y desafíos de los sistemas de infraestructura terrestre de 11 países de la región, observando las problemáticas en común y los rasgos específicos de cada país. CAF, como banco de desarrollo, tiene como reto constituirse en un actor clave en el cambio estructural de los sistemas de transporte.

De esta manera, la visión sectorial que resume la estrategia de CAF es promover la inversión que permita contribuir eficazmente a la mejora de la productividad, la competitividad y la integración de las economías regionales, garantizando la conectividad de sus nodos de comercio exterior, centros de consumo y áreas de producción de una forma eficiente y segura, de manera que sea financieramente sostenible a largo plazo y respetuosa con las condiciones medioambientales y la calidad de vida de sus habitantes.

Para avanzar en la mejora de los sectores carretero y ferroviario se recomienda adoptar algunos **objetivos generales**:

- Abogar por un crecimiento en el esfuerzo inversor sectorial, hasta llegar a la meta del 4 % a 5 % del PBI en inversiones en transporte terrestre para cerrar la brecha de infraestructura.
- Fortalecer los procesos de planificación, gestión y evaluación de los sectores públicos nacionales, con un enfoque de largo plazo (a un horizonte de 30 años) y enfatizando la importancia de tres tipos de cultura: 1) una “cultura de la planificación” que integre los gobiernos nacionales, subnacionales, las empresas y la sociedad civil; 2) una “cultura de la evaluación” para apoyar el enfoque costo-beneficio en la toma de decisiones, y 3) una “cultura del mantenimiento preventivo” que permita que la infraestructura existente se mantenga en buen estado a través de una política sostenida.

- Fomentar la cooperación entre países de la región en materia de conocimiento.
- A nivel de proyectos de integración, centrarse en proyectos de conexión física binacional enfocados en el desarrollo del comercio (tales como pasos de frontera, puentes y mejoras institucionales).
- Servir como enlace con otras regiones del mundo, a través del diálogo con otros bancos de desarrollo como el Banco Asiático de Desarrollo (BAfD), el Banco Africano de Desarrollo (BAfD), el Banco Europeo de Reconstrucción y Desarrollo (BERD) y el Banco Europeo de Inversiones (BEI), y en plataformas de coordinación como el G-20.
- Apoyar el uso y desarrollo de herramientas informáticas y sistemas de información que permitan sistematizar la obtención y posterior gestión de series de bases de datos confiables en el sector.

6.3.1. METAS Y CRITERIOS DE MEDICIÓN

Mientras que los objetivos generales definen metas de largo plazo, es necesario tener en cuenta además metas sectoriales específicas, que puedan abordar temáticas concretas de transporte terrestre y que sirvan para la planificación operativa.

En este sentido, el análisis del sector del transporte terrestre en la región permitió definir las siguientes metas sectoriales prioritarias a desarrollar en el marco de las agendas sectoriales:

- Avanzar hacia una cobertura territorial de las redes de infraestructura axial que incremente los actuales niveles de conectividad y accesibilidad y que favorezca la integración de los espacios productivos y de consumo, tanto al interior de los países como entre las diferentes economías que conforman la región de análisis.
- Mejorar la eficiencia, calidad y seguridad, fomentando el uso de nuevas tecnologías para la mejora de la calidad en la infraestructura vial y ferroviaria, garantizando simultáneamente el incremento en los niveles de seguridad personal y de las mercancías en los desplazamientos y la reducción de las actuales tasas de accidentabilidad, y la eficiencia de las acciones de operación y mantenimiento con el objetivo de “hacer más con menos”, buscando lograr un mejor desempeño en la infraestructura ya existente.
- Impulsar la productividad y competitividad de las economías regionales, mediante una reducción de los costos operativos, que impulse la profesionalización de los agentes privados vinculados a las operaciones de transporte y logística, y la reducción de los niveles actuales de informalidad en el sector.
- Favorecer una mejora sostenida del desempeño en los niveles de servicio de la infraestructura vial y ferroviaria, potenciando la intermodalidad como palanca para el desarrollo de un sistema de transporte integrado y operacionalmente eficiente en la región.
- Actuar decididamente sobre los impactos ambientales, a través de la mitigación y adaptación, y los impactos sociales adversos generados por la red de infraestructuras viales y ferroviarias sobre el entorno medioambiental y la calidad de vida de la población.

- Promover esquemas de gobernanza que incentiven la colaboración público-privada en la provisión y gestión de la infraestructura, y garanticen la calidad del servicio y la eficiencia operacional.
- Avanzar en la digitalización y generación de datos útiles para una adecuada planificación y toma de decisiones a futuro.

Estas metas sectoriales se pueden expresar como líneas estratégicas de actuación para definir productos medibles concretos a alcanzar en el marco de la estructuración de la cartera de inversiones.

Específicamente, las actuaciones por línea estratégica se traducirán en proyectos (o sea, en esfuerzos temporales destinados a obtener un resultado concreto y medible). Las actuaciones por línea estratégica se expresan en el cuadro 32.

Metas sectoriales	Líneas estratégicas de acción	
META 1. Mayor cobertura territorial, conectividad y accesibilidad, y apoyo a la integración de los espacios productivos y de consumo.	M1.1	Actuaciones para completar y mejorar la conectividad de la malla vial y ferroviaria primaria.
	M1.2	Actuaciones sobre los puntos críticos que dificultan la integración intranacional o interregional (pasos de frontera).
	M1.3	Actuaciones de mejora de la cobertura de redes secundarias y terciarias de soporte a la producción y la cohesión y el equilibrio territorial.
	M1.4	Actuaciones para garantizar la accesibilidad y reducción de tiempos de desplazamiento suburbanos en los principales núcleos metropolitanos.
META 2. Mejora de la calidad y tecnificación para aumentar los niveles de seguridad y reducir la accidentabilidad, haciendo "más con menos".	M2.1	Actuaciones para la mejora de la calidad a través de correcciones geométricas y aplicación de nuevas tecnologías en pavimentos.
	M2.2	Actuaciones para establecer acciones de seguridad en el transporte por factores relativos a la acción humana.
	M2.2	Actuaciones para incorporar nuevas tecnologías en la operación y seguimiento en prestatarios de servicios de transporte y logística.
	M2.3	Actuaciones dirigidas a la incorporación de tecnologías para la gestión de la comunicación y señalización en los sistemas de transporte.
META 3. Impulso a la productividad y competitividad y reducción de los costos operativos.	M3.1	Actuaciones en estructuración de corredores como ejes de integración y competitividad mejorando el acceso coordinado y eficiente a los nodos de comercio prioritarios.
	M3.2	Actuaciones para la provisión de infraestructura de soporte a la operación del transporte de pasajeros y cargas y a la operación logística, que permitan reducir los actuales costes operacionales.
	M3.3	Actuaciones dirigidas a la profesionalización y capacitación de los operadores públicos y privados de servicios de transporte y logística.

Cuadro 32
Metas sectoriales

Fuente:
Elaboración propia

Metas sectoriales	Líneas estratégicas de acción	
META 4. Mejor desempeño en los niveles de servicio de la infraestructura y fomento a la intermodalidad.	M4.1	Actuaciones para completar la duplicación de secciones viales en corredores estratégicos priorizados.
	M4.2	Actuaciones para el aumento de la capacidad en tramos críticos.
	M4.3	Actuaciones para la mejora de los tramos de entrecruce y regulación del acceso a las vías de alta capacidad.
	M4.4	Actuaciones para la reducción de riesgos en los pasos a nivel ferroviarios.
	M4.5	Actuaciones en la provisión de infraestructura nodal especializada para la intermodalidad carretero-ferroviaria.
META 5. Reducción de los impactos sociales adversos a través de medidas de mitigación y adaptación. Apoyar el desarrollo de infraestructura resiliente.	M5.1	Actuaciones para minimizar los efectos de la nueva infraestructura sobre el medioambiente y los espacios naturales protegidos.
	M5.2	Actuaciones sobre la regulación de los niveles de contaminación en vías de paso y tramos singulares, como túneles viales o galerías ferroviarias.
	M5.3	Actuaciones para minimizar los desplazamientos sociales debidos a la construcción o mejora de infraestructuras.
	M5.4	Actuaciones para la aplicación de medidas de adaptación a los proyectos con alta vulnerabilidad climática.
META 6. Promoción de la gobernanza y colaboración público-privada.	M6.1	Actuaciones para seleccionar corredores con niveles de madurez y desempeño adecuados para la promoción de modelos de gobernanza individualizados.
	M6.2	Actuaciones para la definición de un esquema de colaboración en la construcción y gestión de infraestructura que pueda adaptarse a las particularidades nacionales y servir de modelo a la región.
META 7 Digitalización del sector y utilización de la data.	M7.1	Actuaciones para la digitalización de la infraestructura de transporte terrestre en las fases de construcción, operación y mantenimiento.
	M7.2	Actuaciones para la generación de Big Data en el sector de transporte y su aplicación para la planificación, operación y mantenimiento de la infraestructura.

7

**TENDENCIAS
A FUTURO
Y DESAFÍOS
DEL SECTOR**



CAPÍTULO 7

TENDENCIAS A FUTURO Y DESAFÍOS DEL SECTOR

7.1. DIAGNÓSTICO Y TENDENCIAS

7.1.1. LA NECESIDAD DE UNA VISIÓN INTEGRAL Y DE LARGO PLAZO

El documento “América Latina 2040. Romper con la complacencia: una agenda para el resurgimiento” (CAF, 2010a) demuestra que la región todavía necesita enfrentar importantes desafíos estructurales para lograr niveles de desarrollo social, económico, ambiental y político verdaderamente sostenibles. En la región hay una excesiva concentración de los flujos comerciales con el exterior en la exportación de materias primas y otros productos de bajo valor agregado, mientras que la mayoría de productos manufacturados son importados. Ello genera una gran dependencia de la evolución de la coyuntura en los países importadores de materias primas y una fuerte volatilidad de la balanza de pagos, que afecta gravemente las variables macroeconómicas y es una de las causas de la inflación endémica que afecta a muchos países de la región.

Las pautas para conseguir una mayor estabilidad en sus relaciones globales, fundamental para el despliegue del gran potencial que tiene América Latina, son bastante claras, pero requieren profundos cambios estructurales que son difíciles de abordar simultáneamente. Por ello, parece apropiado mantener una visión integral de la dirección a seguir, pero también ir actuando sobre los distintos sectores en aquellos proyectos que aseguren un uso eficiente y sostenible de los recursos invertidos. La inevitable lentitud de las necesarias reformas institucionales no debe frenar aquellas actuaciones que son claramente necesarias para llevar adelante el progreso. En definitiva, el deseado desarrollo social y económico del subcontinente latinoamericano solo se producirá si se dan una serie de condiciones de carácter político y administrativo, incluyendo algunas de tipo estructural y de buen gobierno, y otras de carácter social. Existen, sin embargo, unas limitaciones físicas y unos déficits de infraestructuras básicas que condicionan la dirección del progreso económico y social.

América Latina no tiene porqué seguir las pautas observadas en otras regiones del mundo con contextos geográficos y demográficos muy distintos. Es evidente, por ejemplo, que las dificultades orográficas y la baja densidad de población son factores característicos de la región que hacen que sea particularmente complejo proveer la dotación mínima de determinadas infraestructuras para que pueda manifestarse su potencial endógeno. Por otra parte, es también evidente que la capacitación de la población es esencial para reforzar el potencial de desarrollo y para que estas infraestructuras cumplan con su cometido. La conservación y la buena gestión de los activos son factores a menudo minusvalorados, pero fundamentales para asegurar su aprovechamiento a largo plazo.

En general, puede afirmarse que en América Latina no se dan las condiciones de suficiencia con relación a las infraestructuras de transporte terrestre y que las necesidades de inversión para alcanzar el nivel requerido son muy elevadas. El principal reto que se plantea para las instituciones que actúan a nivel regional es asegurar que los proyectos que se vayan implementando encajen dentro de la visión integral adoptada para la región y sean eficientes y sostenibles en el largo plazo. La vocación de CAF es precisamente ayudar a sus miembros para que, dentro de este marco de actuación, alcancen las condiciones de suficiencia con la mayor celeridad, al permitirles disponer con antelación de los

activos que facilitan la creación de riqueza. El éxito de su actuación depende de que las infraestructuras financiadas permitan no solo devolver los préstamos, sino también generar recursos adicionales para el país. Para ello es fundamental, tal como se ha comentado anteriormente, que las inversiones encajen en la visión regional y tengan una elevada rentabilidad socioeconómica. Por otra parte, la estructuración financiera debe garantizar la ejecución y mantenimiento del proyecto. Esta condición está íntimamente ligada con el tercer factor básico para el éxito de cualquier inversión en infraestructura, que es una gestión profesional y eficiente de la operación.

7.1.1.1. La consolidación de las redes básicas

Es evidente que la integración económica de América Latina, que aparece como uno de los escenarios que permitiría acelerar el desarrollo económico y social de la región, precisa de la existencia de unas redes básicas que faciliten el transporte y la movilidad y, con ello, el comercio entre los distintos países. La creación de estas redes, a partir de la infraestructura ya existente, con la construcción de tramos pendientes de ejecución, la mejora de las características físicas y operativas de las secciones con problemas y la eliminación de condicionantes a la interoperabilidad, que afecta particularmente al ferrocarril, es esencial para facilitar, en particular, las relaciones entre países que tradicionalmente han sido marginadas en los planes nacionales. La definición de las redes transeuropeas y las ayudas de las instituciones de la Unión Europea a las inversiones que se hacen en ellas son un ejemplo de las actuaciones que podrían realizarse en América Latina. Los intentos realizados hasta ahora, como la Iniciativa para la Integración de la Infraestructura Regional Suramericana (IIRSA), están todavía muy lejos de plantear una política efectiva de infraestructuras regionales de transporte.

Es obvio que tanto el contexto como la dotación de carreteras y ferrocarriles de la región son muy distintos de los europeos, pero la filosofía que avala la creación de las redes básicas de transporte debería ser parecida. En este sentido, es preciso que en la definición de los grandes corredores que constituyen el núcleo de estas redes se consideren los grandes flujos internos de la región, que están vinculados, en principio, a los grandes centros de población y de actividad económica. La movilidad de las personas está íntimamente relacionada con el tamaño de la población y su nivel de renta, y restringida por los costes generalizados del transporte, además de por ciertas limitaciones más o menos artificiales, como el cruce de fronteras. Por ello, los grandes corredores deben definirse a partir de estos nodos, intentando conectarlos independientemente de las restricciones artificiales y, cuando sea posible, de las dificultades físicas que obstaculizan la construcción de ciertos tramos.

En este sentido, la creación de corredores bioceánicos aparece, en particular, como uno de los objetivos más evidentes de cualquier actuación planteada desde el ámbito de las instituciones financieras multilaterales para la integración de las redes de transporte terrestre de América Latina. El problema fundamental que se presenta es determinar si los planes existentes para estos corredores se adaptan bien a los cambios estructurales de tipo geopolítico y a los cambios tecnológicos que obligan a replantearse las fórmulas tradicionales sobre los modos de transporte terrestre más eficientes (carretero o ferroviario).

No hay que olvidar, en todo caso, que la visión conjunta de los flujos de mercancías y viajeros es fundamental para establecer las necesidades reales de mejora y creación de redes básicas. Con el tiempo, estas redes podrán ampliarse, pero, en la fase actual, parece importante establecer cuáles son los corredores sobre los que deberían concentrarse los países.

7.1.1.2. Cohesión y equilibrio territorial

Las mejoras de transporte generan externalidades positivas gracias a la reducción de costes logísticos, pero también por la generación de economías de aglomeración. El impacto de las infraestructuras de carretera y portuarias son, según el estudio de Melo *et al.* (2013), las que tienen una elasticidad-producto, en la producción de las empresas, mucho mayor que las de otros modos. Aunque no existe información precisa y actualizada para América Latina, la premisa del papel fundamental de carreteras y puertos en una economía muy abocada a la exportación puede adoptarse sin grandes recelos.

Si se siguen únicamente los criterios de máxima productividad, existe el riesgo de concentrar las inversiones en la red básica de carreteras, en los puertos y, en todo caso, en el ferrocarril y en los aeropuertos. Los tres últimos modos suelen estar asociados a terminales situadas en los grandes centros de producción y en las grandes urbes. Para preservar una distribución equilibrada de la población en un subcontinente poco poblado, es necesario compensar esta formulación con la aplicación de una política de desarrollo regional que facilite la actividad aprovechando el potencial endógeno de cada zona. Es particularmente importante mantener el peso de los núcleos urbanos medianos que pueden alcanzar economías de escala suficientes y extender la actividad sobre amplias zonas del territorio.

Para que este fenómeno pueda producirse, es preciso que exista una conectividad adecuada al “espacio de los flujos”, o sea a los nodos desde los cuales pueden conseguirse (importarse) y venderse (exportarse) los productos y servicios, ya que las transacciones comerciales son fundamentales para el progreso. Estos flujos son actualmente físicos (personas y mercancías), pero también de información y energía. Sin una buena conectividad a las redes básicas de transporte, es prácticamente imposible que se produzca el desarrollo económico. Por ello, es importante dotar a todo el territorio habitado de unas condiciones mínimas de conectividad a las redes básicas de autopistas, ferrocarril y vías navegables (en su caso) y, lógicamente, a aeropuertos y puertos. Esta conectividad solo puede lograrse con una adecuada red de carreteras secundarias y terciarias que permitan un acceso rápido y cómodo a los nudos de la red. Los indicadores de conectividad, que permiten dar un tiempo de acceso a las redes para cada punto del territorio, ponderando el servicio que se presta en los nudos de acceso que pueden alcanzarse de manera razonable desde dicho punto, permiten visualizar si se dan condiciones adecuadas para generar una actividad económica competitiva.

La infraestructura carretera regional, de hecho, no permite dar los niveles de conectividad deseables. La red comprende 3,1 millones de km, que se extienden en una superficie de 18,5 millones de km², pero solo una sexta parte de la red (algo más de 500.000 km) se encuentran pavimentados.

En este estudio se justificó, cotejando la situación de la región con la de otras zonas del mundo comparables, que se debería, por lo menos, duplicar la oferta de infraestructura por habitante para alcanzar los estándares de los países desarrollados en materia vial. De

hecho, en algunos países de América Latina, hay millones de personas en el ámbito rural sin acceso aceptable al transporte, en particular en Brasil, México y Perú. El índice de acceso rural (Banco Mundial, 2006), que mide el grado de acceso de la población rural al sistema formal de transporte, es de 0,59 en América Latina, mientras que en Asia-Pacífico, por ejemplo, alcanza 0,90.

Por ello, es importante contemplar las inversiones en carreteras fuera de las redes básicas, que permitan dar paulatinamente a todo el territorio unas condiciones mínimas de conectividad. Las actuaciones tanto en las redes básicas –para la integración de la región– como en las secundarias y terciarias –para asegurar unas condiciones mínimas de conectividad al territorio– configurarían así una política de transporte equilibrada y con claros objetivos sociales de cohesión y equilibrio territorial.

7.1.1.3. Innovación en los esquemas de financiamiento

Un aspecto fundamental de la innovación en el sector es la mejora de la capacidad para regular el sector e, indirectamente, para establecer mecanismos de financiación que faciliten el desarrollo de la movilidad. Hay una serie de principios que deberían presidir la gestión y desarrollo del sistema de transporte. Para una mayor eficiencia y para cumplir con los objetivos de bienestar público generalmente consensuados, deberían cumplirse los dos principios clave de que quien utiliza paga y quien contamina paga. En este sentido, se puede argumentar que los flujos financieros generados por la movilidad deben ser capaces de cubrir los gastos y contribuir a las finanzas públicas igual que otros sectores de la economía. Esta premisa es muy fuerte y, lógicamente, debe provenir de su aceptación por los ciudadanos. Si consideran que la movilidad es un derecho, como la sanidad o la enseñanza, que debe ser provisto por el sector público, y estiman justificado que sea subvencionada por los presupuestos públicos, habrá que acotar la contribución de los usuarios y adoptar políticas tarifarias que obedezcan a principios de eficiencia y de preservación del entorno. En todo caso, se va a plantear una situación compleja. Por una parte, la carga impositiva específica sobre los carburantes irá desapareciendo con la electrificación. Por otra, las subvenciones a los operadores de transporte público, tanto en las grandes conurbaciones como en las empresas públicas, se deberían revisar profundamente porque muchas de ellas no tienen relación con los conceptos de eficiencia o sostenibilidad. La adopción de un modelo de financiación equilibrado y basado en objetivos claros es ciertamente compleja y supondría cambios substanciales en las competencias de muchos actores del sistema. La participación de las instituciones financieras internacionales (IFI), que precisan unas garantías claras para sus operaciones, podría contribuir al establecimiento de mecanismos más adaptados. Es evidente, sin embargo, que cualquier esquema de financiación de infraestructuras debe ser gestionado con rigor y transparencia y ser poco susceptible a los avatares de la política.

El dilema político se da al considerar el equilibrio (*trade-off*) entre financiamiento y beneficios externos. Un trabajo reciente que estima las cuentas externas del transporte en España (Vasallo, Ortuño y Betancor, 2017) llegó a la conclusión de que, a excepción del ferrocarril, los modos de transporte cubren mayoritariamente los costos de la infraestructura a través de las contribuciones e impuestos especiales. El ferrocarril requiere de elevados subsidios, pero contribuye a reducir los costos externos del transporte (accidentalidad, contaminación ambiental). Por otro lado, el automóvil presenta costos externos elevados, pero es el que más contribuye al financiamiento de la infraestructura.

7.1.2. INTERRELACIÓN DE LAS REDES CON LOS SECTORES DE DESARROLLO PRODUCTIVO, LOGÍSTICO Y TURÍSTICO

7.1.2.1. Desarrollo productivo

América Latina no ha llevado a cabo la transformación industrial observada en Asia. De hecho, en la mayoría de países del subcontinente se ha producido una fuerte regresión de su industria incipiente, que ha quedado rápidamente obsoleta por la falta de inversiones. Las causas de la desindustrialización son múltiples, aunque es evidente que la inestabilidad macroeconómica ha tenido una gran influencia en la capacidad de competir a nivel global, en particular, en un entorno que tiende a reducir la protección de la producción local. El transporte de mercancías semielaboradas entre productores se ve fuertemente reducido, mientras que las importaciones de productos manufacturados para el consumo aumentan. Las posibilidades de revertir esta situación a medio plazo son modestas, de manera que los grandes flujos van a concentrarse en las terminales de contenedores de los puertos y en sus accesos a plataformas logísticas de distribución hacia los almacenes y comercios. En este sentido, será importante analizar cómo se crean las cadenas de valor y qué exigencias puede generar sobre el sector vial. En términos regionales, se debe continuar reforzando la integración comercial y económica y atender las inversiones que faciliten la conectividad y respondan a las necesidades de los operadores logísticos.

Hay algunos factores que nos permiten orientar la perspectiva sobre el papel que puede tener el ferrocarril en este marco de referencia del futuro de la movilidad que se ha intentado dibujar. El primero es que el ferrocarril es un sistema extremadamente rígido y, por ello, sólo se adapta bien a los grandes flujos de punto a punto y cuando los costos de acceso son relativamente modestos. En el caso de las mercancías, significa que se puedan llenar trenes completos entre dos grandes terminales, suficientemente separadas para que los costos en las colas del trayecto (entre origen/destino y estaciones) sean relativamente pequeños. En lo que concierne a los viajeros, que tienen la ventaja de moverse solos, los accesos al ferrocarril (y al metro) no son siempre fáciles ni agradables y afectan negativamente a los costos generalizados que percibe el viajero.

7.1.2.2. Logística

El desarrollo de logística básica y sostenible tiene como objetivo promover la eficiencia y competitividad sistemática del sector de carga por carretera, mediante estrategias sistémicas que incorporen infraestructuras de servicios (redes de estaciones camioneras), formación, regulación, fomento de servicios avanzados, etc.

El transporte de mercancías depende esencialmente de las transacciones comerciales y de la estructuración de las cadenas logísticas. Los modos utilizados y los propios flujos de transporte terrestre obedecen a cómo se estructuran estas cadenas que han ido evolucionando substancialmente en las últimas décadas, siguiendo la evolución de los procesos industriales y aprovechando las oportunidades que ofrecen las tecnologías de la información y la globalización. En el sector industrial, se ha asistido a una transformación profunda de los procesos, con profusión de la subcontratación y el método “justo a tiempo”,

y una adaptación a la clientela, con producción muy flexible y adaptada continuamente a la demanda. Las cadenas globales de valor pretenden integrar la producción, la distribución y el consumo de manera que todo el proceso sea más eficiente, pero también que se atiendan las pretensiones de una clientela cada vez más exigente. Todo ello repercute en los volúmenes de transporte y, en particular, en los lotes que se van enviando.

En este sentido, las nuevas fórmulas logísticas y, en particular, la llamada 4PL, con operadores logísticos independientes de los productores, que gestionan toda la logística de muchas empresas y pueden, por tanto, concentrar más fácilmente los envíos, tienen el potencial de contribuir a generar tráfico. Lo que es más complicado es que este tráfico sea suficiente para justificar grandes inversiones, o sea, que lo lógico sería aprovechar las líneas existentes cuando sea posible para conectar estas plataformas con los puertos. Por otra parte, la incorporación del ferrocarril en las cadenas de valor que pueden crearse en América Latina depende, en gran medida, de aspectos técnicos (anchos de vía, pasos de frontera, etc.) y, sobre todo, de un marco regulatorio que facilite la internacionalización de los servicios y permita una competencia real entre operadores. La falta de eficiencia hace que el transporte intermodal carretera-ferrocarril tenga dificultades para desarrollarse y ofrecer una alternativa real al transporte puerta a puerta por camión, que es más fácil de gestionar y controlar por parte de los operadores logísticos. De hecho, el ahorro potencial del transporte intermodal solo se presenta en recorridos muy largos, que son relativamente escasos en la región, en particular si deben ser interoperables.

En los países que tienen tráfico masivos (mineros principalmente), el modo ferroviario es esencial en la cadena logística, pero, en el resto de los países, el modo pierde competitividad respecto del camión. En el caso de cargas, la legislación e institucionalidad han jugado un papel en el desempeño del modo.

El transporte ferroviario de cargas debería buscar captar productos y clientes atendidos por el modo carretero, pero también incrementar las soluciones intermodales. Esto requiere, nuevamente, la intervención pública, no sólo sobre la infraestructura concesionada, sino también sobre la no concesionada y la preexistente. Los países deben atender el desarrollo de mejoras estructurales, en términos de velocidad, seguridad, toneladas por eje, mejoras en pendientes y curvas, y conectividad internacional.

En todo caso, la concentración de flujos que necesita el ferrocarril pasa por una mejor coordinación con los otros modos de transporte, incluyendo los autobuses y los vehículos autónomos que se utilizarán para recoger y dejar a los viajeros en las zonas atendidas por las estaciones. Lo que hay que imaginar, pues, es un entorno de las estaciones que las convierta en espacio público privilegiado y con multiplicidad de usos. En definitiva, el futuro del ferrocarril pasa por la integración.

En este sentido, la competitividad del ferrocarril, fuera de los graneles y de la gran industria (por ejemplo, de la metalurgia, la química o el automóvil), se ha visto muy reducida. La opción de concentración de envíos relativamente pequeños (a nivel de contenedor o vagón) requiere plataformas intermodales capaces de prestar servicio a zonas extensas para envíos lejanos; por ejemplo, entre un puerto seco y la terminal portuaria. La gestión de estas plataformas con el nivel de servicio requerido por la industria moderna es compleja y sólo en algunos países muy desarrollados e industrializados o en Asia, con economías muy dirigidas, el transporte terrestre intermodal ha tenido algún éxito.

7.1.2.3. Turismo

El transporte es un factor determinante del flujo turístico, ya que representa el medio para llegar al punto de destino y condiciona los desplazamientos dentro del destino visitado. Históricamente, la relación entre el turismo y el transporte se dio a través del ferrocarril, luego superado por el transporte por carreteras. En la actualidad, la tendencia es la consolidación del transporte aéreo, sobre todo, para tramos internacionales. Además, la aparición de operadores aéreos de bajo costo (*low cost*) ha posibilitado desarrollar el turismo interno por vía aérea.

Aun así, el sector aéreo debe tener asegurada la infraestructura necesaria para garantizar la conexión con la industria y, por tanto, los sectores vial y ferroviario.

El desarrollo de la mayoría de las economías de la región, el aumento del tamaño de la clase media y la reducción de la pobreza, así como las mayores facilidades migratorias y un sector turístico dinámico sirven para explicar el crecimiento sostenido del transporte aéreo en América Latina y el Caribe. A pesar de esto, el mercado sigue siendo pequeño comparado con el de otras zonas del mundo. Las operaciones realizadas por las aerolíneas regionales representan solamente el 5 % de la capacidad mundial para pasajeros, superando en tamaño únicamente al mercado ofrecido por las aerolíneas africanas (ICAO, 2014).

Las tendencias que han acompañado este comportamiento son una mayor oferta de vuelos y asientos, pero con un menor número de aerolíneas asociadas a las grandes alianzas mundiales. En paralelo, se han venido dando inversiones en la infraestructura aeroportuaria de la región, mejorando, y en algunos casos ampliando, su oferta.

El desarrollo del transporte aéreo no elimina la gran influencia de las redes de transporte terrestre. El avance de las carreteras, como oferta de infraestructura en paralelo a las redes ferroviarias, consolidó los servicios de ómnibus, de mayor flexibilidad y frecuencia, lo cual desalentó la utilización del servicio ferroviario de pasajeros. Sin embargo, algunos servicios ferroviarios actuales de finalidad turística han subsistido, en base a la mayor capacidad de pago de los pasajeros (como el caso del tren a Machu Picchu).

La conexión terrestre posibilita el desarrollo de una oferta turística interna e internacional de gran relevancia. En el último caso, la agilidad de los trámites en frontera juega un papel importante. El desarrollo de conexiones terrestres permite la emergencia de rutas turísticas e itinerarios específicos (p. ej., rutas culinarias).

7.1.3. REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN EL CORTO, MEDIO Y LARGO PLAZO

La aparición de tecnologías disruptivas en el sector del transporte condicionará claramente tanto la planificación como la gestión de las infraestructuras de transporte. En particular, la aplicación de tecnologías de la información y la comunicación permite el desarrollo de infraestructuras inteligentes, que ofrecen múltiples oportunidades para superar los retos actuales, como son la mejora de la eficiencia o la reducción de emisiones contaminantes y el cambio climático.

Los retos actuales a los que deben dar respuesta las infraestructuras terrestres consisten, básicamente, en cómo gestionar el crecimiento del tráfico que se espera en el sector, tanto en número de pasajeros como en transporte de mercancías. Globalmente, el transporte por estos modos aumentó del orden del 40 % en el período 2000-2010. En 2050, se prevé que la cifra de 2010 se duplique (PBL & Comisión Europea, 2016).

Focalizando los retos de las infraestructuras viales, se han identificado los siguientes puntos clave teniendo en cuenta las tendencias:

Pérdida de productividad. Del conjunto de impactos negativos que supone el incremento de tráfico, la congestión es la que presenta un efecto más inmediato y perceptible para la población. Aparte de la frustración y otros efectos negativos asociados al tráfico, el principal problema es la pérdida de productividad derivada del incremento del costo de oportunidad de un tiempo que podría emplearse en otras actividades. Según cálculos del Foro Económico Mundial, actualmente el costo anual en congestión de tráfico en todo el mundo asciende a USD 1.400 billones (WEF, 2014).

Aumento de emisiones y su impacto en el cambio climático. Como es bien conocido, el transporte rodado es uno de los principales causantes de emisiones de CO₂ a nivel mundial. Concretamente, la contribución es del 17 % respecto al total (PBL & European Commission, 2016). Además, según aseguran los expertos, la tendencia a futuro es ascendente. Paralelamente, además de estas emisiones “directas”, la construcción de infraestructuras de transporte también supone emisiones, por lo que el desarrollo de nuevas infraestructuras debe responder siempre a un planteamiento razonable.

Problemas para la salud pública. Además de los efectos globales del cambio climático, la contaminación y las emisiones tienen un efecto local que se traduce en un impacto negativo para la salud pública. En las ciudades donde se hacen mediciones de la calidad del aire, se calcula que más del 80 % de los ciudadanos están expuestos a unos niveles de contaminación superiores a los límites aceptables (OMS, 2016).

Incremento de los accidentes de tráfico. Directamente relacionados con el aumento del tráfico, los accidentes son uno de los principales causantes de lesiones y muertes a nivel mundial. Según cálculos de la OMS, los accidentes de tráfico suponen 1,25 millones de muertes al año en todo el mundo (2 muertes por minuto), y entre 20 y 50 millones de personas resultan heridas (OMS, 2018).

En relación a las infraestructuras ferroviarias, actualmente el tren acapara el 8 % del transporte mundial, pero el volumen de gases de efecto invernadero que genera se sitúa en el 1,5% (UIC, 2015). La red global de trenes tiene una expectativa de aumentar para el año 2050 un 30 % respecto a los niveles de 2010. Esto se traduce en, aproximadamente, unos 335.000 km de vías adicionales (Comisión Europea, 2011). Regionalmente, China e India representan un cuarto de este crecimiento, mientras que los países de la OCDE en Norteamérica y Europa, Rusia y Latinoamérica construirán el restante 75 % de vías esperadas (CAF, 20014).

La demanda se está expandiendo mundialmente, particularmente en áreas metropolitanas. Esta demanda del ferrocarril es debida al crecimiento de pasajeros en la movilidad interurbana, ya que la evolución demográfica y los cambios de estilo de vida influyen en

la demanda. Es importante remarcar que se debe tener en cuenta este crecimiento a todas las escalas territoriales (desde internacional a local) y analizar las estrategias que deben seguir en cada caso.

Por consiguiente, en el sector ferroviario, se establece una serie de estrategias para abordar los retos que implican poder ofrecer una movilidad sostenible a una población creciente. Los tres retos principales son:

Digitalización del sistema y la experiencia de usuario. El sector se enfrenta al reto de adaptarse y encontrar su espacio, situando a los usuarios en el centro de los procesos, permitiendo atraer más clientes y diferenciarse de otras modalidades de transporte. Esto se puede llevar a cabo a través de un eficaz sistema digitalizado y un diseño de los servicios enfocados a la comodidad del pasajero. Es importante remarcar que se deben analizar los comportamientos del cliente y las tendencias futuras.

Movilidad integrada. Es necesaria una buena articulación entre los diferentes modos de transporte a fin de realizar más rápida y eficazmente las operaciones de trasbordo de materiales, mercancías y clientes. Esta mejora de competitividad para el transporte de carga y pasajeros viene dada por el ofrecimiento de mejores experiencias de trayecto puerta a puerta. Por consiguiente, es necesario un operador logístico para controlar y gestionar toda la red de transporte ferroviaria.

Desarrollo de trenes e infraestructuras más sostenibles. El ferrocarril deberá avanzar hacia infraestructuras y material rodante más sostenible, de modo que será clave el desarrollo tecnológico de sistemas de impulsión y operación y de nuevos materiales técnicos. En los últimos años, y con el auge de conceptos como la economía circular, son varias las empresas que han establecido diversas estrategias de diseño que permiten aumentar la eficiencia y la sostenibilidad de los materiales e infraestructuras.

En el campo de la gestión de infraestructuras de transporte, el reto principal es incrementar la eficiencia y la sostenibilidad, tanto en la fase de construcción como en la fase de operación y mantenimiento. A pesar de tratarse de un sector con dificultades para innovar dada la magnitud y el largo ciclo de vida de sus inversiones, la digitalización ofrece múltiples posibilidades para la mejora de procesos de decisión y de gestión durante todo el ciclo de vida de la infraestructura. Una clara oportunidad en el corto y medio plazo es el uso de metodologías colaborativas del tipo de modelado de información para la edificación (BIM, por sus siglas en inglés) y la aplicación de metodologías tipo ágil (*Agile methodology*) con enfoque ajustado (*lean*) para la gestión del ciclo proyectos. Otras tendencias con potencial para mejorar la construcción y gestión de infraestructuras a medio y largo plazo son la inteligencia artificial, la impresión 3-D y la tecnología de gemelo digital (*digital twin*). Para la implementación de estos métodos en el mercado, se debe analizar, caso por caso, el potencial e inversión que tienen hoy en día.

Como conclusión, los retos actuales, ya sean viales, ferroviarios o de construcción y gestión de proyectos, deben superarse con un uso eficiente de las nuevas tecnologías y el desarrollo sostenible de las infraestructuras. La revisión de las nuevas tecnologías y los avances tecnológicos consiste en identificar innovaciones en infraestructuras terrestres que puedan ayudar a superar el conjunto de retos identificados.

En la infraestructura vial, los avances más importantes previstos son los siguientes:

- **Combustibles alternativos.** Las ventas de coches eléctricos a nivel mundial han incrementado exponencialmente, pero la contribución de Latinoamérica a este suministro ha sido marginal. Según un estudio (Frost y Sullivan, 2015), se estima que, en Latinoamérica, las ventas anuales en 2023 podrían oscilar entre las 52.000 y 220.000 unidades, dependiendo de los cambios regulatorios, la aceptación del consumidor y el desarrollo de tecnología. Actualmente, en América Latina, los recargos a los precios para vehículos híbridos eléctricos oscilan entre el 10 % y el 30 % mientras que para los vehículos eléctricos de baterías fluctúan entre el 50 % y el 80 % (Gómez-Gélvez, Mojica, Kaul e Isla). Según la Asociación regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe (ARPEL, 2016), solo cuatro países tienen el 70 % de los 17 millones de autos que funcionan a gas natural comprimido (GNC) a nivel mundial (Argentina, Paquistán, Brasil y China). Además de Argentina y Brasil, el GNC se ha desarrollado fuertemente en Colombia y es de esperar que países con disponibilidad de gas natural, como Perú o Bolivia, tiendan a desarrollar este tipo de combustible para la movilidad urbana. Por último, el hidrógeno se emplea tanto para motores de combustión interna alternativos como para pilas de combustible. Rafael Calvera, director general del grupo Calvera, defiende que la recarga es cuestión de cuatro o cinco minutos y puede llegar a tener una autonomía de 650 km.
- **Adaptación a los vehículos eléctricos.** La electrificación del parque de automóviles y de vehículos pesados parece impararable. Otras tecnologías limpias, como la pila de combustible, tienen también potencial, pero, para los próximos años, los fabricantes de vehículos apuestan por la electrificación. A corto plazo, la relativa poca capacidad de las baterías facilita la movilidad urbana y regional, pero hace imprescindible establecer una red de estaciones de recarga en las autopistas que conectan las ciudades. A más largo plazo, una forma de alimentación atractiva es la carga inductiva que permite ir cargando las baterías del vehículo mientras circula gracias a catenarias para camiones con pantógrafos adaptados o inductores integrados en las carreteras. Se están estudiando diversas fórmulas de alimentación dinámica, pero todas ellas exigen inversiones importantes en infraestructura. Por otra parte, es importante ver la capacidad de generación de electricidad en la propia carretera, que puede obtenerse de la energía mecánica desperdiciada en el uso de la carretera, mediante la creación de pavimentos que actúen como paneles solares o, simplemente, de la cobertura de las vías en determinadas zonas con paneles convencionales.
- **Autonomización vehicular.** El futuro vehicular pasa por la automatización y, en el caso más extremo, la autonomía. Los actuales vehículos autónomos han sido diseñados con el objetivo de eliminar el error humano en la conducción y, sobre todo, en el transporte de mercancías, para aumentar la productividad, pero la tecnología necesaria, aunque haya avanzado mucho, no ha alcanzado aún el grado de madurez óptimo y seguro. Un estudio realizado por el McKinsey Global Institute (2016) calculó que los vehículos autónomos podrían reducir los accidentes en un 90 %, lo cual habría supuesto un ahorro de USD 190.000 millones en 2012. Sin embargo, esta evolución tecnológica depende no solo de los vehículos, que esencialmente se comunicarán entre ellos, sino también de mejoras en la infraestructura, ya que se necesita una infraestructura inteligente, que envíe información adecuada de aquello que rodea a los vehículos. Dicha información incluye tanto elementos estáticos, como el trazado de los carriles y la localización de obstáculos potenciales, como dinámicos, o

sea, información de los cambios que se producen debido a las condiciones ambientales o a incidentes, que permita adaptar el movimiento del vehículo a las situaciones. La autonomización implica un cambio total en la planificación y la gestión de la infraestructura viaria. Una carretera con vehículos autónomos ve considerablemente aumentada su capacidad, tanto por la mayor proximidad entre vehículos que permite como por otros factores; por ejemplo, el hecho de que los carriles podrán ser más estrechos para optimizar el uso del espacio ocupado por la infraestructura. Por otra parte, los sistemas de seguridad vial deberán responder a las nuevas condiciones, la señalización vial deberá adaptarse para ser fácilmente leíble e interpretable a través de programas de inteligencia artificial y el sistema de mantenimiento y operación podrá ser optimizado, ya que contará con un gran volumen de información relevante.

- **Gestión dinámica del tráfico.** Para obtener un control más eficaz del tráfico, se recogerá cada vez más información de todos los vehículos que circulan para que los sistemas de control de tráfico dispongan de una amplia base de datos. Por ello, la relación entre las autoridades y las entidades privadas (en particular las de telecomunicación), deberá ser muy estrecha, sobre todo, en lo que se refiere al intercambio y análisis de datos. La nueva red 5G, esencial para la autonomización vehicular, representará un nivel superior de información que permitirá no solo un conocimiento muy detallado de la movilidad, presentando nuevos retos en relación a la privacidad, sino también una planificación y una gestión del sistema de transporte que todavía es difícil de imaginar. A más corto plazo, el uso de tecnologías avanzadas de comunicación permitirá mejorar la gestión del tráfico mediante mejores controles de acceso, de la velocidad y del uso de los carriles, el establecimiento de peajes dinámicos y de flujo libre, la aceleración de la respuesta de emergencia, etc.
- **Movilidad como servicio (MaaS, por sus siglas en inglés).** Por movilidad como servicio se conoce la integración de varios medios de transporte en un único servicio de movilidad, accesible por demanda. La MaaS implica el uso de una plataforma digital que incorpora la planificación integral del viaje, las reservas, los billetes electrónicos y los servicios de pago en todos los medios de transporte, tanto públicos como privados. Este modelo establece un vínculo más estrecho entre oferta y demanda, por lo que los viajeros se desplazan de forma más rápida, limpia y económica. La MaaS se encuentra en fase de desarrollo en algunas regiones europeas (Finlandia, Escocia, etc.) y se postula como el paradigma a adoptar para las áreas metropolitanas en los próximos años. El acceso a la información y el modelo de gestión del sistema de transporte, incluyendo la política tarifaria, son los factores críticos para su éxito, una vez que el software necesario para su aplicación se haya estandarizado. El impacto que puede esperarse de la optimización de la movilidad por la MaaS es la posibilidad de reducir la necesidad de nuevas infraestructuras viarias, especialmente en el entorno urbano, ya que facilita el uso del transporte público y de medios alternativos. La tecnología que soporta la MaaS debería adaptarse a la mejora de la logística urbana, uno de los grandes retos con los que se enfrentan las áreas urbanas debido al crecimiento exponencial del comercio electrónico. La infraestructura vial y el modelo de gestión del tráfico urbano actuales no están pensados para la proliferación de camionetas con múltiples paradas. La regulación de la logística urbana llevará posiblemente a acciones en las vías para compensar las restricciones que vayan a imponerse.

- **Viajes compartidos** (*ride-sharing*). Los sistemas de uso compartido de vehículos (automóviles, motocicletas y otros medios de uso principalmente urbano) parece que van a desarrollarse con cierta rapidez, después de unos inicios relativamente lentos, gracias a las facilidades aportadas por la telefonía móvil (Deloitte, 2017). La disponibilidad y facilidad de localización de los vehículos que, en principio, se alquilan por periodos muy cortos de tiempo, son esenciales. Aunque la implantación de sistemas de vehículos compartidos solo tiene sentido en zonas de gran densidad de población, este modelo de negocio conlleva una reducción de la congestión y de las necesidades de aparcamiento. Los usuarios de este método de viaje están creciendo en las grandes ciudades y su efecto sobre las necesidades de infraestructura no son evidentes. Mientras el uso compartido del automóvil podría incrementar la congestión, la proliferación de motocicletas, patinetes, bicicletas y otros vehículos compartidos podría reducir el uso del automóvil.
- **Innovaciones en la carretera para el tráfico pesado.** Respecto a la carga por carretera, hay muchas innovaciones tecnológicas con respecto a la eficiencia del tiempo de viaje, los procesos de carga de la mercancía y el uso de energía. Como tendencias observadas, y que tienen efectos potenciales sobre las carreteras, están el uso de composiciones más largas (megacamiones), con más ejes y capacidad para mayores cargas, y la formación de pelotones de camiones con un líder (de momento un conductor) y seguidores autónomos a muy corta distancia para reducir el consumo energético. Ya se ha comentado que, a más largo plazo, se espera la electrificación y la autonomización. Por otra parte, la mejora de la gestión de flotas en tiempo real permite reducir los retornos en vacío y asegurar mayor fiabilidad. La proliferación de vehículos pesados de grandes dimensiones y de pelotones tendrá, sin duda, efectos sobre el diseño de las autopistas, pero también de las carreteras de acceso y de las áreas de descanso, las estaciones camioneras, las áreas de servicios y las estaciones de pesajes, entre otras.

En relación con el sector ferroviario, las nuevas tecnologías están dirigidas a lo siguiente:

- **Uso de combustibles alternativos al diésel.** Más de un tercio de la energía utilizada en los ferrocarriles es eléctrica y un cuarto de las líneas están electrificadas a nivel mundial. La intensidad energética del sector ferroviario (energía final consumida por unidad transportada), en comparación con 1990, ha disminuido un 33 % en todo el mundo. En el caso del Gas Natural Licuado (GNL), se trata de un combustible alternativo que permite reducciones muy significativas en las emisiones respecto a las propulsiones tradicionales. Por último, encontramos el hidrógeno como futuro combustible del sector ferroviario y, aunque ya hay el primer tren a hidrógeno, las mayores empresas del sector industrial ferroviario han empezado a invertir millones de euros en proyectos de investigación y desarrollo (I+D) que pretenden acercar esta tecnología al consumidor final.
- **Desarrollo de plataformas multimodales.** Uno de los elementos estratégicos que debería permitir posicionar el ferrocarril como alternativa al transporte por carretera y aumentar la tasa de utilización de la infraestructura y el material rodante es el ofrecimiento de soluciones puerta a puerta mediante plataformas multimodales regionales, nacionales e internacionales conectadas por ferrocarril. Estas plataformas se constituyen como un marco de colaboración entre agentes del transporte que permiten combinar modos de transporte y ofrecer soluciones integrales. Las plataformas portuarias y los puertos interiores (puertos secos) que sirven con trenes completos frecuentes permiten la integración entre operadores portuarios y ferroviarios. Otros servicios, como las

autopistas ferroviarias que permiten cargar camiones en los trenes con facilidad mediante un material rodante adaptado, posibilitan combinar transporte carretero de corta distancia con largos trayectos en ferrocarril. El problema principal para su desarrollo es de gestión. Se necesita un operador logístico capaz de integrar a los diversos operadores modales y de controlar y gestionar los servicios ferroviarios (tradicionalmente en manos de empresas públicas reticentes al cambio) para disponer de la información y coordinar con neutralidad a los diversos agentes. En lo que respecta a infraestructuras, la adaptación de las terminales portuarias, la creación de puertos secos y de plataformas logísticas intermodales serían las inversiones que requeriría el modelo multimodal propuesto.

- **Mejoras del material rodante.** El aligeramiento del material rodante, la adaptación al producto, incluyendo los vagones especializados en transporte multimodal, o la extensión de la vida útil de los trenes con un costo de mantenimiento reducido son estrategias que varias empresas han establecido para aumentar la eficiencia y sostenibilidad del material ferroviario. También en locomotoras se observan mejoras substanciales, tanto en consumo energético como en interoperabilidad o en autonomía. El nuevo material rodante puede permitir aumentos importantes de productividad y, por tanto, de competitividad del ferrocarril, que puede requerir nuevas infraestructuras. Si este es el caso, el diseño de las nuevas líneas para la alta velocidad puede suponer importantes inversiones y efectos notables para la movilidad de las personas.
- **Control del sistema de trenes y señalización.** A través de un avanzado control del sistema de comunicación tren a tren y tren a red, se podrá desarrollar la infraestructura y tecnología del tren autónomo, con importantes implicaciones en la capacidad de las líneas.
- **Soluciones digitales para clientes.** En los próximos años, este método ayudará al crecimiento del ferrocarril. El objetivo principal es la conectividad de los usuarios, la disponibilidad de datos e información y las soluciones de movilidad de principio a fin (*end-to-end*). En consecuencia, se espera que las empresas ferroviarias apuesten por la interfaz del pasajero y esta sea la base para futuros ingresos.
- **Hyperloop.** Esta es una variante de los trenes de levitación magnética que operarán en tubos de vacío a velocidades de hasta 1.220 kilómetros por hora (SpaceX, 2013), prometiendo viajes de larga distancia con tiempos totales muy inferiores a los posibles con el actual transporte aéreo. Según sus impulsores, esta tecnología puede ser 50 veces más eficiente que los coches eléctricos o los trenes actuales. La propuesta está íntimamente ligada al abaratamiento de la construcción de túneles. En zonas montañosas, como las andinas, puede plantearse si el Hyperloop puede efectivamente convertirse en una opción de futuro.

En el sector de la construcción y gestión de infraestructuras, los avances tecnológicos más importantes serán:

- **Uso de herramientas tecnológicas BIM.** Conjunto de metodologías y herramientas caracterizado por el uso de información de forma coordinada, coherente, computable y continuada. Las aplicaciones BIM dan un mejor control de la información del proyecto. Esta información puede ser de tipo formal o de su ciclo de vida (fase de diseño, producción y explotación), pero también puede referirse a aspectos como los materiales empleados y sus calidades físicas, los usos de cada espacio, la eficiencia energética de

los cerramientos, etc. Las cinco aplicaciones BIM con mayor presencia en el mercado son: Autodesk Revit Architecture, Graphisoft ArchiCAD, Nemetschek Allplan, Autodesk AutoCAD Architecture y Bentley Architecture (Coloma Picó, 2008). En este sentido, el sector de software de la construcción sigue en maduración y explorando nuevas vías de trabajo para una mejora de calidad de los proyectos. El crecimiento exponencial que está experimentando el número de soluciones que se conectan con aplicaciones BIM da una idea de la solvencia de esta tecnología. Por esto, es importante reconocer que implementar BIM es, sobre todo, una decisión estratégica que va en la dirección de mejorar la competitividad y eficiencia. Este proceso de implementación será lento al principio, pero luego se desarrollará de manera exponencial, tal y como pasó cuando el CAD fue sustituyendo la delineación manual (Coloma Picó, 2008).

- **Inteligencia artificial.** A largo plazo, el aprendizaje automatizado (*machine learning*) tiene casos de uso con un potencial ilimitado en la construcción, el mantenimiento y la gestión de infraestructuras terrestres. Un claro ejemplo de aplicación en este sentido es la inspección automática de infraestructuras mediante visión artificial y posterior optimización y programación del mantenimiento respectivo. Sin embargo, aunque la implementación de la inteligencia artificial sea más lenta de lo que se esperaba, la posibilidad de su implantación en el mercado de la construcción y gestión de infraestructuras a 20 años vista es muy elevada.
- **Impresión 3-D y robótica.** El futuro de la construcción se basa en un sistema de producción en serie de componentes de construcción prefabricados mediante un proceso automático o mediante impresión en 3-D. Este procedimiento constructivo puede disminuir muy significativamente los costes de construcción y se espera que pueda tener una implantación progresiva en los próximos años.
- **Tecnología gemelo digital.** Esta tecnología es una representación digital de un objeto o sistema físico. Este tipo de plataforma minimiza el trabajo de campo al permitir una visión dinámica del proyecto, una comparación en tiempo real del progreso para diseñar planos y una capacidad de adaptar los planos a medida que la obra avanza. Para esta captura o fotografía de la realidad, aun no hay un método establecido: drones, satélites, fotosfera... Esta aplicación de tecnología gemelo digital tiene la capacidad de reducir los ciclos de toma de decisiones en un proyecto de construcción a través de la automatización completa de la programación del proyecto y las actualizaciones de presupuestos. También se podrá utilizar esta tecnología para replicar comportamientos en redes y sistemas de transporte.

Es importante analizar estos avances tecnológicos en el espacio temporal de corto (2020), medio (2030) y largo plazo (2040). Tanto la mejora de material rodante como la autonomía y fuente de energía de los vehículos ya se están implantando en los sectores terrestres. En cambio, para los casos de la interacción de vehículos con la infraestructura o de las redes Hyperloop, se plantea su posible implantación más a mediano o largo plazo. Se debe tener en cuenta que, como algunas de las nuevas tecnologías punteras aún están bajo estudio, es probable que una parte de ellas se demuestren inviables y se abandonen.

Cuadro 33
Descripción de avances tecnológicos en el sector de transporte terrestre

Fuente:
 Elaboración propia

	Avances tecnológicos	Ventajas	Inconvenientes
Sector carretero	Autonomía de vehículos	Incremento de la capacidad de las vías (reducción de la congestión) sin una ampliación de la infraestructura. Disminución de costos generalizados de transporte. Disminución de accidentes.	Posible aumento de los vehículos-km ante una reducción del costo generalizado del transporte. La adaptación de la infraestructura a los vehículos autónomos puede ser costosa.
	Gestión dinámica del tráfico		
	Movilidad como servicio (MaaS)	Mejor experiencia del usuario y mayor uso de los vehículos. Menos congestión en las ciudades.	La aplicación práctica requiere una buena integración de todos los modos y un modelo de gobierno difíciles de implementar.
	Adaptación a los vehículos eléctricos	Disminución de emisiones de CO ₂ y contaminantes.	Necesidad de una infraestructura de cargadores en las vías. Algunas fórmulas de alimentación eléctrica en la vía pueden representar grandes inversiones.
	Automóviles compartidos	Más flexibilidad para el cliente. Menos parque de vehículos y congestión.	Solo para ciudades con gran densidad y posible incentivo al tráfico.
	Innovaciones en la carretera para el tráfico pesado	Mejoras en la comodidad, eficiencia y seguridad de los conductores.	Coste elevado de la adaptación de las infraestructuras.
	Plataformas multimodales	Reducción del coste de puerta a puerta. Descongestión de infraestructuras viarias y mejora ambiental.	Necesidad de infraestructuras y material adaptados y de operadores logísticos integradores.
	Mejoras del material rodante	Mejora de la productividad y eficiencia energética. Menor coste de mantenimiento y aumento de la vida útil de la flota.	La inversión en el nuevo material es elevada.
	Control del sistema de trenes y señalización	Mejora de la capacidad y del funcionamiento de la red.	Coste elevado de la tecnología y de su implementación.
	Soluciones digitales para clientes	Nuevos ingresos y pasajeros más satisfechos con el servicio del ferrocarril. Coste no muy elevado	Riesgos sobre la privacidad y confidencialidad (la competencia conoce los datos de todas las empresas).
Hyperloop	Reducción sustantiva del tiempo de viaje. No contamina.	Aceptabilidad de los viajeros. Impacto visual.	

	Avances tecnológicos	Ventajas	Inconvenientes
Sector construcción y gestión	Tecnología BIM	Mayor control y eficiencia del proyecto.	Implementación lenta. Coste de recogida de información elevado.
	Inteligencia artificial	Mayor eficiencia en los procesos de construcción y mantenimiento de las infraestructuras. Las inspecciones pueden ser más frecuentes y seguras.	Implementación muy lenta. Tecnología aún poco avanzada.
	Impresión 3-D	Rapidez de la construcción y mejora del trabajo humano.	Cambio radical difícil de implementar en un sector muy conservador.
	Tecnología gemelo digital	Mayor control del proyecto (construcción y gestión).	Sistema muy complejo y coste de implementación muy elevado.
Sector energía	Electricidad	Menores emisiones de CO ₂ y contaminación. Alto rendimiento energético.	Necesidad de una infraestructura de vías electrificadas para el ferrocarril.
	Gas natural licuado	Disminución de las emisiones contaminantes. Alto rendimiento energético.	Fuente de energía agotable. Genera CO ₂ y sus pérdidas, durante su producción y distribución, tienen un efecto invernadero 21 veces peor que el CO ₂ .
	Hidrógeno	Cero emisiones de CO ₂ y contaminantes.	Todavía en desarrollo. Faltan estaciones de suministro.

7.1.4. EL PAPEL DE ASIA COMO CENTRO DE ACTIVIDAD

Actualmente hay una creciente participación de la región Asia-Pacífico en la economía global, con poblaciones enormes que demandan más alimentos y economías en permanente evolución que requieren más materias primas. Esto resulta en la necesidad de aumentar la infraestructura de los puertos, carreteras y ferrocarriles que los alimentan. La posibilidad, en algunos casos, de encontrar el trayecto más económico para el transporte hacia China supone también, para los proyectos, el desafío de salvar la cordillera andina. Tal y como se expresa en el documento “Visión para América Latina 2040” de CAF, la región está cediendo de forma gradual, pero consistente, su liderazgo del mundo en desarrollo al Este Asiático. Las economías más dinámicas de Asia, a las cuales se unieron China e India, han continuado convergiendo con las mejores prácticas globales y se han especializado en la exportación de productos manufacturados y la externalización de servicios.

Asia ha ido tomando una posición cada vez más importante dentro de la industria y el comercio mundial. Esta posición pretende ser reforzada también en cuanto a poder político en el ámbito global. China, en particular, está impulsando iniciativas que pueden permitirle, a medio plazo, alcanzar una posición de liderazgo económico en el mundo y una gran influencia internacional. El fenómeno de industrialización focalizado en la exportación que

iniciaron Japón y Corea del Sur ha ido desplazándose hacia el sur del continente asiático y países como la India, pero también Vietnam, Tailandia, Malasia, Indonesia o Bangladesh, están en un proceso de imitación del fenómeno que puede tener consecuencias muy importantes para los flujos de mercancías y los equilibrios geoestratégicos.

En este contexto, el centro de gravedad económico mundial migraría a Asia, que representa en la actualidad el 34 % de la actividad global, pero, en 2040, podría alcanzar el 61 % de la producción global (CAF, 2010).

Los países latinoamericanos no han podido mantenerse ajenos a estos cambios globales. Observando los flujos de la región, puede comprobarse cómo la tradicional dependencia del comercio con Europa y los Estados Unidos han ido reduciéndose substancialmente. Las exportaciones de productos mineros y agrícolas, que constituyen el núcleo de las transacciones, han ido desplazándose hacia el continente asiático, que se ha ido convirtiendo en un gran consumidor, tanto para la industria como para su población, que ahora está en una fase de acceso acelerado a productos alimenticios de mayor calidad.

En 2050, dada la tendencia de crecimiento de Asia, una gran parte de su comercio internacional se focalizará en América Latina. El hecho de que seguramente se vayan a mantener en el futuro las complementariedades entre las economías de las dos regiones hace augurar un crecimiento elevado de las relaciones comerciales entre ambas.

Las relaciones de América del Sur con Asia están directamente conectadas con el comercio con China. Las relaciones suramericanas con el país oriental experimentaron un mayor acercamiento a principios del siglo XXI. La apertura del mercado y el crecimiento de la economía permitieron a China buscar nuevas alternativas en sus relaciones con países con economías emergentes. El aumento del mercado interno y el crecimiento acelerado de China, hace que este país dependa cada vez más de la agricultura externa. En ese contexto, los países de América del Sur, principalmente Brasil, Argentina y Perú, se benefician exportando soja, harina, maíz, algodón y carne.

China cerró importantes acuerdos energéticos con Brasil y Venezuela, exportadores de combustibles y materia prima. Venezuela construirá en China tres refinerías para procesar el petróleo exportado, convirtiendo al país asiático en uno de los principales compradores de petróleo venezolano. La cooperación tecnológica también ha ido aumentando y se destaca la cooperación en la producción de aviones (Brasil), nuclear (Argentina) y en el sector petrolero (Venezuela). El acercamiento con los países de América del Sur es comercial y se da de forma bilateral, con previsiones de aumento para los próximos años.

Pese a la indiscutible importancia de Asia-Pacífico en el comercio mundial, algunos países de América Latina y el Caribe siguen manteniendo relaciones comerciales y de inversión relativamente débiles con esa región. Por ello, se recomienda establecer vínculos más estrechos con Asia, ya que representa un mercado en vías de rápida diversificación que ofrecerá a la región latinoamericana posibilidades de exportación de bienes y servicios. El desarrollo asiático es una fuente de inspiración que conlleva oportunidades y desafíos para América Latina. Ambas regiones deben colaborar y llevar adelante un trabajo complementario en diversos ámbitos, como la promoción del intercambio de mejores prácticas y el desarrollo de capacidad en áreas de infraestructura terrestre sostenible.

Es importante destacar una necesidad en la internacionalización y globalización del comercio con Asia a través de la generalización de plataformas de gestión anticipada. Esto es debido a que esta medida permite un crecimiento sostenible de conexiones a puertos del Pacífico.

Aprovechar las oportunidades que ofrece Asia como centro económico, la capacidad para atraer inversiones y la participación de América Latina y el Caribe en las cadenas de suministro globales depende en gran parte del despliegue y calidad de sus infraestructuras de transporte. Según el estudio “Oportunidades de comercio e inversión entre América Latina y Asia-Pacífico” (CEPAL, 2008), además de los aranceles, los elevados costos del transporte son una barrera comercial muy importante para las exportaciones latinoamericanas a Asia. Es por esto que es especialmente relevante tener en cuenta el nuevo paradigma geoeconómico y la posible reconfiguración de las cadenas de suministro globales cuando se diseña un plan de inversión de infraestructuras de transporte a largo plazo.

El desplazamiento de los grandes flujos de transporte marítimo hacia el océano Pacífico acentúa la problemática derivada de la asimetría entre las exportaciones de graneles Sur-Norte y las importaciones de bienes de consumo, principalmente en contenedores (Norte-Sur). El cambio no sería excesivamente importante si las comunicaciones Este-Oeste (bioceánicas) fueran fáciles y poco costosas, pero la geografía (los Andes y otras discontinuidades importantes) y el medio ambiente imponen unas dificultades que, hasta ahora, prácticamente han dividido el subcontinente en dos frentes marítimos independientes. Los costes y el tiempo total de viaje del encaminamiento a Asia desde los puertos atlánticos, con el paso por el canal de Panamá, reducen mucho la competitividad de productos que, como la soja, tienen un mercado global.

Efectivamente, la exportación de graneles depende de la capacidad de colocar la mercancía en el puerto a coste reducido. En mercados globales, la calidad de servicio y, en particular, el tiempo de suministro son importantes, pero lo que cuenta mayormente en el mercado es el precio unitario del producto situado en el puerto de destino. Por ese motivo, todas las reducciones que se puedan conseguir en el coste portuario y los fletes y, sobre todo, en el transporte terrestre entre la producción y el puerto, que representa la parte más substancial de los costes logísticos, repercuten directamente sobre los beneficios de los productores y exportadores. La posibilidad de utilizar medios de transporte terrestre (fluviales, ferroviarios y, en cualquier caso, carreteros) baratos para acceder a los puertos es, pues, de gran interés para la actividad exportadora característica de la región. En las exportaciones a Asia, los puertos del Pacífico tienen una ventaja posicional con relación a los fletes, a los costes de tránsito por el canal de Panamá (que, por otra parte, limita todavía el calado de los buques) y al tiempo de transporte marítimo, pero la cordillera de los Andes representa un obstáculo enorme para la mayoría de productos mineros y, en particular, para los cereales.

Así como las exportaciones de materias primas y cereales tienen unos flujos muy desequilibrados con Asia y unos mercados globales específicos, la mercancía general y, en particular, la que va en contenedores, ha evolucionado con rapidez y depende mucho de las condiciones arancelarias sobre las importaciones. El potencial, a medio plazo, de América Latina de competir en el terreno industrial con Asia es muy modesto. Un inicio del proceso de creación de una industria competitiva puede consistir en la adaptación a los mercados locales de productos importados. Mientras tanto, la importación de productos

manufacturados desde Asia, normalmente transportados en contenedores, podría tener una compensación con las exportaciones de ciertos productos alimenticios envasados que no precisan tratamiento especial y de productos agrícolas frescos que exigen refrigeración y, por tanto, el uso de contenedores especializados (*reefers*). Las diferencias entre las “cajas” dificulta la compensación en los flujos marítimos de contenedores, que permite reducir el coste de los fletes, pero no es necesariamente un problema insalvable. Aquí el origen de la producción ya no depende tanto de aspectos físicos o de las características del territorio, sino de la capacidad de gestión para producir y vender el producto y, en buena medida, del tiempo y el coste del transporte hasta las terminales portuarias. Chile, Perú y Ecuador, por ejemplo, han desarrollado la exportación de fruta por la mayor facilidad para colocarla en el mercado norteamericano. La “continuación” de estos flujos hasta Asia (el trayecto marítimo parece tener que incluir, inevitablemente, escala en California) ofrece un potencial enorme. Se presenta, pues, una necesidad clara de atender un incremento substancial del transporte de productos agropecuarios, en gran parte bajo condiciones de refrigeración. La extensión de este mercado más allá de la franja litoral andina depende de la existencia de buenas conexiones entre las zonas productoras de carne, fruta y otros productos perecederos y los puertos del Pacífico.

La exportación de productos perecederos depende mucho del tiempo entre la preparación de la carga y la llegada a destino. En el caso de la utilización de contenedores y transporte marítimo, la frecuencia de los servicios entre los puertos de origen y destino es una variable esencial. Por ello, los puertos que acogen buques de líneas regulares (*liners*) y, por tanto, pueden evitar la descarga en un punto intermedio (*transshipment*) desde puertos alimentadores (*feeder*), y aquellos puertos en los que las alianzas ofrecen servicios continuos son los más indicados para la función exportadora. La concentración de actividad en las terminales de contenedores de estos puertos principales precisa inversiones portuarias, pero también en sus accesos terrestres. La flexibilidad del transporte por carretera, asociada a una buena gestión logística, permite esperar un crecimiento de un tráfico exportador esencial para el desarrollo de la región. Así pues, se puede plantear una prioridad inversora en las infraestructuras de carreteras que faciliten los flujos entre los grandes productores agropecuarios y los puertos principales del Pacífico que, en principio, no podrían ser más que uno por país o, en el caso de aquellos que tienen mucha costa, como Chile, alguno más.

A partir de estos puertos, se puede determinar un exportador del interior que, en muchos casos, puede ser transandino. En este sentido, los países de la región son bien conscientes de la importancia de mejorar las infraestructuras de transporte para fluidificar las relaciones entre los dos frentes marítimos. Sin embargo, los esfuerzos realizados hasta ahora en el sentido de planificar y desarrollar grandes corredores internacionales bioceánicos, como los incluidos en el IIRSA, han avanzado con extrema lentitud.

7.1.5. INICIATIVAS POLÍTICAS

Como se ha mencionado previamente, Asia y América Latina deben colaborar y llevar adelante un trabajo complementario en diversos ámbitos, como la promoción del intercambio de mejores prácticas y el desarrollo de capacidad en áreas de infraestructura terrestre sostenible. Algunas iniciativas políticas se enumeran a continuación.

- Unasur y Prosur. Las iniciativas políticas, como la Unión de Naciones Suramericanas (Unasur) y, más recientemente, el Foro para el Progreso de América del Sur (Prosur) entre otras, que precisamente deberían haberse consolidado en aspectos técnicos, como la creación de redes transamericanas inspirándose en las redes transeuropeas, no han conseguido más que algunos pequeños éxitos en la mejora de pasos transfronterizos. Es evidente que los condicionantes políticos ocasionan graves dificultades para la ejecución de corredores en los que debe existir un compromiso financiero y de calendario por parte de varios estados. Es por ello que la actuación de las instituciones financieras internacionales (IFI) puede tener un papel incentivador decisivo en la creación de continuidad en la red básica de infraestructuras.
- China Belt and Road. Belt and Road (B&R) es un programa increíblemente ambicioso diseñado para financiar los costos del crecimiento económico global. La ruta planeada reviviría la antigua Ruta de la Seda (actualizada a los nuevos tiempos y territorios), que pasaba por Asia Central, con una ruta marítima que se extendería hacia el sudeste asiático y África.

China favorece las inversiones directamente relacionadas con la estrategia B&R (sobre todo en energía y en logística comercial de infraestructuras de transporte). Múltiples inversores chinos con intereses en infraestructuras de transporte tienen en cuenta si el estado o la propuesta tiene el certificado de B&R, el cual resulta determinante a la hora de obtener financiación china.

El proyecto B&R llegó tarde a América Latina y el Caribe. Si bien fue anunciado por el presidente Xi Jinping en 2013, la iniciativa no llegó a la región hasta 2018, cuando, en una reunión de China-CELAC (Comunidad de América Latina y el Caribe), el ministro chino de Relaciones Exteriores, Wang Yi, afirmó que B&R “inyectaría nueva energía en la asociación cooperativa integral China-CELAC y abrirá nuevas perspectivas”.

Dado el impresionante ascenso de la República Popular China, que se ha posicionado como la segunda mayor economía del mundo (primera, según algunas mediciones), y las dificultades que muchos países de América Latina y el Caribe estaban experimentando, no es sorprendente que la oferta de Wang fuera recibida por los líderes de la región con entusiasmo. En palabras de un economista latinoamericano, se prometió mucho y se exigió poco. Inicialmente, solo unos pocos países declararon formalmente su membresía al firmar memorandos de entendimiento (MdE). Panamá fue el primero, poco después de romper relaciones diplomáticas con Taiwán, en noviembre de 2017, pero otros 14 países se adhirieron posteriormente, siendo el último de ellos Ecuador, en diciembre de 2018. Los países más grandes como Argentina, Brasil, Colombia, México y Perú aún no han firmado.

7.2. DEMANDAS, DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES

7.2.1. DEMANDAS PRINCIPALES Y DESAFÍOS ESTRATÉGICOS

Las limitaciones de la infraestructura están constriñendo el crecimiento de la región y la capacidad para incrementar los ingresos y reducir la pobreza y la desigualdad.

Es claro que la región debe gastar más y mejor en infraestructura. Se necesitaría que los recursos destinados al sector alcancen en todos los países sistemáticamente por lo menos el 3 % del PBI, que es el porcentaje observado en los países desarrollados en la fase de consolidación de sus redes de transporte). Actualmente, en la mayoría de países latinoamericanos, las inversiones en el sector apenas superan el 1 % del PBI. Por otra parte, es evidente que existen déficits muy marcados en la planificación, el diseño y la justificación de los proyectos. Estos déficits aparecen de manera particularmente dramática en las conexiones internacionales. Los intentos de crear unas redes regionales parecidas a las transeuropeas (Turró, 1999) han sido poco fructíferos. La falta de integración económica y política es también uno de los factores que han bloqueado muchos proyectos plurinacionales, que plantean problemas particularmente complejos.

En este contexto, la acción de gran parte de los gobiernos de la región ha sido, hasta el momento, insuficiente, descuidando recursos para el mantenimiento o retirando recursos públicos sin que se produjera un flujo equivalente desde el sector privado para el financiamiento de proyectos. La eficiencia en términos de coste es baja, y se estima que construir 1 kilómetro de carreteras en Latinoamérica puede ser hasta cinco veces más caro que hacerlo en la Unión Europea (Tribunal de Cuentas Europeo, 2013)¹⁷. Globalmente, la falta de una visión del ciclo completo del proyecto afecta los niveles de calidad asociados a la rentabilidad socioeconómica de las infraestructuras, que no garantizan una operación de calidad sostenida en el tiempo.

Esta situación suele achacarse a la falta de financiación, pero las dificultades en la preparación de los proyectos y en las estructuras de gobierno son seguramente más determinantes que la falta de acción.

La región debe continuar analizando los cambios que se dan en la economía global y la inserción latinoamericana (tomando en cuenta, por ejemplo, el crecimiento de China como socio comercial) para la identificación de las necesidades de infraestructura. Si bien se produjo un descenso de las barreras comerciales en la región, reduciendo el arancel promedio del 39 % en 1985 al 9 % en 2013 (BID, 1997; Berretoni, 2013), continúa el desafío de disminuir los costos logísticos, que hoy superan con creces a los de los países desarrollados. Chile, Panamá, y México, los mejores países en la clasificación según el índice de desempeño logístico (LPI, por sus siglas en inglés) del Banco Mundial, están situados en los lugares 37, 41 y 54 entre todos los países del mundo. La existencia de acuerdos regionales de importancia (como el recientemente firmado Acuerdo Mercosur-Unión Europea) exigirá mejores estándares en el sector para asegurar la competitividad global de los productos sudamericanos.

¹⁷ Para calcular el orden de magnitud, se comparó un costo de construcción referencial para América Latina (entre 0,9 y 1,4 millones por km) con los costos que han estimado en este informe (en Alemania, por ejemplo, se estimaron en € 287.000, unos USD 370.000 al cambio del año 2013).

7.2.1.1. Sector carretero

Aunque las metas cuantitativas son de utilidad, muchas veces los indicadores son poco precisos para medir el grado de atraso y es necesario recurrir a aspectos conceptuales. Uno de ellos es la conectividad del territorio a las redes básicas para ir mejorando la cobertura y el acceso rural de la red de manera progresiva, construyendo caminos de calzada natural y posteriormente mejorarlos. Otro principio que debería seguirse es la adopción de criterios de gestión basados en el ciclo entero del proyecto, integrando ejecución y conservación de las obras para mejorar los estándares de calidad sobre toda la red.

El incremento en la integración comercial y económica requiere grandes inversiones para establecer una conectividad física actualmente muy deficiente. En este sentido, será importante continuar financiando proyectos de escala regional pensados en términos de cadenas regionales de valor, superando las dificultades inherentes a las inversiones plurinacionales.

El crecimiento económico en la última década ha llevado a que un importante segmento de la población pueda disponer, por primera vez, de un vehículo propio. El efecto inmediato ha sido una subida de la tasa de motorización, que alcanza casi 200 vehículos por cada 1.000 habitantes en la región, y un incremento asociado en la accidentalidad vial y en las emisiones.

El crecimiento de las clases medias en prácticamente toda la región ha dado lugar a nuevas demandas sobre la infraestructura. El sistema deberá responder con mayores estándares de calidad, en particular con relación a la seguridad vial.

Además de preverse un aumento de la demanda de movilidad (ligada básicamente a un aumento de la población y la riqueza por habitante), esta será previsiblemente más compleja y su estudio exigirá una mayor segmentación para analizar los requerimientos específicos de cada sector. La carretera ocupará la posición dominante en los viajes de media distancia, mientras que el transporte aéreo mantendrá su posición de monopolio en los desplazamientos de muy largo recorrido, ya que es difícil prever una posición competitiva del ferrocarril para estos viajes. Por otra parte, la demanda de transporte de cargas estará vinculada a los productos a transportar y a la logística asociada, en un entorno en el que tanto el ferrocarril como las vías navegables pueden ser competitivos en ciertos corredores.

El desarrollo de la infraestructura viaria debería ser planificado teniendo en cuenta la situación predominante de la carretera, pero también el interés de la intermodalidad, sobre todo en el transporte masivo de larga distancia, y el uso compartido con los recorridos de carácter regional e incluso urbano. En este caso, es fundamental prever una integración, a través de plataformas logísticas, carreteras de circunvalación, etc., que reduzca la presión del transporte interurbano en las áreas urbanas.

Con respecto a la gestión de la red, es importante establecer las condiciones para una participación más eficiente y equilibrada del sector privado. Para ello, se requiere un mejor diseño de las concesiones, con una adecuada distribución de los riesgos entre los gobiernos y los concesionarios, que lleve a unas compensaciones justas para los inversores privados y que incentiven su eficiencia y eficacia, que son las cualidades que finalmente justifican la asociación pública-privada. En cualquier caso, esta asociación solo se da de forma adecuada en un contexto macroeconómico estable y con mercados financieros desarrollados.

7.2.1.2. Sistema ferroviario

El ferrocarril es un modo de transporte que suele gozar de buena aceptación entre la población, ya que permite la movilización de grandes volúmenes de pasajeros y cargas en mejores condiciones de seguridad que las de las carreteras, además de ser más conveniente en términos del uso del espacio público y ambientalmente más sustentable. No se trata, sin embargo, del modo predominante en la región (ni en pasajeros, ni en cargas) porque tiene una red reducida y con importantes discontinuidades, lo que genera restricciones importantes en términos de acceso a distintas regiones y requerimiento de transbordos. Además, el deterioro de la actividad ferroviaria en las últimas décadas ha supuesto una reducción en la cantidad y calidad de los servicios de pasajeros, si bien en el sector de cargas la demanda captada creció.

Las dificultades a las que se enfrenta el modo ferroviario no son sólo regionales, sino mundiales. No obstante, debe destacarse la baja participación del ferrocarril, tanto en cargas como en pasajeros, en comparación con otras partes del mundo. Sólo Brasil, Colombia y México presentan niveles significativos de participación del modo ferroviario. En los países que tienen tráficos masivos (mineros principalmente), el modo ferroviario es esencial en la cadena logística, pero, en el resto de los países, el modo pierde competitividad respecto del camión. En el caso de cargas, la legislación e institucionalidad han jugado un papel en el desempeño del modo.

En la región se han dado, como ya fue mencionado, reformas importantes en la actividad ferroviaria, que tuvieron como consecuencia una reducción drástica en los servicios de pasajeros de larga distancia. Sólo Chile reformó su sistema, dando continuidad a los servicios de pasajeros de larga distancia, pero los déficits en los que ha incurrido han sido importantes. En definitiva, la participación del modo ferroviario en el servicio interurbano de pasajeros ha caído de manera importante y su cuota de mercado es hoy menor del 1 %.

La necesidad de mantener o desarrollar el servicio de pasajeros de larga distancia por ferrocarril es una idea controvertida entre los especialistas. Los servicios de pasajeros a altas velocidades requieren de inversiones importantes porque, en la práctica, suponen nuevos trazados (en general, poco aptos para los trenes de mercancía) de gran exigencia técnica. Estas inversiones solo resultarían justificadas si el flujo de pasajeros fuera importante, algo que difícilmente se verifica en los países de la región, a diferencia del caso japonés y chino o de algunas regiones europeas. En realidad, en América Latina solo las conexiones entre grandes capitales de un mismo país, como São Paulo-Río de Janeiro, tienen el potencial de tráfico que podría justificar la construcción de una nueva línea de alta velocidad. Incluso en estos casos, la viabilidad socioeconómica y financiera es dudosa debido a que los costes de construcción pueden ser muy elevados, sobre todo, debido a la compleja orografía de la región, y con grandes riesgos de que se disparen por la falta de experiencia en la implementación de estas infraestructuras. En todo caso, parece inimaginable el establecimiento de una red ferroviaria de alta velocidad con una cobertura regional. En este sentido, la experiencia española puede ser muy interesante para evitar errores irreparables.

El transporte ferroviario de cargas tiene unos tráficos prácticamente cautivos que podría mantener si se gestiona de manera eficaz. Para captar productos y clientes atendidos por el modo carretero debería, sin embargo, aumentar considerablemente la calidad de su oferta de servicios. Hay un potencial evidente en las soluciones intermodales, pero estas requieren una fiabilidad y una trazabilidad de la mercancía que implican cambios estructurales del sector. También se requieren inversiones significativas en terminales y en material rodante adaptado. Por ello, sería conveniente explorar la participación privada en el desarrollo del sector, muy condicionado por estructuras administrativas y empresas públicas muy ineficientes.

El ferrocarril tiene un papel importante a desarrollar en el entorno urbano, en el que existen flujos de viajeros que son imposibles de atender con otros modos de transporte. La posibilidad de utilizar el subsuelo, gracias a la alimentación eléctrica, representa una ventaja considerable (por lo menos, mientras las alternativas no guiadas utilicen todavía motores con emisiones nocivas), así como una gran capacidad de transporte. La integración con los servicios ferroviarios interurbanos y regionales, por otra parte, es fundamental para evitar la congestión de las vías de acceso a las grandes ciudades.

7.2.2. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE MEJORES PRÁCTICAS SECTORIALES

7.2.2.1. Mejores prácticas en el sector carretero

Gestión y regulación del transporte de carga

La eficiencia del transporte de carga recae en la gestión de todos los elementos involucrados. Es relevante optimizar tanto la configuración de la operativa logística como la gestión de la flota. La configuración contempla el diseño y la optimización del sistema y la infraestructura que se gestiona, así como los proyectos de mejora significativa o de salto tecnológico necesarios para la sustentabilidad. La inversión en gestión eficiente de flotas e información es una tarea que permite reducir riesgos, mejorar la eficiencia y la eficacia y reducir los costos de combustible, entre otras cosas.

Según el Ministerio de Energía y Minería (MINEM) de Argentina, la gestión de los elementos del transporte de carga abarca una serie de factores, como la adquisición de la flota, donde la elección de un vehículo más eficiente puede reportar ahorros de hasta un 15 % de combustible. También se ha de tener en cuenta el monitoreo del combustible (con la telemetría, se pueden analizar los datos y ser procesados en información útil para la toma de decisiones, a partir de indicadores claros y precisos).

La implementación combinada de medidas de eficiencia puede representar cambios en los procedimientos, las prácticas o una inversión inicial, pero los ahorros resultantes relacionados con el consumo de combustible pueden hacer que las inversiones y recursos destinados sean más convenientes que continuar invirtiendo en el combustible consumido de manera tradicional.

En cuanto a innovaciones en flotas de transporte de carga, la operativa con camiones de gran porte del tipo de los bitrenes puede significar una operativa más eficiente al reducir las necesidades de transporte y sus externalidades derivadas. Sin embargo, es relevante analizar qué impacto tendría aumentar las dimensiones y la carga por eje de los camiones

sobre la infraestructura viaria y adoptar un marco regulatorio en este sentido, que sea capaz de balancear adecuadamente los costes y beneficios de vehículos de gran capacidad. En cualquier caso, este tipo de tráfico de gran capacidad se debería centrar en las zonas con mayor densidad de flujos de carga.

La regulación técnica, por el contrario, es cada vez más estricta, impulsada por factores ambientales y de seguridad. La existencia de un marco normativo armonizado entre los diferentes países ha contribuido al desarrollo de los servicios internacionales. En este sentido, avanzar hacia una mayor armonización y evitar las prácticas discriminatorias ofrecerá mayor claridad regulatoria y permitirá un mayor desarrollo de los servicios internacionales. El desarrollo de documentación electrónica permitiría también avanzar hacia una mayor agilidad administrativa que contribuya a facilitar la operativa y, en particular, los tráficós internacionales. Además, facilitaría la digitalización de la información disponible para hacerla consultable en bases de datos que pueden ser de ayuda para la mejora del sector.

Sostenibilidad ambiental

La reducción de emisiones contaminantes y de CO₂ de los vehículos pasa inevitablemente por una regulación adecuada en materia de limitaciones de emisiones para los nuevos vehículos fabricados y por la promoción de la renovación de flotas de vehículos. En el primer ámbito, algunos países (México y Brasil, por ejemplo) han adoptado limitaciones de CO₂ y contaminantes para la fabricación de nuevos vehículos que se inspiran en la normativa de Estados Unidos. La definición y acuerdo sobre un marco regulatorio propio de América Latina sobre límites de emisiones para los vehículos vendidos en la región sería un paso muy importante para la disminución de las emisiones contaminantes y generadoras del cambio climático.

Igualmente importante es apoyar la renovación de las flotas con el fin de mejorar la eficiencia energética y de emisiones de los vehículos en circulación. Este proceso se debería favorecer mediante el desarrollo de programas de financiamiento preferencial para las pequeñas y medianas empresas en el caso del transporte de cargas.

La infraestructura viaria se enfrenta a diferentes fenómenos naturales como las inclemencias meteorológicas, las inundaciones, los deslizamientos y las temperaturas extremas. Estos se deben tener en cuenta por los efectos del cambio climático, que, con los años, van aumentando de manera exponencial.

Algunas de las mejores prácticas en adaptación al cambio climático aplicables en la región incluyen:

- Mejoras de la calidad de los pavimentos que permiten una resistencia mayor de los materiales frente a temperaturas extremas.
- Mejoras de los drenajes y ampliación de las zonas de evacuación de aguas procedentes tanto de escorrentía superficial como subterránea.
- Análisis de los diseños de red de carreteras para fortalecer los tramos con mayor susceptibilidad de inundación.
- Gestión del riesgo de desastres desde la etapa de planificación, lo que reduce considerablemente las pérdidas sobre la inversión.

Para poder desarrollar estas y otras medidas de adaptación, es necesario conocer los riesgos de cada área concreta, con apoyo de estudios mediante los cuales se identifiquen geográficamente las regiones de mayor vulnerabilidad.

Los ejemplos más recientes son el programa de integración vial de Nicaragua y el programa de la red cantonal de Costa Rica. En el caso de Nicaragua, se incluye un anexo técnico de transporte sostenible donde se realiza una evaluación preliminar de vulnerabilidad de la infraestructura de transporte al cambio climático. En Costa Rica, se rehabilitan carreteras secundarias críticas que pueden llegar a aislar a poblaciones.

Si bien es cierto que los países de la región están haciendo verdaderos esfuerzos en la adaptación contra el cambio climático, hay un largo camino por delante para que las acciones llevadas a cabo resulten en una infraestructura sostenible a largo plazo, lo cual trae beneficios socioambientales y económicos¹⁸.

Seguridad vial

La seguridad vial es un problema significativo en América Latina, con un índice de accidentalidad y mortalidad muy superior a otras regiones del mundo. Como buenas prácticas para la mejora de la seguridad vial, el ITF recomienda lo siguiente:

- Crear una agencia nacional para la seguridad vial que recabe datos y emita recomendaciones de mejora.
- Desarrollar una estrategia de seguridad vial con objetivos ambiciosos.
- Priorizar acciones para la mejora de la seguridad vial de motoristas y peatones.
- Implementar acciones concretas para abordar el exceso de velocidad, el consumo de alcohol en conductores y el no uso del cinturón de seguridad.
- Incrementar las inversiones en la mejora de la seguridad de la infraestructura carretera.

7.2.2.2. Mejores prácticas en el sector ferroviario

Transporte de carga

El transporte de carga latinoamericano es la actividad ferroviaria más relevante de la región. Algunas mejores prácticas que se han llevado a la realidad con resultados positivos para la sociedad son:

- Mejora general de la orientación comercial y de la calidad de los servicios.
- Cambios profundos en las prácticas operativas que introdujeron la multifuncionalidad en las tareas y el control del tráfico por radio.
- Incrementos de la productividad, tanto de los recursos humanos como del equipamiento.
- La plena puesta en operaciones del material rodante recibido de las empresas estatales, especialmente de la tracción.

¹⁸ Para mayor información en este tema se recomienda la lectura de la "Guía de buenas prácticas para la adaptación de las carreteras al clima" que publicó CAF en 2018.

Uno de los desafíos más grandes para este modo de transporte es la cultura de la carga general. Las empresas ferroviarias de la región están orientadas a los tráficos masivos, pero la nueva tendencia de la mercancía es la de cargas de distintos tipos en cantidades menores, provenientes de una mayor diversidad de clientes. Este tipo de carga puede generar un crecimiento importante para el ferrocarril si la logística y el plan de operaciones de las empresas ferroviarias pueden prestar servicios de calidad compatibles con los requeridos por el cliente. Para llegar a prestar servicios de calidad con carga general, se debe invertir en material rodante, infraestructura y logística del ferrocarril y en la intermodalidad.

Pasajeros de larga distancia

Los servicios ferroviarios de pasajeros de larga distancia requieren, para ser viables tanto social como financieramente, demandas elevadas. Desde una perspectiva económico-social, sólo la existencia de severos cuellos de botella o de congestiones vehiculares en las carreteras alternativas permite computar externalidades positivas que pueden llegar a hacerlos socialmente rentables.

7.2.2.3. Mejores prácticas en transporte intermodal

Para impulsar la intermodalidad entre las diferentes regiones, se exponen un conjunto de acciones que han tenido un resultado económico y social positivo en ese sentido:

- Especializar la tecnología para lograr economías de alcance en los servicios. Las economías de alcance, derivadas de la capacidad de diseñar y generar distintos productos y servicios con la misma tecnología, resultan tan importantes como las tradicionales economías de escala. La mayor adaptación posible de los sistemas de transporte al producto y procesos de producción y distribución es clave en la eficiencia del transporte en términos de operación comercial.
- Asegurar flujos constantes, regulares y suficientes. Cuando no se pueden alcanzar economías de escala, como en el caso de los sistemas de transporte de graneles, hay que buscar la forma de crearlas. Este objetivo se puede lograr de distintas maneras, como creando centros de acopio o centrales de carga y usando intermediarios, como los agentes de carga. La concentración de grandes volúmenes permiten alcanzar un mayor poder de negociación con los operadores de transporte, pero además posibilitan un mejor uso de los medios y equipos.
- Organizar la operación de transporte en función del intercambio. El corolario de la adaptación del medio de transporte al producto reside en la adecuación del transporte al proceso de intercambio, es decir, la relación entre el costo de transporte y el valor final del producto, pero también en lo que respecta a sus ritmos y periodicidad de entrega, volúmenes y al servicio del comercio en función de sus necesidades.
- Asegurar la interconectividad entre modos. La incompatibilidad entre los distintos medios constituye seguramente el mayor obstáculo en la operación de sistemas intermodales de transporte. En este sentido, adaptar los equipos y la gestión del sistema a los distintos modos intervinientes es uno de los problemas mejor resueltos en los casos estudiados de transporte de graneles.

- Contratos y alianzas de largo plazo. Los contratos de suministro de servicios de transporte con los clientes y de alianzas con empresas de otros modos de transporte son los instrumentos que permiten el desarrollo de las inversiones necesarias en tecnología de gestión y equipos de transporte.
- Diseñar y programar sistemas con la colaboración de todos los sectores. Es necesario, para asegurar que se cumplan los anteriores principios, que todas las partes interesadas puedan de alguna forma ser partícipes del diseño de los sistemas de transporte. En ambos casos del estudio, se cumple este principio de colaboración en el diseño, programación y operación de los sistemas.
- La circulación de trenes regulares dedicados al tráfico de contenedores desde el interior a los puertos y los grandes centros de consumo en los casos en que la demanda presenta cierta regularidad y un nivel aceptable, aun cuando en los inicios las operaciones puedan arrojar quebrantos.
- La creación de puestos de servicios para los contenedores en puntos estratégicos del interior, de manera que puedan ser lavados y reparados sin necesidad de regresar al puerto para esos fines.

7.2.2.4. Mejores prácticas en planificación y financiación

- Recabar datos para una mejor planificación. La información disponible relativa al transporte terrestre en América Latina es más bien escasa. Sin embargo, disponer de datos suficientes y de calidad es esencial para una correcta planificación y gestión del sistema de transporte terrestre. Es por esto que recabar más y mejores datos y ofrecerlos públicamente, aprovechando las oportunidades de la digitalización, sería una buena práctica a considerar.
- Aumentar la rentabilidad social y económica. La planificación de infraestructuras de transporte terrestre debe dotarse de un marco de decisión que permita introducir criterios de eficiencia en términos del análisis coste-beneficio de las inversiones realizadas y combinarlos adecuadamente con criterios de equidad territorial y distributiva, que den lugar a una red de transporte terrestre coherente y con el mayor retorno económico y social posible.
- Gestionar adecuadamente la participación privada. La financiación y gestión de infraestructuras de transporte terrestre mediante diferentes formas de colaboración público-privada puede contribuir a una mejora de la eficiencia y a desbloquear inversiones necesarias. Sin embargo, el incremento de la participación privada debe ir acompañado de un marco regulatorio e institucional adecuado, que, para albergar la credibilidad normativa suficiente, necesita un tiempo de estabilización.
- Establecer nuevas fuentes de financiamiento. La sostenibilidad financiera de las inversiones en transporte terrestre requiere de una combinación adecuada de fuentes de financiamiento con el fin de diversificar el riesgo y repartir las cargas financieras equitativamente entre los agentes. Entre estas nuevas fuentes de financiación cabe mencionar el pago por uso de la infraestructura o por las externalidades causadas, la financiación local y la financiación a través de instrumentos *ad hoc* de bancos multilaterales.

7.2.3. DEBILIDADES, AMENAZAS, FORTALEZAS Y OPORTUNIDADES PARA LA REGIÓN

La región presenta, en conjunto, un escenario complejo y desafiante para el desarrollo de la infraestructura. Es posible destacar tanto fortalezas como debilidades, y tantas oportunidades como amenazas. En este aspecto, una estrategia eficiente debería tomar en cuenta las potencialidades y limitaciones para contribuir a una reducción de la brecha de infraestructura.

7.2.3.1. Debilidades de la región

Una de las debilidades más relevantes en términos regionales está vinculada a la falta de capacidades de planificación, gestión y evaluación, además de experiencias decepcionantes de participación privada en términos de malos marcos regulatorios. Un ejemplo recurrente de esta situación lo constituye la tendencia a inaugurar obras nuevas, en desmedro de la infraestructura existente. Un problema asociado es la falta de una cultura de evaluación de las inversiones públicas que permita asignar los recursos a los mejores proyectos disponibles.

Por otro lado, la disponibilidad de recursos para la infraestructura ha sido volátil, ligada a los presupuestos públicos y de carácter fuertemente procíclico.

En términos de los proyectos típicos, la geografía impone una restricción. Existe un fuerte condicionamiento geográfico a los proyectos de la región, puntualmente en la zona amazónica y la cordillera de los Andes. Las dificultades que presentan estas áreas se evidencian en la configuración que adoptaron las redes carreteras y ferroviarias dentro de ese territorio. Los proyectos adquieren una complejidad adicional que incrementa los costos de inversión.

Si bien la urbanización (concentración de la población en urbes) es una característica de la región, la problemática de la baja densidad poblacional (baja relación entre la población y el territorio) en parte de los países genera baja rentabilidad para los proyectos de mayor envergadura, como, por ejemplo, el transporte ferroviario de pasajeros y las carreteras de alta capacidad.

El subsector ferroviario enfrenta dificultades concretas, en términos de encontrar rentabilidad para los servicios de pasajeros y competitividad para el servicio de cargas. Esto ha llevado a una pérdida de relevancia de este modo en la región, en favor de una mayor utilización del transporte por carretera, y a que todos los países hayan abandonado tramos de vía en sus redes.

Más aún, los proyectos ferroviarios enfrentan un problema concreto relacionado con la falta de planificación y coordinación en la expansión de las redes, cuyo resultado ha sido la diversidad de anchos de vía. Esta limitación condiciona fuertemente los proyectos de integración física nacional y regional.

7.2.3.2. Amenazas de la región

La amenaza principal que enfrenta la región es perder la carrera del crecimiento por falta de adecuación de la infraestructura y ocupar un lugar marginal en la nueva división internacional del trabajo. Esta limitación podría conllevar también importantes pérdidas en los acuerdos comerciales, ya que muchos sectores se verán impedidos de colocar sus productos en mercados externos por el elevado costo logístico.

Un riesgo importante para el sector carretero lo constituye la inestabilidad institucional y la falta de planificación a largo plazo de los sistemas políticos nacionales, lo cual se traduce sin duda en una visión regional cambiante. En efecto, la inversión en carreteras, al depender fuertemente de recursos públicos, está asociada a los ciclos políticos y económicos de los gobiernos.

A la vez, el origen de los fondos públicos para infraestructura es diverso. En algunos casos, se trata de partidas específicas, financiadas con impuestos especiales (como el impuesto a los combustibles). La experiencia muestra que estas partidas de asignación específica permiten un financiamiento más estable de la infraestructura.

A niveles de gobierno subnacionales, la descentralización permite potencialmente una mejor asignación de recursos. Pero la realidad es que los gobiernos departamentales, provinciales o locales suelen tener importantes restricciones en sus recursos económicos y humanos.

Finalmente, no puede dejar de destacarse que los países de la región integran el mundo emergente y se encuentran sujetos a episodios de volatilidad comercial y financiera, lo cual puede redundar en reducciones abruptas en los flujos de fondos disponibles, tanto en términos macroeconómicos, como en necesidades de financiamiento de infraestructura. Una situación de aversión global al riesgo, en este sentido, tendría efectos fuertes sobre el financiamiento si no se desarrollan fondos regionales que permitan una gobernanza regional de la infraestructura.

7.2.3.3. Fortalezas de la región

En su conjunto, y si bien en muchos países el desarrollo de la infraestructura ha sido tardío, en la actualidad existe un consenso regional en la prioridad que debe destinarse a la inversión en transporte terrestre, evidenciado por las mayores inversiones que se han registrado en los últimos años y por la acción de organismos multilaterales de desarrollo. Si bien las brechas de infraestructura con respecto a regiones desarrolladas son todavía importantes, se destaca la creación de instrumentos de financiamiento y un mayor énfasis en volcar recursos al subsector.

Un resultado concreto de esta orientación ha sido la mejora relativa en indicadores de desempeño de países rezagados, como Bolivia, Ecuador y Paraguay, gracias a un incremento de recursos notables, que se tradujo en una mayor cobertura, calidad y capacidad de las vías.

Además, la región tiene una gran oportunidad para desarrollar la participación privada en la infraestructura, de manera que los recursos no dependan exclusivamente de los presupuestos públicos, y para transferir riesgo al sector privado. Para ello, aún son necesarias numerosas reformas en el marco regulatorio y en las instituciones, pero existen varias experiencias regionales que pueden considerarse como referencia.

Si bien una de las preocupaciones para fomentar la participación privada está relacionada con la falta de rentabilidad de estos proyectos, algunas tendencias regionales (como las altas tasas de urbanización y el fuerte crecimiento económico de los últimos años) pueden ser alentadoras en tal sentido. En cualquier caso, existe espacio para desarrollar los mercados de capitales y promover la participación privada en la infraestructura.

En relación con el punto anterior, debe destacarse que la inversión en infraestructura tiene un retorno social más alto en la región que en países con infraestructuras más maduras. Esto es así porque la carencia relativa de carreteras y ferrovías, la falta de accesibilidad de buena parte de la población (sobre todo en entornos rurales) y las problemáticas de congestión, entre otros factores, dan lugar a numerosas oportunidades de financiamiento de proyectos. Con un adecuado procedimiento de selección y priorización, la inversión en infraestructura terrestre tiene perspectivas de lograr una alta relación de valor por dinero (*value for money*).

7.2.3.4. Oportunidades de la región

Para aprovechar las fortalezas señaladas, hay oportunidades de mejora en varios temas asociados al desarrollo y la gestión de la infraestructura.

En principio, la mayor inversión en infraestructura debería ir acompañada de una mayor capacidad de selección, priorización y evaluación de proyectos. Las oficinas de inversión pública en muchos países carecen de capacidades y presupuesto para llevar a cabo adecuadamente su rol. Sería aconsejable que estas oficinas cuenten además con independencia funcional y cumplan sus tareas como organismos de supervisión y consulta. A su vez, la información disponible sobre la infraestructura resulta en muchos casos deficiente, lo que dificulta la labor técnica.

Además de mecanismos de evaluación ex ante, es necesario primero mejorar la disponibilidad de información sobre eficiencia del gasto en infraestructura. Los datos agregados aportan una imagen general, pero que puede estar distorsionada si la calidad del gasto es deficiente.

En segundo lugar, es necesario que los marcos regulatorios promuevan el vínculo entre mercados financieros e infraestructura, así como establecer la estandarización de contratos y cláusulas financieras que transfieran adecuadamente el riesgo al sector privado.

El incremento del comercio intrarregional, así como la aparición de actores de influencia en el sistema internacional, deben también considerarse. La globalización ha favorecido los flujos de mercancías, en particular graneles, hacia los puertos y la importación de bienes elaborados. La crisis actual del comercio internacional puede tener efectos negativos para la región (seguramente, solo durante un periodo transitorio), pero también es

posible que sean beneficiosos ya que la región puede representar una alternativa a flujos intercontinentales que parecían consolidados. Además, el crecimiento del peso de China en el marco internacional provee una excepcional oportunidad para aprovechar instrumentos de financiamiento e iniciativas de infraestructura (tales como la Iniciativa de Cinturón Ruta de la Seda [Belt & Road Initiative]). Por otro lado, existen más que nunca diversos organismos que promueven la integración física entre Estados (p. ej., el Consejo Suramericano de Infraestructura y Planeamiento [COSIPLAN], el Fondo para la Convergencia Estructural de Mercour [FOCEM] y el Fondo Financiero para el Desarrollo de los Países de la Cuenca del Plata [FONPLATA]). En este aspecto, es necesario aprovechar una mayor disponibilidad de recursos para dar un salto en la dotación de infraestructura.

En materia de adopción de nuevas tecnologías, la región se encuentra relativamente rezagada, con múltiples oportunidades para realizar pruebas piloto de adopción de experiencias de incorporación. El creciente interés de los organismos multilaterales por este tema da lugar a la posibilidad de financiar diversos planes piloto y análisis que generen una estrategia de adopción de innovaciones en infraestructura terrestre, principalmente aquellas que permiten mejorar la gestión pública y los procesos ligados a mejorar la eficiencia y la transparencia.

BIBLIOGRAFÍA

Almonte, L. (1999). *Valorización del Patrimonio Vial*. Tesis. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

ARPEL (2016). *Tendencias del Sector Gas Natural en América Latina y el Caribe*. Asociación Regional de Empresas del Sector Petróleo, Gas y Biocombustibles en Latinoamérica y el Caribe.

Banco Mundial. (2006). *Rural Access Index: A Key Development Indicator*. Banco Mundial.

Banco Mundial (2018). *Africa's Pulse*, No. 17, abril 2018 (Vol. 17).

Barbero, J. (2010). La logística de cargas en América Latina y el Caribe: una agenda para mejorar su desempeño. Notas técnicas No. IDB-TN-103. BID.

Berrettoni, D. (2013). América Latina en las exportaciones argentinas: la importancia del mercado regional en la calidad de la inserción internacional. *Revista Argentina de Economía Internacional*, Número 2. Centro de Economía Internacional.

Berrone, P., Fageda, X., Llumà, C., Ricart, J. E., Rodríguez, M., Salvador, J. y Trillas, F. (2018). *Asociación Público-Privada en América Latina*. Guía para Gobiernos Regionales y Locales. Caracas: CAF. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1179>.

BID (1997). *América Latina frente a la Desigualdad*.

BID (2015). *Anuario Estadístico de Transporte y Logística*.

Bradbury, S. (2002). "Planning Transportation Corridors in Post-NAFTA North America". *Journal of the American Planning Association*, 68:2, 137-150.

Bull, A. (2005). "Concesiones viales en América Latina: situación actual y perspectivas". *Serie Recursos Naturales e Infraestructura*, N° 79. CEPAL.

CAF (2004). *Rieles con futuro. Desafíos para los ferrocarriles de América del Sur*. Corporación Andina de Fomento. Caracas: CAF.

CAF (2010a). *Visión para América Latina 2040. Hacia una sociedad más incluyente y próspera*. Caracas: CAF. Disponible en: <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/496>.

CAF (2010b). *Mantenimiento de carreteras. Informe Sectorial*. Serie Informes Sectoriales: Infraestructura. Caracas: CAF.

CAF (2018). Guía de buenas practicas para la adaptación de las carreteras al clima. De la Peña, E., Díaz, J., Rodrigo, M., Miralles, E., Díaz, L., Valdés, S. y Canalda, L. (eds.). Caracas: CAF. Disponible en: <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1221>

CEPAL (2008). *Oportunidades de comercio e inversión entre América Latina y Asia Pacífico: el vínculo con APEC*.

CEPAL (2018). Transporte de carretera en América Latina: evolución de la infraestructura y de sus impactos entre 2007 y 2015. *Boletín FAL* Edición N° 367, número 7.

Cole, S. (2005). *Applied transport economics: policy, management and decision making*. Disponible en: <https://doi.org/9780749439644>.

COSIPLAN (2014). *Insumos para elaborar una estrategia que facilite la integración ferroviaria de Suramérica*.

Coloma Picó, E. (2008). *Introducción a la Tecnología BIM*. Universitat Politècnica de Catalunya.

Deloitte (2017). *Car sharing in Europe. Business models, national variations and upcoming disruptions*. Monitor Deloitte 6/2017.

Dirección de Vialidad de Chile (2016). *Valor del patrimonio vial de la red vial nacional*. Año 2013.

Economist Intelligence Unit (2019). *Infrascopio 2019. Evaluando el entorno para las asociaciones público-privadas en América Latina y el Caribe*.

Farromeque Quiroz, R. (2017). *PERLOG-LATAM: Perfil logístico de América Latina*. Bogotá: CAF. Disponible en: <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1022>.

Farromeque Quiroz, R. (2018). *Corredores y ámbitos logísticos de integración, dinamizadores de la productividad: Una propuesta de intervención desde CAF*. Presentación IDEAL 2018.

Fay, M y Yepes, T. (2003). "Investing in infrastructure. What is needed from 2000 to 2010?". Policy Research Working Paper N°3102, Banco Mundial.

Flyvbjerg, B., Skamris H. y Buhl, S. (2005). "How (in)accurate are demand forecasts in public works projects?: The case of transportation". *Journal of the American Planning Association*, 71:2, 131-146.

Fouquet, R. (2012) "Trends in income and price elasticities of transport demand (1850-2010)." *Energy Policy*, 50: 50-61.

Frost y Sullivan (2015). *Strategic analysis of the electric passenger car market in Latin America: A market outlook to design policy guidelines for electric vehicle adoption in the region*. Washington, D.C., Estados Unidos: Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

Global Infrastructure Hub (2018). *Global Infrastructure Outlook*.

Gómez-Gélvez et al. (2016). *La incorporación de los vehículos eléctricos en América Latina*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

HSBC (2012). *The World in 2050. Quantifying the shift in the global economy*.

ICAO (2014). *Annual Report of the Council*.

ITF (2019). *ITF Transport Outlook*. Disponible en: https://doi.org/10.1787/transp_outlook-en-2019-en

López M. y Wadell, J. (comp.) (2007). *Nueva historia del ferrocarril en la Argentina, 150 años de política ferroviaria*. Argentina: Editorial Lumiere.

Massot, M.H. y Orfeuil J.P. (2005). "La mobilité au quotidien, entre choix individuel et production sociale". *Cahiers internationaux de sociologie*, N° 118.

McKinsey Global & Company (2016). *Bridging global infrastructure gaps*. McKinsey Global Institute (June), 60.

Moneta y Chai (2010). "The evolution of Engel curves and its implications for structural change". *Discussion Papers in Economics* 2010. Griffith University, Department of Accounting, Finance and Economics.

Mares, R., Stix, C. y Dewey, S. (2018). *How autonomous vehicles will drive our budgets*. Conservation Law Foundation.

Melo, P., Graham, D. y Brage-Ardao, R. (2013). The productivity of transport infrastructure investment: A meta-analysis of empirical evidence. *Regional Science and Urban Economics*, vol. 43, issue 5, 695-706.

Naciones Unidas, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (2017). *World Population Prospects: The 2017 Revision*, DVD Edition. División de Población, UNDESA.

OCDE (2014). "A short exposé on the perpetual inventory method (pim)". *International Transport Forum*, Statistical Meeting. París, Abril 10-11, 2014.

OIT (2003). *Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas - Manual técnico*.

OMC (2018). *World Trade Statistical Review 2018*.

OMS (2016). *WHO Global urban ambient air pollution database (update 2016)*. Disponible en: http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/

OMS (2018). *Global status report on road safety 2018*. Disponible en: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/.

PBL y Comisión Europea (2016). *Trends in global CO₂ emissions: 2016 Report*. PBL Agencia de Evaluación Medioambiental de los Países Bajos y Unión Europea, Centro de Investigación Conjunto (EC-JRC).

PWC (2017). *The World in 2050*.

Rand Europe (2010): "Road traffic demand elasticities. A rapid evidence assessment".

Sánchez, R. y Perrotti, D. (2011). *La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe*. Recursos naturales e Infraestructura Series No. 153. CEPAL.

Sánchez, R. y Wilmsmeier, G. (2005). *Provisión de infraestructura de transporte en América Latina: experiencia reciente y problemas observados*. CEPAL: Serie Recursos Naturales e Infraestructura, N° 94.

Schliessler, A. y Bull, A. (1994). “Caminos – Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales”. Proyecto CEPAL/GTZ de conservación vial.

Space X, 2013. Hyperloop Alpha.

Turró, M. (1999). “Going trans-European. Planning and financing transport networks for Europe”. *Elsevier Science, Oxford*.

UIC (2015). Rail transport & Environment. Facts & Figures.

Vassallo, J. M., Ortuño, A. y Betancor, O. (2017). “Las cuentas del transporte en España”. *Studies on the Spanish Economy*, FEDEA.

Vassallo, J. M. (2019). *Asociación público-privada en América Latina. Afrontando el reto de conectar y mejorar las ciudades*. Caracas: CAF. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1376>.

WEF (2014). *Connected world. Hyperconnected travel and transportation in action*. Foro Económico Mundial. Colaboración de Boston Consulting Group.

WEF (2018). The Global Competitiveness Report 2018. Klaus Schwab (ed.). Ginebra: Foro Económico Mundial.

A1

SISTEMA DE INDICADORES DEL TRANSPORTE TERRESTRE (SITT)

Metodología y cálculo
para 11 países
latinoamericanos



ANEXO 1

SISTEMA DE INDICADORES DEL TRANSPORTE TERRESTRE (SITT)

1.1. RESUMEN

En este documento se propone un sistema de indicadores para analizar el desempeño y las acciones en el sector de transporte terrestre para 11 países de la región latinoamericana. El objetivo del sistema de indicadores es reportar de manera sintética y sencilla el estado de situación de la infraestructura terrestre en sus principales dimensiones, con el fin de poder comparar resultados entre países, establecer prioridades nacionales y definir métricas de reporte que puedan ser objeto de seguimiento futuro.

Los indicadores se construyen tomando en cuenta las características deseables de los indicadores y la disponibilidad de información en la región, tanto para la elaboración como para la actualización de la información.

1.2. MARCO TEÓRICO

La gestión pública por resultados se puede definir como un proceso circular donde la toma de decisiones, que implica de alguna manera una asignación de recursos, es seguida por un proceso de evaluación permanente que permite prever los impactos de las inversiones, medir los avances en el tiempo y obtener información útil sobre los resultados reales, que a su vez serán el insumo para las decisiones futuras.

Además de facilitar el seguimiento y hacerlo sobre bases cuantificables, la existencia de un proceso de gestión basado en la evidencia facilita establecer compromisos de desempeño de cara a la sociedad.

Los indicadores son una parte central de este proceso. Un indicador es un instrumento que otorga información cuantitativa sobre el logro de un objetivo, para observar el grado de cumplimiento y el avance con respecto a un valor deseable. En este sentido, un indicador siempre está relacionado con un resultado. Por ello, los indicadores suelen expresarse como relaciones (ratios o cocientes), lo cual facilita adicionalmente la comparación, tanto en el tiempo como entre distintos grupos, programas o regiones.

Un indicador puede ser diseñado para medir distintas etapas (recursos, procesos, resultados, impacto) y dimensiones (eficiencia, calidad, eficacia, efectividad). En el ámbito de la gestión pública por resultados, los indicadores que son más utilizados se refieren a dimensiones como la cobertura (relación entre población atendida y población objetivo), la calidad (atributos o percepciones asociadas a un bien o servicio), la focalización (grado de concentración de un programa en una población objetivo específica), la ejecución física o financiera (grado de avance con respecto a lo establecido), entre otros.

Más allá de su construcción, todo indicador debería cumplir con algunas características deseables. Estas son las siguientes:

- Debe ser **relevante**: debe comunicar información útil sobre la dimensión de interés en sus aspectos esenciales.

- Debe ser **específico**: debe medir el grado de cumplimiento sobre un tema único, y no sobre un agregado.
- Debe ser **independiente respecto a otros indicadores**: no debe estar correlacionado fuertemente con otros indicadores que se elaboren.
- Debe ser **medible**: debe estar expresado en valores cuantitativos, la información debe estar disponible para el cálculo y la actualización.

Un **sistema de indicadores** consolida información de varios indicadores con el fin de disponer conjuntamente de distintas dimensiones sobre un tema de interés. Los distintos indicadores pueden compartir la unidad de medida (una unidad monetaria o el porcentaje de cumplimiento, por ejemplo), o bien utilizar unidades distintas.

Por otro lado, los indicadores pueden calcularse y reportarse de manera independiente, como distintos aspectos de una temática, o bien puede construirse una medida sintética común que consolide la información en uno o más ámbitos. En este segundo caso, es necesario adoptar estrategias de normalización de la información (expresar los indicadores en una misma unidad de medida), agregación (definir los ámbitos que estarán compuestos por los distintos indicadores) y ponderación (establecer la importancia relativa de cada indicador en el nivel agregado).

En resumen, entonces, el procedimiento para la construcción de un sistema de indicadores es el siguiente:

1. Definir los ámbitos de interés y los objetivos deseables
2. Establecer los indicadores relacionados con el grado de cumplimiento de los objetivos
3. Especificar las métricas, las fuentes de información y la estructura de ponderaciones
4. Reportar los resultados

1.3. ÁMBITOS DE INTERÉS Y OBJETIVOS DE LOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

La planificación de la infraestructura de transporte tiene por su naturaleza un diseño multipropósito, debido a la diversidad de efectos que genera a nivel de los usuarios y del territorio. Efectivamente, la economía del transporte identifica una serie de efectos independientes a partir de la mayor disponibilidad y calidad del transporte, entre los cuales se pueden mencionar:

- La reducción en los tiempos de viaje
- Menores costos de operación vehicular
- Reducción en los accidentes
- En algunos casos, reducción de emisiones ambientales
- Externalidades a nivel de contaminación visual y sonora
- Impactos económicos amplios (wider economic benefits) sobre el equilibrio regional y la estructura de costos de las firmas
- Consolidación de corredores económicos

El análisis del sector transporte en la región en el marco de este estudio permitió definir las siguientes metas sectoriales prioritarias a desarrollar considerando las agendas sectoriales. Estas metas son las siguientes:

1. Avanzar hacia una cobertura territorial de las redes de infraestructura axial que incremente los actuales niveles de conectividad y accesibilidad, y favorezca la integración de los espacios productivos y de consumo, tanto al interior de los países como entre las diferentes economías que conforman la región de análisis
2. Priorizar el uso de nuevas tecnologías para la mejora de la calidad en la infraestructura vial y ferroviaria, garantizando simultáneamente el incremento en los niveles de seguridad personal y de las mercancías en los desplazamientos y la reducción de las actuales tasas de accidentabilidad
3. Impulsar la productividad y competitividad de las economías regionales, mediante una reducción de los costos operativos, que impulse la profesionalización de los agentes privados vinculados a las operaciones de transporte y logística, y la reducción de los niveles actuales de informalidad en el sector
4. Favorecer una mejora sostenida del desempeño en los niveles de servicio de la infraestructura vial y ferroviaria, potenciando la intermodalidad como palanca para el desarrollo de un sistema de transporte integrado y operacionalmente eficiente en la región
5. Actuar decididamente en la mitigación de los impactos ambientales y sociales adversos generados por la red de infraestructuras viales y ferroviarias sobre el entorno medioambiental y la calidad de vida de la población, y promover las acciones encaminadas a la adaptación de las carreteras al clima, con visión de desarrollar infraestructura resiliente.
6. Promover esquemas de gobernanza que incentiven la colaboración público-privada en la provisión y gestión de la infraestructura, y garanticen la calidad del servicio y la eficiencia operacional

1.4. INDICADORES ASOCIADOS A RESULTADOS

Si se consideran los seis ámbitos mencionados en el apartado anterior como atributos deseables de los sistemas de transporte, el paso siguiente consiste en identificar aquellos indicadores que pueden ser utilizados como mejores estimadores de los conceptos. Sin dudas, el pasaje de conceptos a indicadores empíricos (u operacionalización) es crítico y puede entenderse como un proceso continuo de representación, observación y validación (Lazarsfeld, 1973).

El problema fundamental es que los conceptos son representaciones abstractas, y por lo tanto no observables, mientras que los indicadores son datos observables. Esto significa que la relación entre conceptos e indicadores está mediada por las decisiones al momento de establecer las definiciones operativas: es decir, qué indicador (o indicadores)

se ajustan en mejor medida al concepto que se busca medir. Este es un proceso abierto sujeto a revisión permanente, por lo que es habitual que indicadores que se utilizaban para representar un cierto concepto sean reemplazados por “nuevos” indicadores.

Más allá de esta discusión, la tendencia es a generar un consenso en una comunidad de expertos sobre la pertinencia de ciertos indicadores que son utilizados habitualmente como representación de distintos conceptos. Concretamente, en el caso de la infraestructura de transporte, se han generalizado indicadores tales como la relación entre las redes y la superficie territorial (relación Km / Km²) como medida de cobertura, los niveles de servicio como medida de la calidad del flujo vehicular, los factores de emisión como indicador de sostenibilidad ambiental, entre muchos otros.

En este sentido, luego de realizar una revisión sobre los indicadores de mayor utilización en materia de transporte (Banco Mundial, 2005; ITF, 2018), se han propuesto indicadores para las seis dimensiones que pretenden reflejar de manera adecuada cada ámbito. La elección se hace condicionada a:

- La especificidad y relevancia de los indicadores como medida apropiada del concepto
- La utilización habitual de estos como indicadores de transporte
- La disponibilidad de información
- La independencia entre los diferentes indicadores

Los 18 indicadores seleccionados para los seis ámbitos se presentan en la Tabla siguiente. La estructura del sistema de indicadores establece la siguiente información:

1. El concepto (criterio) asociado, abierto a un conjunto de sub-criterios.
2. El indicador seleccionado
3. La unidad de medida del indicador
4. La fuente de información de donde surge el dato
5. La ponderación que cada indicador tiene en la puntuación global
6. La referencia sobre el subsector considerado (carretero o ferroviario) y la ponderación interna entre modos (para el caso de la puntuación global).

Como primera reflexión, vale considerar si es apropiado el reporte conjunto de los indicadores para los subsectores carretero o ferroviario, o bien si es más conveniente analizar por separado los sistemas de transporte. Proponemos realizar ambos ejercicios, informando en primer lugar el resultado global y, en segunda instancia, los resultados por modo con los indicadores disponibles en cada caso.

Como segundo comentario, señalamos que la selección de indicadores ha sido fuertemente influenciada por la disponibilidad de datos. Es posible la existencia de indicadores de calidad superior en términos teóricos, pero que no están disponibles en la región, siendo por lo tanto imposible su estimación en la actualidad. Para fortalecer este aspecto, recomendamos el fomento al desarrollo de indicadores de transporte en la región, tal como el caso de la iniciativa InfraLATAM en material de inversiones. La menor disponibilidad de indicadores en materia ferroviaria (explicada en parte por la baja relevancia del modo en la región) hace que la posibilidad de construcción de indicadores esté altamente limitada.

Tabla 1
Sistema de indicadores
de infraestructura

Fuente:
Elaboración propia

Criterio	Sub-Criterio	GLOBAL				Subsistema analizado	
		Indicador sintético	Unidad de medida	Ponderaciones (%)	Fuentes	Vial	Ferrovionario
C1. Cobertura territorial, conectividad e integración	Cobertura de la red	1. Km de red total / Km2	Km / Km ²	8%	Fuentes nacionales	0,5	0,5
		2. Km de red total / Población	Km / Habitante	8%	Fuentes nacionales	0,5	0,5
		3. Km de red total pavimentada / Km2	Km / Km ²	7%	Fuentes nacionales	1	
	Integración regional/ territorial	4. % de la población rural del país con acceso a vía transitable	0-100 %	8%	Índice de acceso rural, Banco Mundial	1	
C2. Calidad y seguridad	Calidad	5. Percepción de calidad de las redes carreteras y ferroviarias	0-100 %	5%	Global Competitiveness Index, WEF	0,7	0,3
		6. % pavimentado de la red principal	0-100 %	7%	Fuentes nacionales	1	
	Capacidad	7. % de autopistas sobre la red principal	0-100 %	4%	Fuentes nacionales	1	
	Reducción esperada de accidentes	8. Accidentados totales (heridos + fallecidos) / Parque vehicular	Individuos / Veh	8%	EISEVI	1	
C3. Productividad y costos operativos	Costos de usuario	9. Km/h promedio entre puntos nodales	Km / h	8%	Estimaciones propias	1	0
	Costos de operación de infraestructura	10. Índice de desempeño logístico: calidad de la infraestructura relacionada con el comercio y el transporte	De 1 a 5	8%	IDL. Banco Mundial	Común a ambos modos	
C4. Equilibrio modal para optimización logística	Participación modal del ferrocarril	11. Participación del FFCC en cargas	Tn km / Tn-km total	5%	Fuentes nacionales		1
		12. Ocupación de las redes ferroviarias	Tn km / Km de red	4%	Fuentes nacionales		1
C5. Sostenibilidad ambiental y social	Impacto ambiental	13. Edad promedio de la flota vehicular	Años	4%	Fuentes nacionales	1	
		14. Emisiones de CO ₂ / 1.000 hab	CO ₂ / Habitante	4%	Banco Mundial y fuentes nacionales	0,7	0,3
	Impacto social	15. % de la red en regiones menos favorecidas	0-100 %	5%	Estimaciones propias	0,7	0,3
C6. Institucionalidad y participación público-privada	Participación privada en la gestión	16. % de la red concesionada	0-100 %	5%	Fuentes nacionales	0,7	0,3
	APPs	17. Evaluación de desempeño en APPs	0-100	5%	Infrascope - EIU	Común a ambos modos	
	Efectividad del gobierno	18. Percepción de efectividad del gobierno	-2,5 a 2,5 (normalizado 0 a 5)	5%	Banco Mundial - World Governance Indicators	Común a ambos modos	

1.5. DEFINICIÓN DETALLADA DE LOS INDICADORES

1.5.1. COBERTURA TERRITORIAL, CONECTIVIDAD E INTEGRACIÓN

Indicador 1. Km de red total / Km² de superficie

Este indicador es habitualmente utilizado como medida de disponibilidad y densidad de la infraestructura. Como principal ventaja, su cálculo es relativamente sencillo y permite realizar comparaciones internacionales con facilidad.

La limitación del indicador es que se trata de una medida excesivamente agregada y simple, que tiende a sesgar los resultados en favor de países pequeños. Por otro lado, no puede considerarse como medida de calidad o conectividad de la infraestructura, debiendo acompañarse el análisis con otros indicadores.

Para el cálculo, se han considerado las redes primaria, secundaria y terciaria. Esta decisión responde a que en algunos casos los modelos de gestión de infraestructura (más o menos descentralizados) pueden generar discrepancias en los criterios de contabilización de las redes y sesgar los valores de cobertura.

Indicador 2. Km de red total / Población

Este segundo indicador presenta características similares al indicador 1, por lo que se utiliza de forma complementaria, mostrando ventajas y desventajas parecidas. Como valor agregado, permite tomar en cuenta las diferentes densidades poblacionales y las necesidades que surjan en materia de transporte.

Indicador 3. Km de red total pavimentada / Km² de superficie

Este indicador complementa la medida de cobertura del indicador 1, considerando una variable de calidad dada por la existencia de pavimentación en la red. En efecto, la extensión de la red total no brinda información sobre el tipo de pavimento, por lo que podrían generarse resultados distorsionados. Al controlar por la existencia de pavimentación, los datos se ajustan para expresar en mejor medida la oferta de infraestructura.

Indicador 4. % de la población rural del país con acceso a vía transitable

El indicador mide la accesibilidad de la red con respecto a la población rural. El Banco Mundial elaboró un Indicador de Acceso Rural que equivale al porcentaje de personas en comunidades rurales que tienen acceso (a una distancia de 2km o menos) a una carretera transitable todo el año con respecto a la población rural total del país. Esta fuente es utilizada directamente para la estimación.

1.5.2. CALIDAD Y SEGURIDAD

Indicador 5. Percepción de calidad de las redes carreteras y ferroviarias

Los indicadores de percepción de calidad de redes carreteras y ferroviarias son elaborados regularmente por el World Economic Forum (WEF) y son muy utilizados en el ámbito del transporte como indicador de desempeño. La fuente básica de estos datos proviene de una Encuesta de Opinión Ejecutiva.

Una de las virtudes de este indicador es que captura variables más amplias que las de los indicadores estrictamente basados en métricas físicas (como la extensión de las redes o el volumen de carga), reflejando los distintos modelos de gestión, la calidad regulatoria, las mejoras recientes, entre otros. Como limitación, no se basa en ningún dato objetivo y las opiniones en cada país dependen de las expectativas de los encuestados, las cuales no necesariamente serán idénticas entre países.

Indicador 6. % pavimentado de la red principal

Este dato refleja una aproximación a la “calidad” de la infraestructura a partir del tipo de pavimento. En particular, la red primaria es la troncal en cada país y conecta los principales puntos nodales, por lo que debe aspirar a altos niveles de desempeño. La existencia de pavimento afecta el confort de viaje, además de la velocidad y el desgaste vehicular.

Indicador 7. % de autopistas y autovías sobre la red principal

El indicador mide la proporción de redes de alta capacidad sobre la infraestructura principal, que típicamente proveen una mayor calidad del flujo vehicular.

Indicador 8. Accidentados totales (heridos + fallecidos) / Parque vehicular

La accidentalidad refleja aspectos relacionados tanto con los usuarios como con la calidad de la oferta de infraestructura. Elementos del diseño de carreteras impactan sobre las tasas de accidentalidad, como la existencia de calzadas separadas o la señalización.

1.5.3. PRODUCTIVIDAD Y COSTOS OPERATIVOS

Indicador 9. Km/h promedio entre puntos nodales

En el análisis de los sistemas de transporte, una de las variables de resultado más relevantes es la velocidad de desplazamiento, variable que afecta los costos generalizados de un viaje.

En el marco de este estudio, se ha desarrollado un modelo específico de estimación. Para poder estimar las distancias y tiempos de viaje, el primer paso consiste en seleccionar el conjunto de puntos logísticos de interés. Por cada uno de los 11 países se seleccionó cuidadosamente un conjunto de entradas a ciudades, puertos y centros logísticos de importancia. Estos puntos fueron creados en archivos en formato shape (.shp).

La primera fase del procesamiento consiste en generar un listado que contenga todos los pares de combinaciones posibles entre los puntos de interés. Una vez generado el listado, se extrae la latitud y longitud de los puntos.

Para el cálculo de las distancias y tiempos de viaje, se invoca a la API de Google Distance Matrix a la cual se le pasa como parámetros todos los orígenes y destinos. Como resultado, se obtienen los tiempos de viaje promedio. Finalmente, usando los puntos originales, se crean las líneas de deseo entre cada uno de los puntos y se procede a calcular la velocidad de viaje a partir de los tiempos de viaje y las distancias.

Indicador 10. Índice de desempeño logístico: calidad de la infraestructura relacionada con el comercio y el transporte

El Índice de Desempeño Logístico refleja las percepciones de la logística de un país basadas en la eficiencia del proceso del despacho de aduana, la calidad de la

infraestructura relacionada con el comercio y el transporte, la facilidad de acordar embarques a precios competitivos, la calidad de los servicios logísticos, la capacidad de seguir y rastrear los envíos, y la frecuencia con la cual los embarques llegan al consignatario en el tiempo programado¹. El índice varía entre 1 y 5, donde el puntaje más alto representa un mejor desempeño. Los datos proceden de las encuestas del Índice de Desempeño Logístico realizadas por el Banco Mundial.

El indicador captura aspectos de ambos modos relacionados con el proceso logístico, si bien no es exclusivo a ellos (ya que incluye otros modos y el uso de terminales de transferencia modal). Sin embargo, dada la elevada participación en el comercio y el transporte de los modos carretero y ferroviario, es esperable que el indicador releve el desempeño en estos sectores. Para la estimación, y a los efectos de reflejar en mejor medida los sistemas de transporte terrestre, se ha reportado el resultado de la dimensión *calidad de la infraestructura relacionada con el comercio y el transporte*.

1.5.4. EQUILIBRIO MODAL PARA LA OPTIMIZACIÓN LOGÍSTICA

Indicador 11. Participación del FFCC en cargas

Este indicador se define como el porcentaje de las Toneladas-Kilómetro que el alcanza el ferrocarril con relación al transporte terrestre total. Este dato es muy usual en las comparaciones internacionales cuando se busca evaluar la relevancia del modo en el sistema de transporte.

Si bien la utilización del transporte ferroviario está limitada por elementos como la estructura productiva, de comercio exterior y la geografía (lo cual lo hace más o menos conveniente), los bajos grados de utilización de las vías férreas en la región marcan que se podría ganar productividad fomentando una mayor participación. Esto no significa que las cargas ferroviarias deban ser mayoritarias en cuanto a participación, pero sí sería deseable que, dados los perfiles productivos de cada país, alcancen una participación cercana al 20% de la Toneladas-Kilómetro.

Indicador 12. Ocupación de las redes ferroviarias

Este indicador queda definido como la relación entre las Toneladas-Kilómetro transportadas y la extensión de las redes, y representa por lo tanto una medida de ocupación y productividad. Un mayor valor del indicador expresa un grado de utilización alto de la infraestructura, lo cual es indicativo de una alta demanda.

1.5.5. SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y EQUIDAD SOCIAL

Indicador 13. Edad promedio de la flota vehicular

Este indicador está definido como los años promedio que tiene el parque automotor en cada país.

Los avances tecnológicos en los motores de los vehículos han hecho más eficiente la combustión, y los relacionados con el control de emisiones, han permitido alcanzar

¹ <https://datos.bancomundial.org/indicador/LP.LPI.OVRL.XQ>

reducciones en las emisiones de contaminantes como el dióxido de carbono (CO₂) y los dióxidos de nitrógeno (NO_x). Es así que los vehículos en circulación de mayor antigüedad son los que presentan mayores tasas de emisión de contaminantes por kilómetro recorrido.

Indicador 14. Emisiones de CO₂ del transporte / 1.000 habitantes

Este indicador está calculado como el factor de emisión de CO₂ de los sistemas de transporte cada 1.000 habitantes, estimado a partir de las contribuciones del sistema de transporte a las emisiones totales que reporta el Banco Mundial².

Indicador 15. % de la red en regiones menos favorecidas

La evidencia indica que la accesibilidad a la infraestructura determina las posibilidades de establecer relaciones económicas y la productividad de los agentes, influenciando de esta manera su ingreso. Los datos señalan que una menor disponibilidad de infraestructura se correlaciona con una mayor pobreza y desigualdad.

La planificación de la infraestructura debería garantizar que las redes lleguen proporcionalmente a las regiones más pobres del país, dando oportunidades para generar interacciones que permitan incrementar el comercio.

Para estimar el indicador, se ha obtenido información a nivel departamental (o provincial) sobre las tasas de pobreza (o indicador de desarrollo multidimensional). El paso siguiente ha sido distribuir las regiones dentro de cada país en quintiles de 1 (más desarrollado) a 5 (menos desarrollado). En tercer lugar, se ha calculado qué proporción de la red de transporte obtienen las regiones más desfavorecidas (4 y 5). El indicador reportado se define como la relación entre la proporción de las redes que le corresponde a las regiones más desfavorecidas y la proporción de la población que representan. Un valor más elevado de este indicador señala que la red se distribuye de manera tal que beneficia a las regiones más pobres.

1.5.6. INSTITUCIONALIDAD Y PARTICIPACIÓN PÚBLICO-PRIVADA

Indicador 16. % de la red concesionada

Este indicador mide la proporción de la infraestructura bajo participación privada. “Participación privada” se relaciona aquí con un modelo de gestión que interviene al menos en alguna etapa relevante de la infraestructura (mantenimiento, operación, inversión, construcción). El contrato de concesión establece los alcances de la responsabilidad y la distribución de riesgos entre el sector público y privado.

Indicador 17. Evaluación del desempeño en APPs

En este indicador se ha reportado el ranking de Infrascope, elaborado por The Economist Intelligence Unit. El ranking de Infrascope evalúa la capacidad de los países de América Latina y el Caribe para llevar a cabo Asociaciones Público Privadas (APP) en infraestructura. Comprende 19 indicadores de naturaleza tanto cualitativa como cuantitativa, incluyendo el marco legal e institucional, las facilidades financieras y el clima de inversiones.

Indicador 18. Percepción de efectividad del gobierno

El indicador de percepción de efectividad del gobierno registra percepciones sobre la calidad de los servicios públicos, de la burocracia pública y del grado de independencia de

² <https://datos.bancomundial.org/indicador/en.co2.tran.zs>

presiones políticas, la calidad en el proceso de formulación e implementación de políticas, y la credibilidad del gobierno para comprometerse con estas políticas. El dato integra un conjunto de indicadores de gobernanza elaborado periódicamente por el Banco Mundial³.

1.6. ANÁLISIS SEPARADO DE LOS SECTORES VIAL Y FERROVIARIO

Para el cálculo de los indicadores por modo carretero y ferroviario se han calculado los indicadores exclusivos a cada subsector (por ejemplo, en cobertura y densidad de las redes, calidad, grado de participación privada, etc.), e incluyendo aquellos indicadores que son comunes a ambos (por ejemplo, la evaluación sobre calidad de las instituciones).

La estructura de ponderaciones ha sido adaptada, así como las categorías a reportar. En la infraestructura vial se definen las categorías: 1) Cobertura territorial, conectividad e integración; 2) Calidad y seguridad; 3) Productividad y costos operativos; 4) Sostenibilidad ambiental y social y 5) Institucionalidad y participación público-privada. En la infraestructura ferroviaria se establecen las categorías: 1) Cobertura territorial; 2) Percepción de calidad; 3) Participación del ferrocarril en la carga; 4) Productividad del ferrocarril y 5) Participación privada.

1.7. NORMALIZACIÓN Y PUNTUACIÓN

Cada indicador fue calculado para los países involucrados en el estudio, en función de la disponibilidad de información.

Teniendo en cuenta que los indicadores se expresan como valores relativos (o ratios), es posible comparar países y ordenarlos según su desempeño. En principio, la lógica es que un país que obtiene un indicador en un valor más deseable que otro obtiene una mayor puntuación. El criterio general que se ha seguido es comparar el valor obtenido por el país con el mejor desempeño regional, expresando esta diferencia como un cociente. El cálculo es el siguiente:

$$\text{Desempeño relativo} = \frac{\text{Indicador}_{\text{País}}}{\text{Indicador}_{\text{Máximo}}} \quad \text{Valor entre 0 (peor) y 1 (mejor)}$$

Los indicadores 7 (accidentes), 12 (edad de la flota) y 13 (emisiones) representan variables donde un menor valor es más deseable. Por lo tanto, en este caso el indicador se define de manera opuesta, es decir como:

$$\text{Desempeño relativo} = \frac{\text{Indicador}_{\text{Máximo}}}{\text{Indicador}_{\text{País}}} \quad \text{Valor entre 0 (peor) y 1 (mejor)}$$

Esta estrategia, como se ve, arroja desempeños relativos y no absolutos: en otras palabras, para cada indicador siempre una observación estará en el máximo valor posible. Por lo

³ https://govdata360.worldbank.org/indicators/h1c9d2797?country=BRA&indicator=388&viz=line_chart&years=1996,2017

tanto, los indicadores cumplen una función básicamente comparativa: permiten observar en qué dimensiones los países se encuentran más o menos aventajados.

Ponderación

La estructura de ponderaciones responde al mejor entender de los especialistas sobre los indicadores que tienen mayor o menor importancia en la evaluación de los sistemas de transporte terrestre. Asimismo, para la evaluación global se establecieron ponderaciones internas entre los sectores carretero y ferroviario, en función del conocimiento experto.

Para establecer la estructura de ponderaciones, se realizaron consultas a especialistas de los sectores transporte, y expertos en planificación vial y ferroviaria.

Medidas de control

Para evaluar la independencia de los indicadores, una medida apropiada es el cálculo de una matriz de correlaciones entre los indicadores. Este dato es relevante ya que la existencia de elevada correlación entre variables podría ser indicativa de que la información capturada es siempre la misma. El problema en este caso no es que los indicadores se encuentren correlacionados en sí, ya que este resultado es perfectamente posible e inclusive esperable, sino más bien la existencia de variables redundantes que no agreguen información al sistema.

Sobre este punto, el análisis de las correlaciones entre indicadores evidencia un grado de asociación bajo. El promedio de las correlaciones positivas fue de apenas 0,34, mostrando que los indicadores calculados aportan información específica.

1.8. DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN

Se realizó un trabajo de compilación de la información en cada país. En total, se utilizaron cerca de 400 conjuntos de datos para obtener los indicadores. La matriz de disponibilidad de información indica (ver Anexo i) que, prácticamente la totalidad de la información se encontraba disponible y pudo ser objeto de cálculo. Esto responde también a la estrategia de diseño de los indicadores, los cuales han sido seleccionados en función de su disponibilidad.

1.9. RESULTADOS

Con la base de datos generada a partir del relevamiento de las distintas fuentes (Anexo ii) se calcularon los indicadores por país (Anexo iii). Los resultados se describen brevemente en los siguientes apartados (ver detalle en Anexo iv).

1.9.1. GLOBAL

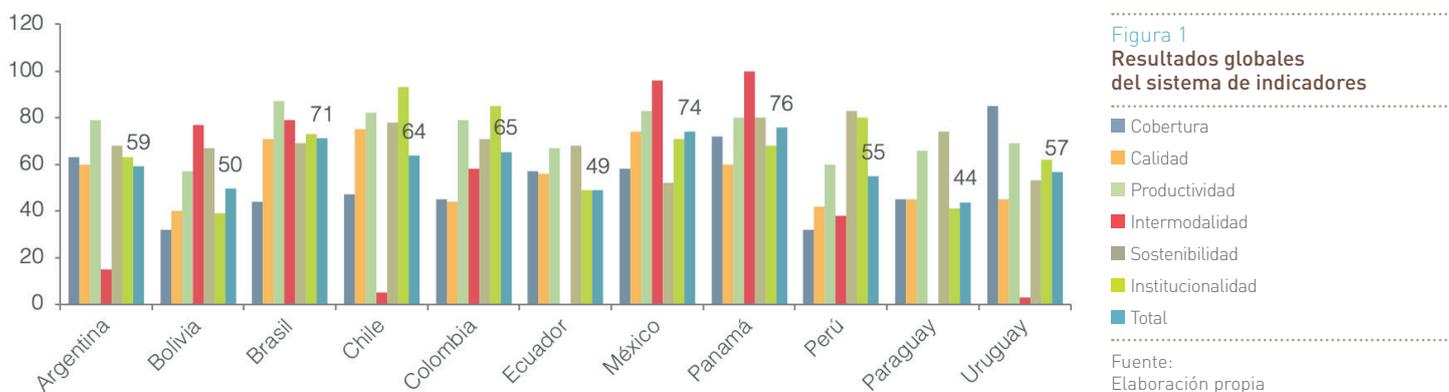
Los países obtuvieron un máximo de 75 puntos y un mínimo de 43 (sobre 100 posibles). Esto sugiere que ninguno de los países presenta resultados sistemáticamente superiores al resto, si bien aparecen algunas diferencias importantes.

En la puntuación global de desempeño, México, Brasil y Panamá obtienen los valores más elevados. En un segundo grupo se ubican Chile, Uruguay, Colombia y Argentina. Finalmente, los países que aparecen más rezagados son Ecuador, Perú, Paraguay y Bolivia.

Los tres grupos mencionados se explican por dinámicas diferentes en sus sistemas de infraestructura. Hablando en términos generales, los países del primer grupo tienen resultados por encima del promedio en una gran mayoría de los indicadores y no presentan ninguna debilidad relativa muy significativa. Se trata de países donde los dos modos de transporte terrestre se han desarrollado con cierto éxito, en algunos casos a través de un modelo de participación público-privada. No obstante, se presentan algunas dificultades puntuales en algunas dimensiones.

Los países del grupo intermedio por lo general muestran resultados satisfactorios en algunos indicadores, pero presentan déficits muy importantes en otros. Frecuentemente este déficit puede responder a un bajo desarrollo del modo ferroviario o a una institucionalidad débil.

Finalmente, en el último grupo se identifican países que muestran déficits importantes en muchos indicadores, en variables fundamentales como la cobertura, calidad y seguridad de la infraestructura. Por otro lado, el modo ferroviario es inexistente, generando de esta manera una limitación importante en el desarrollo intermodal.



1.9.2. POR PAÍS

Los resultados por país muestran un grado de desagregación que permite observar en qué dimensiones se destaca cada uno de ellos y en cuáles presenta las mayores debilidades. Este análisis se puede realizar tanto a nivel global como de manera separada en cada uno de los modos.

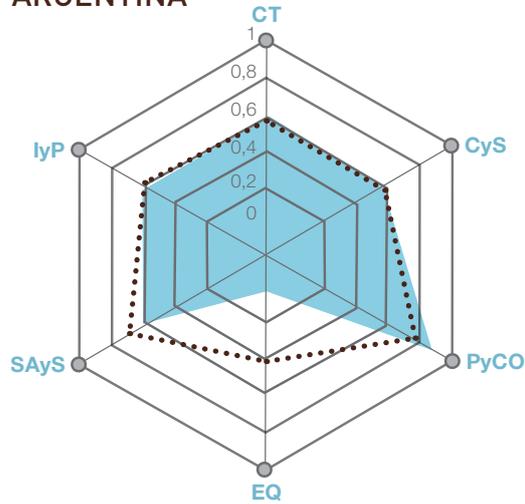
Figura 2
Resultados por país
del sistema de indicadores

- CT Cobertura territorial
- CyS Calidad y seguridad
- PyCO Productividad y costos operativos
- EQ Equilibrio modal
- SAyS Sostenibilidad ambiental y social
- IyP Institucionalidad y participación público-privada

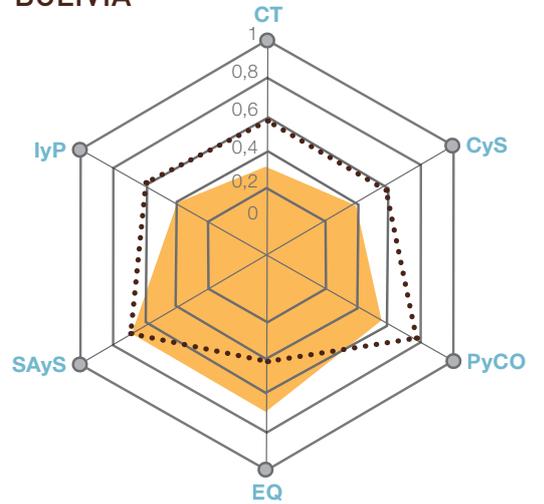
..... Promedio regional

Fuente:
Elaboración propia

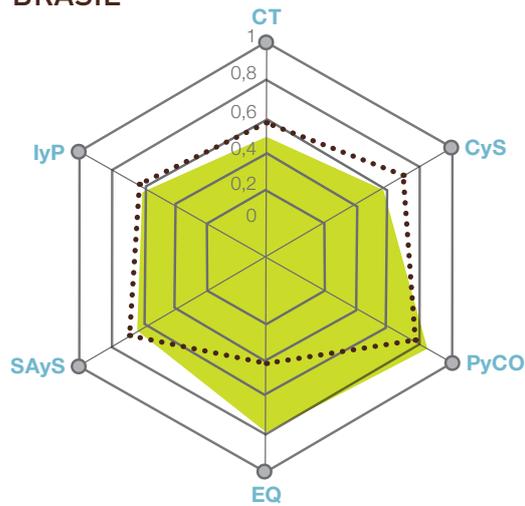
ARGENTINA



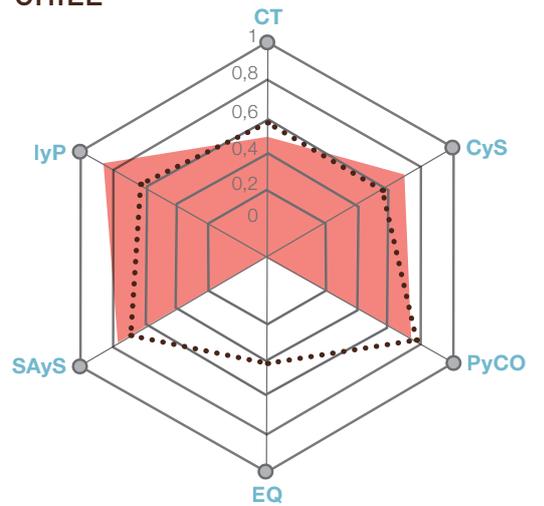
BOLIVIA



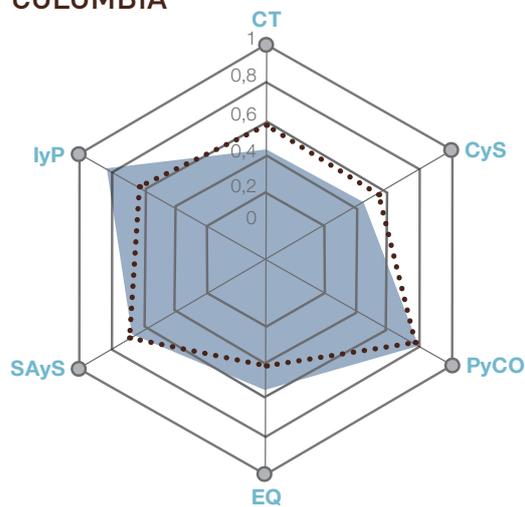
BRASIL



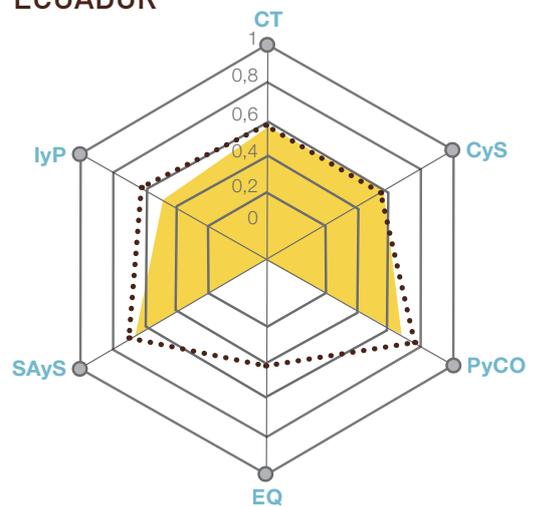
CHILE



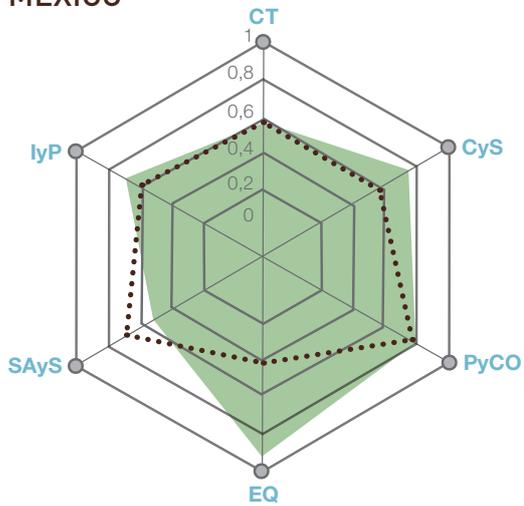
COLOMBIA



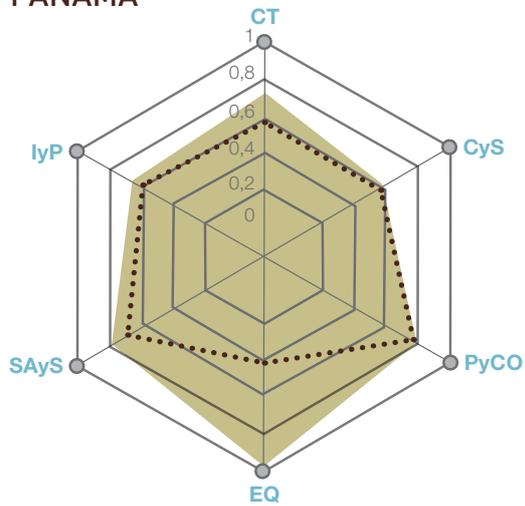
ECUADOR



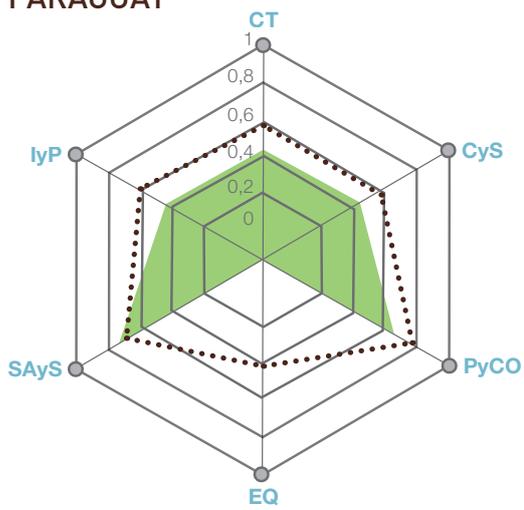
MÉXICO



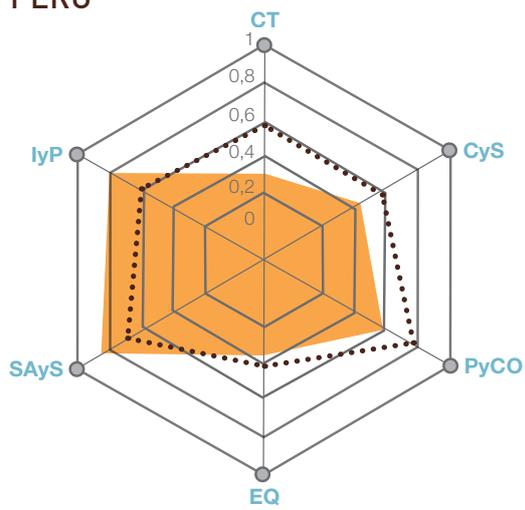
PANAMÁ



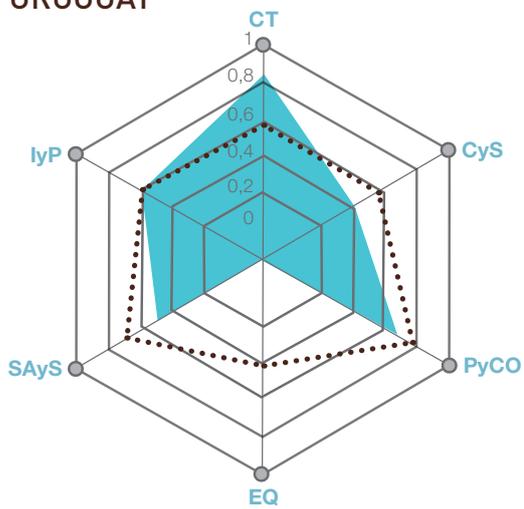
PARAGUAY



PERÚ



URUGUAY



1.9.3. POR SUBSISTEMA

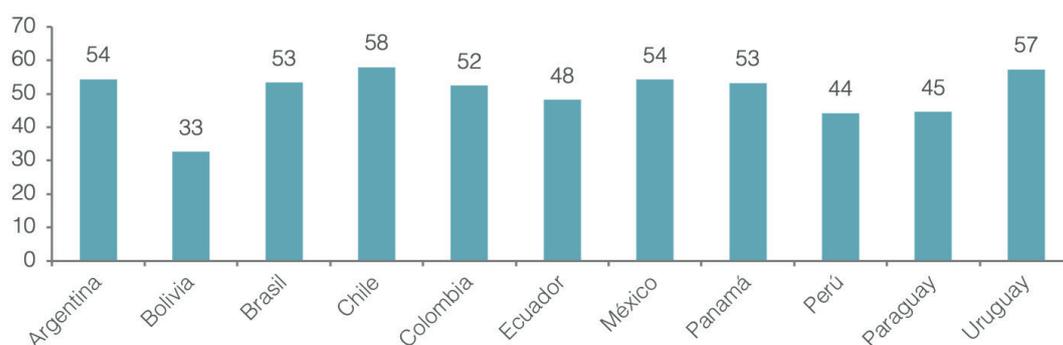
Vial

Los sistemas de transporte carretero de Chile, Uruguay, México, Brasil, Argentina y Panamá obtuvieron los mejores resultados, si bien estos sistemas presentan menos dispersión que el global y el ferroviario. En segunda instancia se ubican los sistemas de Ecuador y Colombia, mientras que los de Paraguay, Perú y Bolivia ocupan los últimos lugares.

Los países de peor desempeño en general muestran malos resultados en términos de cobertura de las redes y porcentajes de pavimentación. En el caso de Bolivia, la falta de participación privada también reduce el desempeño.

Figura 3
Resultados del sistema de indicadores viales

Fuente:
Elaboración propia



Ferrovionario

Al contrario del caso vial, en el análisis de los sistemas ferroviarios los países presentan alta dispersión en los resultados.

El modelo ferroviario mexicano obtuvo la mejor puntuación, con una diferencia considerable respecto al resto. El caso mexicano se destaca por su alta cobertura, percepción de calidad, relevancia en la carga y participación privada en la gestión.

Colombia, Brasil y Panamá obtienen también elevadas puntuaciones en los indicadores del modo ferroviario. Se trata de sistemas eficientes y, al igual que el caso anterior, con participación privada en la infraestructura, aunque puede tratarse en algún caso de modelos concentrados territorialmente (como ocurre en Colombia y Panamá).

Por otro lado, hay un grupo de países que disponen de infraestructura ferroviaria, pero que tiene un bajo grado de eficiencia y utilización. Argentina, Bolivia, Chile, Perú y Uruguay presentan importantes limitaciones en el desarrollo de los sistemas ferroviarios.

Para finalizar, Ecuador y Paraguay carecen de sistemas ferroviarios (aunque pueda darse el caso de algún ferrocarril de pasajeros de baja extensión o de tipo turístico), por lo que obtienen una calificación nula.

El anexo 1 de este informe brinda mayores precisiones sobre la definición, justificación y medición de cada uno de los indicadores seleccionados.

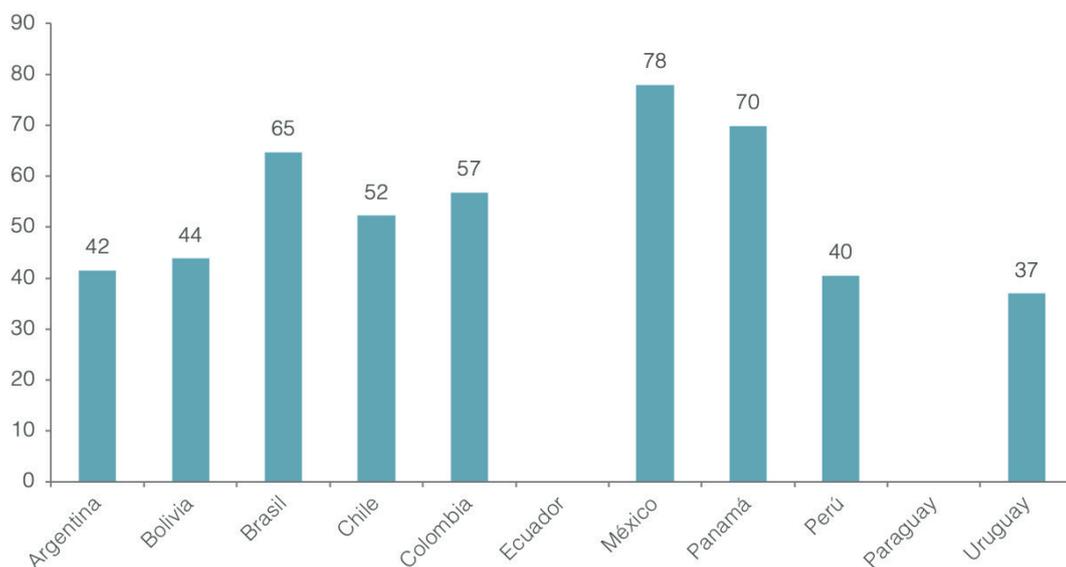


Figura 4
Resultados del sistema
de indicadores ferroviarios

Fuente:
Elaboración propia

1.10. COMENTARIOS

Algunos de los indicadores presentan la limitación de no ser específicos a los modos de transporte terrestre. Por ejemplo, en la evaluación de desempeño institucional se considera una revisión global sobre el país, pero esta no es específica a las carreteras y vías férreas.

Se ha intentado minimizar la participación de aquellos indicadores que estén fuertemente sesgados por el cálculo de cada país. Por ejemplo, el estado de las redes (muy bueno, bueno, regular, etc.) podría indicar de manera adecuada una métrica de calidad, pero la propia definición del estado no está estandarizada entre los países, de manera que las comparaciones se verían distorsionadas.

En líneas generales, se ha optado por medidas armonizadas que eviten los sesgos internos. No obstante, existen grandes oportunidades de mejora en el proceso de generación y difusión de la información.

Finalmente, los sistemas ferroviarios presentan una menor disponibilidad de información, lo cual ha derivado en la construcción de un sistema de indicadores más simplificado. Esto podrá ser revisado si existe mayor disponibilidad, confiabilidad y periodicidad en materia de generación de información sobre el subsistema.

1.11. BIBLIOGRAFÍA

Banco Mundial (2004): Performance and Impact Indicators for Transport. Disponible en http://siteresources.worldbank.org/INTTRM/Resources/040227_redis-transport.pdf

ITF (2018): Key Transport Statistics. Disponible en <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/key-transport-statistics-2018.pdf>

Lazarsfeld, P. (1973) "De los conceptos a los índices empíricos", en BOUDON, Raymond y P. LAZARFELD. *Metodología de las ciencias sociales, I. Conceptos e índices*. Barcelona: Laia.

1.12. ANEXO

1.12.1. MATRIZ DE DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN

Criterio	Sub-Criterio	Indicador sintético	Fuentes	País										
				Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Panamá	Paraguay	Perú	Uruguay
C1. Cobertura territorial, conectividad e integración	Cobertura de la red	1. Km de red total / Km ²	Fuentes nacionales	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
		2. Km de red total / Población	Km / Habitante	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
		2. Km de red total pavimentada / Km ²	Fuentes nacionales	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Integración regional / territorial	3. % de la población rural del país con acceso a vía transitable	Índice de acceso rural, Banco Mundial	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
C2. Calidad y seguridad	Calidad	4. Percepción de calidad de las carreteras y vías férreas	World Competitiveness Index, WEF	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
		5. % pavimentado de la red total	Fuentes nacionales	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Capacidad	6. Proporción de autopistas y autovías sobre la red principal	Fuentes nacionales	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Reducción esperada de accidentes	7. Accidentados totales (heridos + fallecidos) / Parque vehicular	OISEVI	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

Criterio	Global			País										
	Sub-Criterio	Indicador sintético	Fuentes	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Panamá	Paraguay	Perú	Uruguay
C3. Productividad y costos operativos	Costos de usuario	8. Km/h promedio entre puntos nodales	Estimaciones propias	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Costos de operación de infraestructura	9. Índice de desempeño logístico: calidad de la infraestructura relacionada con el comercio y el transporte	IDL. Banco Mundial	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
C4. Desarrollo intermodal para optimización logística	Optimización intermodal	10. Participación del FFCC en cargas	Fuentes nacionales	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
		11. Ocupación de las redes ferroviarias	Fuentes nacionales	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
C5. Sostenibilidad ambiental y social	Impacto ambiental	12. Edad promedio de la flota vehicular	Fuentes nacionales	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
		13. Emisiones de CO ₂ / 1.000 hab	Banco Mundial y fuentes nacionales	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Impacto social	14. % de la red en regiones menos favorecidas (IPM o IDH)	Estimaciones propias	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
C6. Institucionalidad y participación público-privada	Participación privada en la gestión	15. % de la red concesionada	Estimaciones propias	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	APPs	16. Evaluación de desempeño en APPs	Infrascope - EIU	D	ND	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Efectividad del gobierno	17. Percepción de efectividad del gobierno	Banco Mundial - World Governance Indicators	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D

1.12.2. DATOS RELEVADOS

Dato	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Panamá	Paraguay	Perú	Uruguay
Superficie (Km ²)	2.780.400	1.098.580	8.515.770	756.102	1.141.749	256.370	1.964.380	75.420	406.752	1.285.000	176.220
Población (Habitantes)	43.847.430	10.887.880	207.652.860	17.909.750	48.653.420	16.385.070	127.540.420	4.034.120	6.725.310	31.773.840	3.444.010
Vehículos (no incluye motocicletas)	14.134.565	1.386.273	73.884.765	4.873.134	6.021.573	1.707.376	41.901.731	839.347	3.617.907	1.431.468	1.035.885
Índice de Acceso Rural	77,00	48,00	53,00	76,00	78,00	73,00	61,00	77,00	54,00	43,00	84,00
Índice de desempeño logístico	2,77	2,15	2,93	3,21	2,67	2,72	2,85	3,13	2,55	2,28	2,43
Percepción de calidad de las carreteras	3,279	3,110	3,115	5,208	3,020	5,052	4,373	4,418	2,372	3,047	3,280
Percepción de calidad de las vías férreas	2,117	1,914	2,022	2,471	1,525		2,841	4,458	2,030		1,250
Red Vial Total	628.510	89.613	1.578.102	82.134	205.937	43.762	393.473	16.366	75.120	165.905	68.600
Red primaria + Red secundaria	241.038	47.923	381.516	26.158	64.216	19.294	146.354	6.944	17.454	51.987	8.783
Red Principal Total	39.938	16.343	76.259	11.374	19.079	9.791	50.499	1.297	3.616	26.683	8.776
Red de alta capacidad (sobre red primaria)	3.012	340	2.739	2.992	621	1.167	7.324	168	175	1.448	414
Red principal pavimentada	36.787	8.090	65.583	9.213	9.929	7.399	21.058		3.218	20.368	8.074
Carril-km pavimentado	75.248	18.266	157.910	24.542	31.472	20.980	105.968	6.158	6.428	39.148	15.872
Red pavimentada (principal + secundaria)	82.898	7.895	210.618	20.320	12.979	15.754	136.530	6.944	6.695	20.378	7.977
Edad promedio de la flota	11,80	18,00	9,30	10,00	16,00	15,00	16,90	12,10	16,60	13,00	16,00
Velocidad promedio entre nodos	84,25	55,42	72,14	74,08	54,82	59,04	80,47	57,57	63,87	56,96	75,45

Dato	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Panamá	Paraguay	Perú	Uruguay
Número de heridos en accidentes de tránsito	80.705	18.613	170.805	57.396	44.452	27.668	134.815	12.660	40.375	58.148	30.207
Fallecidos totales en accidentes de tránsito	5.279	2.318	40.451	2.119	6.127	3.018	15.886	422	1.121	3.637	538
Red FFCC activa	18.911	3.077	29.774	6.514	1.409	504	17.360	77	3	1.940	1.652
Emisiones de CO ₂ totales (kt)	204.025	20.411	529.808	82.563	84.092	43.920	480.271	8.801	5.702	61.745	6.747
Emisiones de CO ₂ derivadas del transporte (%)	0,24	0,41	0,45	0,31	0,41	0,42	0,35	0,36	0,93	0,40	0,55
Inversión promedio en infraestructura vial (% del PIB)	0,77	2,45	0,37	0,64	0,79	0,98	0,33	1,43	2,20	0,67	0,60
Red carretera concesionada	10.000	-	20.658	3.305	10.155	665	9.818	104	140	6.693	2.755
Red ferroviaria operada por privados	9.471	3.078	28.366	6.294	1.154		26.891	77		1.811	
Carga Total (Ton-km)	297.967	6.534	1.397.313	279.802	114.151	2.129	342.468	1.696	8.120	15.278	18.879
Carga Vial (Ton-km)	286.049	5.227	1.109.467	275.884	97.029	2.129	256.851	1.255	8.120	13.750	18.741
Carga FFCC (Ton-km)	11.919	1.307	287.847	3.917	17.123		85.617	441		1.528	138
Participación modal del FFCC	4%	20%	21%	1%	15%	0%	25%	26%	0%	10%	1%
Puntuación Infrascopes	49	n.a.	71	80	77	59	66	58	52	77	70
Percepción de efectividad del gobierno	0,16	-0,39	-0,29	0,85	-0,07	-0,32	-0,03	0,01	-0,81	-0,13	0,42
% de la red vial (primaria + secundaria) en regiones desfavorecidas	0,77	1,08	1,09	0,50	1,11	0,62	1,08	0,72	0,69	0,60	1,59

1.12.3. PUNTUACIONES POR PAÍS

Indicador sintético	Unidad de medida	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Panamá	Paraguay	Perú	Uruguay	Máximo
1. Km de red total / Km ²	Km / Km ²	0,116	0,042	0,094	0,059	0,091	0,09	0,105	0,109	0,065	0,092	0,199	0,199
2. Km de red total / Población	Km /Habitante	0,007	0,004	0,004	0,002	0,002	0	0,002	0,002	0,003	0,006	0,01	0,01
3. Km de red total pavimentada / Km ²	Km / Km ²	0,03	0,007	0,025	0,027	0,011	0,06	0,07	0,092	0,016	0,016	0,045	0,092
4. % de la población rural del país con acceso a vía transitable	0-100 %	77	48	53	76	78	73	61	77	43	54	84	84
5. Percepción de calidad de las carreteras y vías férreas	0-100 %	2,93	2,751	2,787	4,387	2,572	3,54	3,914	4,43	2,133	2,27	2,671	4,43
6. % pavimentado de la red principal	0-100 %	0,921	0,495	0,86	0,81	0,52	0,76	0,417	0,43	0,763	0,89	0,92	0,921
7. Proporción de autopistas sobre la red principal	0-100 %	0,075	0,021	0,036	0,263	0,033	0,12	0,145	0,13	0,054	0,048	0,047	0,263
8. Accidentados totales (heridos + fallecidos) / Parque vehicular	Individuos / Veh	0,006	0,015	0,003	0,012	0,008	0,02	0,004	0,016	0,043	0,011	0,03	0,003
9. Km/h promedio entre puntos nodales	Km / h	84,25	55,42	72,14	74,08	54,82	59	80,47	57,57	56,96	63,87	75,45	84,25
10. Índice de desempeño logístico: calidad de la infraestructura relacionada con el comercio y el transporte	De 1 a 5	2,77	2,15	2,93	3,21	2,67	2,72	2,85	3,13	2,28	2,55	2,43	3,21
11. Participación del FFCC en cargas	Tn km / Tn-km total	0,04	0,2	0,206	0,014	0,15	0	0,25	0,26	0,1	0	0,007	0,26
12. Ocupación de las redes ferroviarias	Tn km / Km de red	0,63	0,42	9,67	0,6	12,15	0	4,93	5,73	0,79	0	0,08	12,15
13. Edad promedio de la flota vehicular	Años	11,8	18	9,3	10	16	15	16,9	12,1	13	16,6	16	9,3
14. Emisiones de CO ₂ / 1.000 hab	CO ₂ / Habitante	1,125	0,763	1,142	1,433	0,712	1,12	1,322	0,795	0,783	0,789	1,084	0,7121
15. % de la red en regiones menos favorecidas (IPM o IDH)	%	0,77	1,08	1,09	0,5	1,11	0,62	1,08	0,72	0,6	0,69	1,59	1,59
16. % de la red concesionada	%	0,326	0,3	0,475	0,493	0,618	0,05	0,601	0,356	0,456	0,027	0,22	0,618
17. Evaluación de desempeño en APPs	0-100	49		71	80	77	59	66	58	77	52	70	80
18. Percepción de efectividad del gobierno	-2,5 a 2,5 (normalizado 0 a 5)	2,66	2,11	2,21	3,35	2,43	2,18	2,47	2,51	2,37	1,69	2,92	3,35

1.12.4. PUNTUACIONES DESAGREGADAS

Global

Global	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Panamá	Paraguay	Perú	Uruguay	Promedio Regional
C1. Cobertura territorial, conectividad e integración	0,63	0,32	0,44	0,47	0,45	0,57	0,58	0,72	0,32	0,45	0,85	0,53
C2. Calidad y seguridad	0,6	0,4	0,71	0,75	0,44	0,56	0,74	0,6	0,42	0,45	0,45	0,56
C3. Productividad y costos operativos	0,79	0,57	0,87	0,82	0,79	0,67	0,83	0,8	0,6	0,66	0,69	0,74
C4. Desarrollo intermodal para optimización logística	0,15	0,77	0,79	0,05	0,58	0	0,96	1	0,38	0	0,03	0,43
C5. Sostenibilidad ambiental y social	0,68	0,67	0,69	0,78	0,71	0,68	0,52	0,8	0,83	0,74	0,53	0,69
C6. Institucionalidad y participación público-privada	0,63	0,39	0,73	0,93	0,85	0,49	0,71	0,68	0,8	0,41	0,62	0,66
Total	59,2	49,7	71,2	63,8	65,3	49	74	75,9	54,8	43,7	56,6	60,28

Vial

Global	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Panamá	Paraguay	Perú	Uruguay	Promedio Regional
C1. Cobertura territorial, conectividad e integración	0,63	0,3	0,44	0,46	0,45	0,58	0,58	0,73	0,32	0,45	0,85	0,53
C2. Calidad y seguridad	0,59	0,4	0,7	0,75	0,44	0,63	0,72	0,54	0,41	0,43	0,46	0,55
C3. Productividad y costos operativos	0,78	0,6	0,76	0,81	0,64	0,67	0,78	0,73	0,59	0,66	0,69	0,7
C4. Sostenibilidad ambiental y social	0,5	0,5	0,56	0,5	0,58	0,46	0,39	0,6	0,59	0,83	0,44	0,54
C5. Institucionalidad y participación público-privada	0,54	0,2	0,58	0,72	0,79	0,41	0,54	0,44	0,61	0,46	0,66	0,54
Total	54	33	53	58	52	48	54	53	44	45	57	50

Ferroviaria

Global	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Colombia	Ecuador	México	Panamá	Paraguay	Perú	Uruguay	Promedio Regional
C1. Cobertura territorial	0,64	0,26	0,33	0,81	0,12	0,18	1	0,1	0,1	0	0,88	0,41
C2. Percepción de calidad	0,47	0,43	0,45	0,55	0,34		0,64	1	0,5	0,46	0,28	0,51
C3. Participación del ferrocarril en la carga	0,15	0,77	0,79	0,05	0,58	0	0,96	1	0,4	0	0,03	0,43
C4. Productividad del ferrocarril	0,19	0,14	0,81	0,21	0,97	0,14	0,43	0,56	0,2	0,13	0,13	0,35
C5. Participación privada	0,62	0,59	0,85	0,99	0,83		0,87	0,84	0,9		0,52	0,78
Total	42	44	65	52	57		78	70	40		37	49

A2

**METODOLOGÍA
DE ANÁLISIS
CAPACIDAD /
DEMANDA**



ANEXO 2

METODOLOGÍA DE ANÁLISIS CAPACIDAD / DEMANDA

1.1. METODOLOGÍA PARA ESTIMACIÓN DE RATIO VOLUMEN / CAPACIDAD Y VELOCIDADES DE OPERACIÓN DE CARRETERAS

1.1.1. METODOLOGÍA PARA ESTIMACIÓN DE RATIO V/C DE LAS CARRETERAS

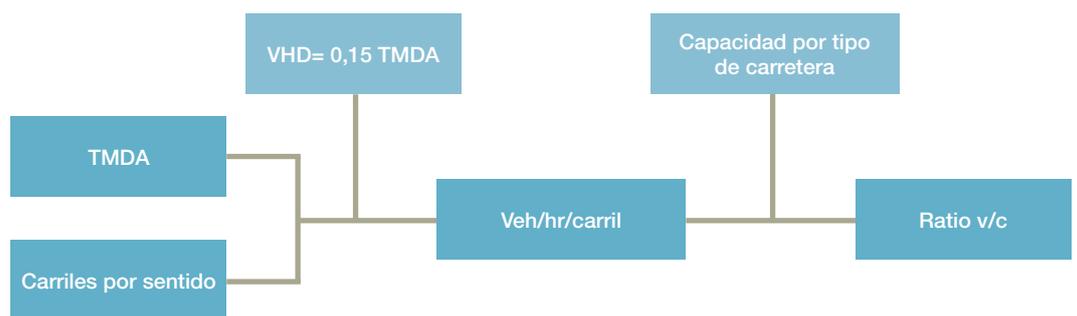
La relación volumen-capacidad se adopta siguiendo las definiciones del Highway Capacity Manual (HCM), versión 2016. Para ello se calcula un ratio del volumen sobre la capacidad real de la infraestructura como indicador del nivel de servicio de la carretera, para la situación actual y luego para los escenarios temporales definidos, según las tasas de crecimiento determinadas en las previsiones de tráfico futuras.

El HCM establece que el Nivel de Servicio (o LOS por sus siglas en inglés) de una carretera puede ser caracterizado según tres parámetros: la densidad de vehículos por milla por carril, velocidad media en millas por hora y la relación volumen-capacidad (v/c). En cuanto a esta última relación se establece que con LOS E, el volumen de vehículos que circula por una carretera se encuentra al límite de la capacidad de la misma, por lo que la relación es $v/c = 1$.

La metodología utilizada consistió en utilizar para la situación actual (o último dato anual disponible) el TMDA de cada tramo de ruta y se estimó el volumen horario de diseño. Este valor representa la hora 30 más cargada del año, el cual suele aproximarse según la literatura a un 15% del TMDA. Una vez ello y según la cantidad de carriles de cada tramo de ruta, se calculó el ratio v/c, a partir de cual se pudo obtener un indicador aproximado del nivel de servicio de la infraestructura carretera. La siguiente figura resume el procedimiento descrito.

Figura 1
Proceso de obtención de nivel de servicio a partir de la relación volumen / capacidad

Fuente:
Elaboración propia



Se toman las definiciones siguientes:

- “Autopista” es la infraestructura carretera con al menos dos carriles por sentido de circulación y con control total de accesos, es decir, sin intersecciones a nivel.
- Las “autovías”, a diferencia de la anterior, si pueden tener intersecciones a nivel y se define como “Autovía multicarril” a todas aquellas carreteras con dos o más carriles por sentido de circulación.
- Finalmente, se llaman “Autovía de dos carriles” a aquellas carreteras comúnmente llamadas 1+1, que equivale a un carril por sentido de circulación, en ambos casos, sin control de accesos.

A partir de ello se establece una capacidad para tres tipos de carretera y, en función del volumen (TMDA relevado), se estima un porcentaje de ocupación de la capacidad de las rutas estudiadas en los distintos escenarios temporales.

Tipo de Carretera	Capacidad (veh/h/carril/sentido)
Autovía de 2 carriles	1.700
Autovía multicarril	2.200
Autopista	2.400

Tabla 1
Capacidad por tipo de carretera

Fuente:
Elaboración propia

Para el análisis, se definieron los siguientes criterios:

Relación v/c	Categoría	Descripción
0,20	Debajo de la capacidad	La capacidad de la red excede largamente el tráfico actual. Corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos; la velocidad depende del deseo de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera. No son necesarias inversiones en el corto y mediano plazo para ampliar la capacidad.
0,40	Baja capacidad	El flujo es estable, los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación. No son necesarias inversiones en el corto plazo para ampliar la capacidad, aunque podrían serlo en el mediano plazo.
0,60	Cerca de la capacidad	El nivel de ocupación permite una utilización intensiva. El flujo es estable, los conductores perciben restricciones en el manejo, pero la velocidad de operación es satisfactoria. Podrían ser necesarias inversiones en el mediano plazo.
0,80	En la capacidad	El flujo es inestable y pueden ocurrir interrupciones de corta duración. Podrían ser necesarias inversiones en el corto plazo.
Más de 1	Por encima de la capacidad	El grado de congestión es elevado y el flujo vehicular se interrumpe muy frecuentemente. Se requieren inversiones prioritarias.

Una ventaja de este método es que permite obtener una estimación sobre la calidad del flujo de manera simple y con poca información. No obstante, el indicador no toma en cuenta otros factores que afectan la operación, como la topografía o las características del diseño, y asume valores homogéneos para los tipos de carretera. En este sentido, se trata de una aproximación agregada al concepto de nivel de servicio.

1.1.2. METODOLOGÍA PARA ESTIMACIÓN DE VELOCIDADES DE OPERACIÓN DE LAS CARRETERAS

Una metodología complementaria a la anterior para carreteras consiste en medir las velocidades de operación entre puntos de interés. Estos puntos se seleccionaron cuidadosamente para cada país, marcando las entradas a ciudades, puertos y centros logísticos de importancia.

Para el cálculo de las distancias y tiempos de viaje, se utilizó la API de Google Distance Matrix, a la cual se le indican cómo parámetros todos los pares de orígenes y destinos. Como resultado a la consulta a la API, la información se refina hasta obtener la distancia de viaje en ruta y el tiempo de viaje promedio (según los registros de Google).

Finalmente, usando los puntos originales, se crean las líneas deseo entre cada uno de los puntos y se procede a calcular la velocidad de viaje a partir de los tiempos de viaje y las distancias.

Una ventaja de este criterio es que, dado que parte de información de tránsito real, registra todos los factores que pueden estar afectando la velocidad de operación, incluyendo el tráfico, el diseño, la ondulación, el tipo de pavimento, etc. Una desventaja es que la cantidad de puntos de interés es limitada y, por otro lado, no puede observarse la información desagregada por sección o tramo.

La metodología desarrollada consistió en seleccionar el conjunto de puntos logísticos de interés por país y por cada uno de ellos se seleccionó cuidadosamente un conjunto de entradas a ciudades, puertos y centros logísticos de importancia, los cuales fueron creados en archivos *shape*. A partir de los 11 archivos *shape* y usando el lenguaje R, en el software R Studio se procedió a procesar la información.

Para la descripción metodológica se presentará el análisis de Ecuador y en resultados los mapas obtenidos para todos los países. La siguiente figura presenta los puntos seleccionados para el país mencionado.

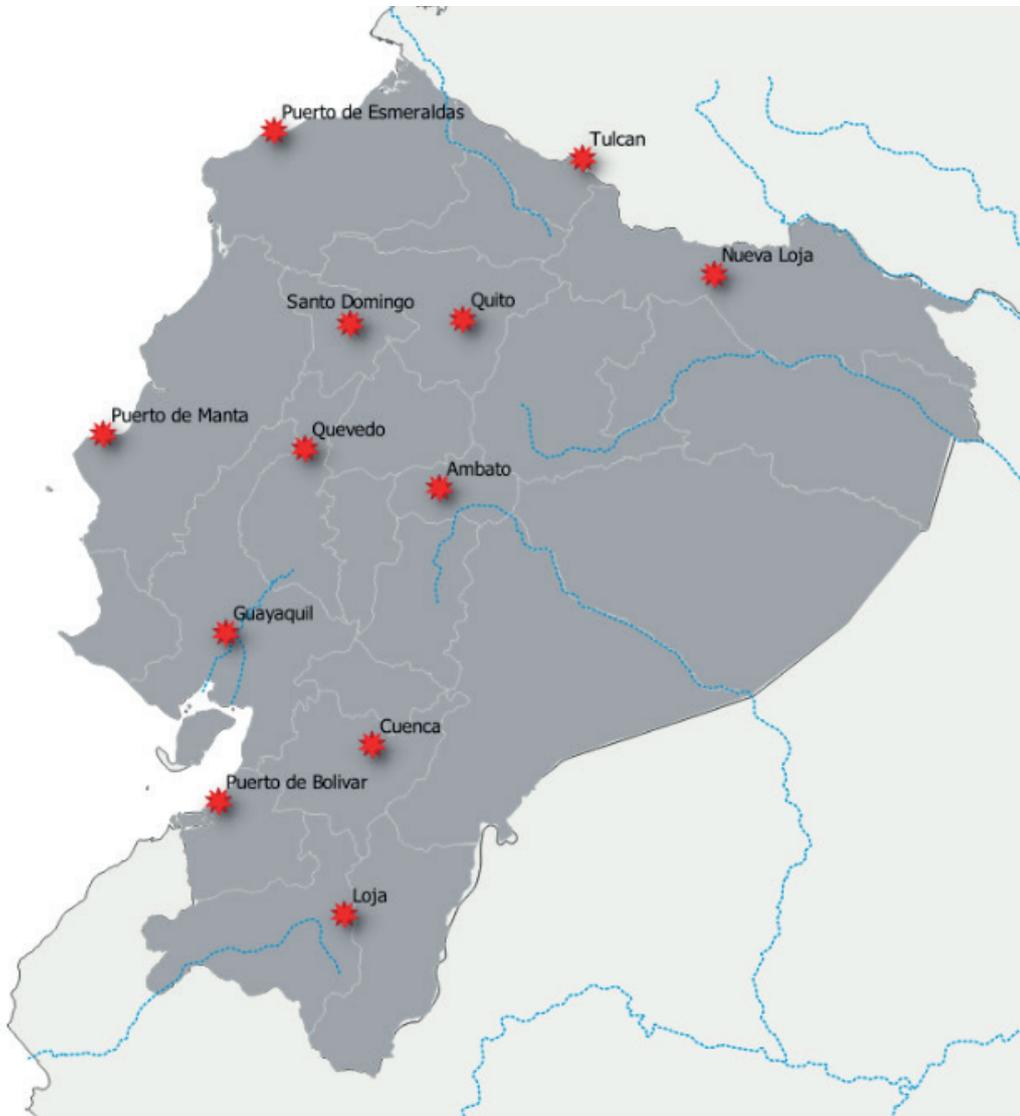


Figura 2
Ciudades, puertos y centros
logísticos - Ecuador

Fuente:
Elaboración propia

La primera fase del procesamiento consistió en generar un listado que contenga todos los pares de combinaciones posibles entre los puntos de interés y una vez generado el listado, se extrajo la latitud y longitud de los puntos. Luego para el cálculo de las distancias y tiempos de viaje, se recurrió a la API de Google Distance Matrix a la cual se le pasaron como parámetros todos los orígenes y destinos.

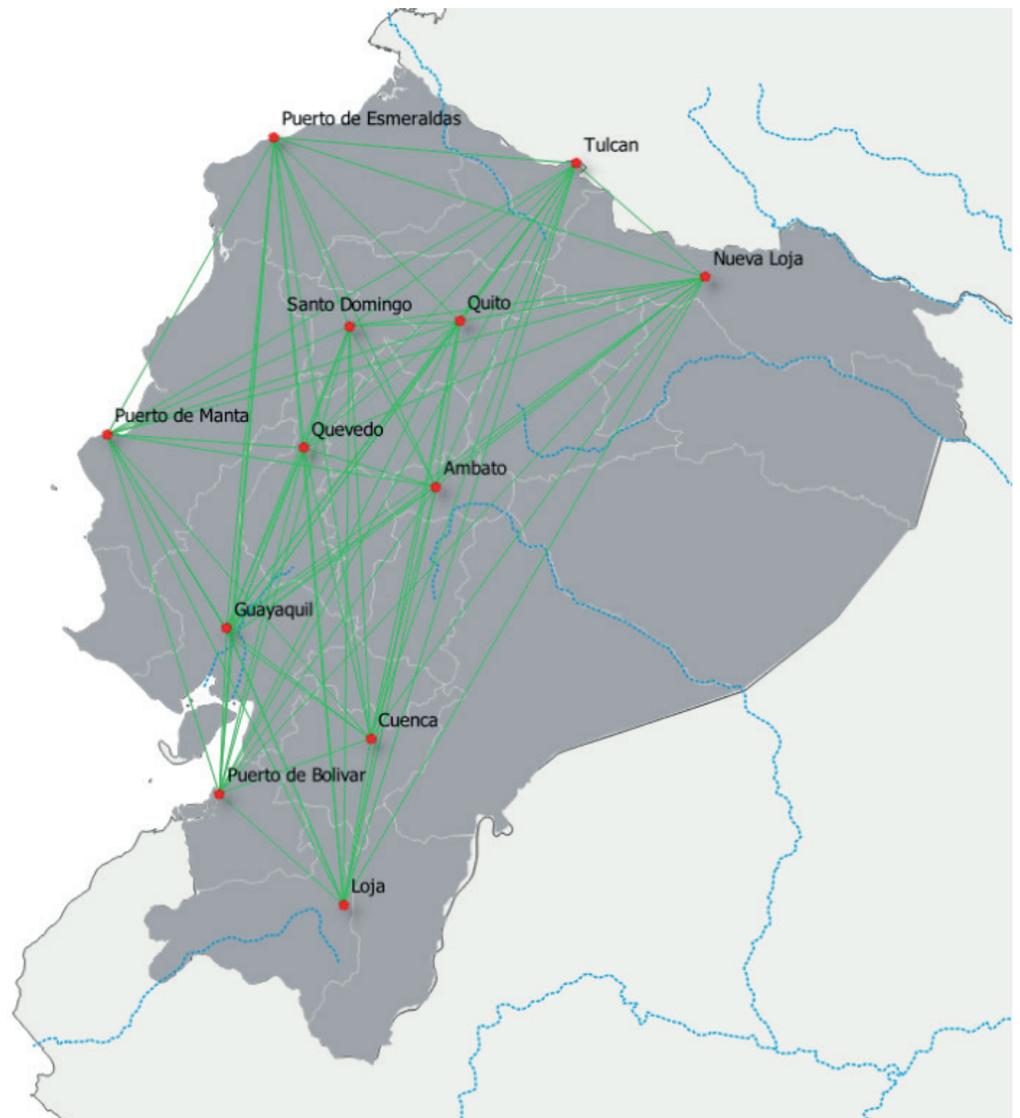
Cómo resultado a la consulta a la API, se obtuvo una respuesta en formato JSON, la cual fue recortada hasta obtener la distancia de viaje en ruta y el tiempo de viaje promedio, según los registros de Google.

Finalmente, usando los puntos originales, se crearon las líneas deseo entre cada uno de los puntos y se procedió a calcular la velocidad de viaje a partir de los tiempos de viaje y las distancias.

En el caso de Ecuador, utilizado para ejemplificar la metodología, se han generado 144 líneas que vinculan a los 12 puntos seleccionados. Estas líneas se materializan a través de la infraestructura carretera, la cual en algunos casos se encuentra duplicada ya que la existencia de ciudades intermedias exige (a los vehículos) utilizar dos tramos carreteros con pequeño desvío en lugar de una ruta directa, situación que se puede observar en la siguiente figura entre los puntos de “Puerto de Esmeraldas” y “Nueva Lonja”.

Figura 3
Vinculación entre puntos seleccionados y red vial

Fuente:
Elaboración propia



En este sentido se realizó una cuidadosa selección de líneas que vinculen a los puntos seleccionados en base a la infraestructura carretera real, de modo de poder identificar aquellos corredores, rutas o trayectos que presentan los distintos estados de velocidades y poder de este modo, caracterizar el estado general de la red carretera.

Para el ejemplo citado el resultado obtenido se puede observar en la siguiente figura en la cual, con el objeto de mejorar su lectura, se ha omitido la red carretera.

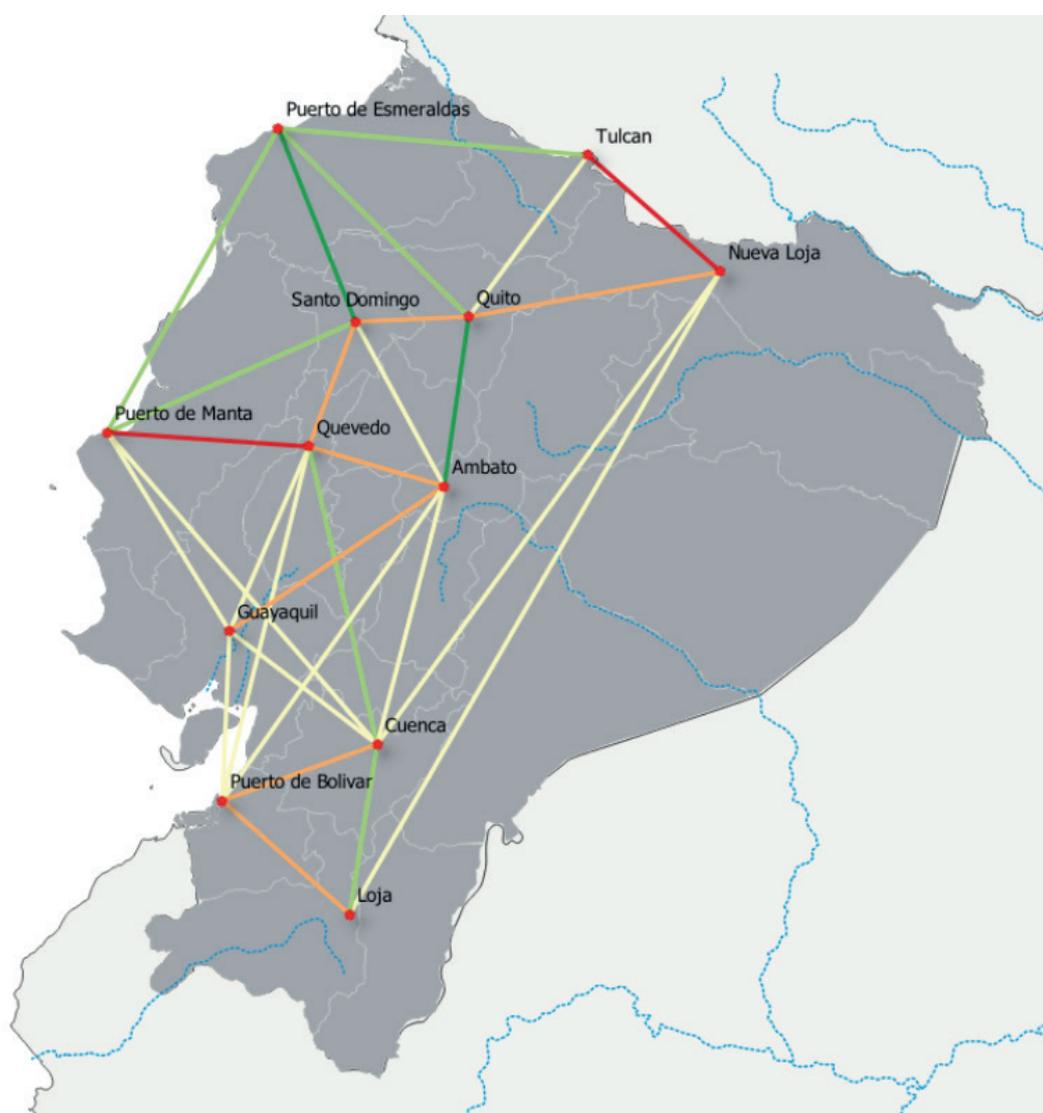


Figura 4
Estado general de la conectividad
carretera - Ecuador

- 47-51
- 51-55
- 55-59
- 59-62
- 62-71
- Población

Fuente:
Elaboración propia a partir de la API
de Google

A partir de este análisis se puede dilucidar que la conectividad entre el puerto de Manta y Quevedo no es buena o que por ejemplo la oferta carretera para la demanda vehicular entre Quito y Ambato es buena.

1.1.3. EL SECTOR FERROVIARIO

Realizando un ejercicio similar al que se hizo en el modo carretero, se pueden estimar los niveles de servicio de las redes ferroviarias de los 11 países de análisis. Dichos niveles de servicio se establecen con base en los resultados de los ratios demanda/capacidad calculados para cada red¹. La relación demanda/capacidad es una medida de la utilización de las redes y sus niveles de congestión. Además, es un indicador que mide de forma directa el grado de optimización que existe en el uso de la infraestructura ferroviaria y permite estimar hasta qué nivel puede incrementarse la demanda sin generar un colapso del sistema ferroviario.

Tomando como base una metodología desarrollada por Cambridge Systematics, se definen 6 niveles de servicio y se identifican con las letras de la A a la F, siendo el nivel de servicio A el que representa las mejores condiciones de servicio y el Nivel de servicio F, las peores. Las características de cada uno de los niveles de servicio se presentan a continuación:

Tabla 2
Niveles de servicio ferroviarios según relación demanda / capacidad

Fuente:
Elaboración propia en base a Cambridge Systematics

Nivel de servicio	Denominación	Descripción	Ratio D/C
A	Debajo de la capacidad	Bajo a moderado flujo de trenes con la capacidad para realizar tareas de mantenimiento y recuperarse de incidentes	0 a 0,2
B			0,2 a 0,4
C			
D	Cerca de la capacidad	Alto tránsito de trenes con moderada capacidad para realizar tareas de mantenimiento y recuperarse de incidentes	0,7 a 0,8
E	En la capacidad	Muy alto flujo de trenes. Capacidad muy limitada para operaciones de mantenimiento y ante incidentes.	0,8 a 1
F	Por encima de la capacidad	Flujos inestables. Condiciones de falla del servicio.	>1.0

A continuación se presentan los resultados de la estimación de la relación volumen/ capacidad para las principales redes ferroviarias de carga de la región.

¹ Se presenta en Anexo.

País	Red	Ratio V/C	NS
Argentina	Belgrano	0,39	B
Argentina	San Martín	0,55	C
Argentina	Urquiza	0,03	A
Argentina	NCA	0,59	C
Argentina	FEPSA	0,50	C
Argentina	Ferrosur Roca	0,44	C
Bolivia	Andina	0,21	B
Bolivia	Oriental	0,30	B
Brasil	Rumo ALL Malha Sul	0,72	D
Brasil	Rumo ALL Malha Oeste	0,29	B
Brasil	Rumo ALL Malha Norte	0,57	C
Brasil	Rumo ALL Malha Paulista	0,26	B
Brasil	EF Vitória Minas	0,81	E
Brasil	EF Carajas	0,54	C
Brasil	Ferrovía Centro-Atlántica	0,94	E
Brasil	EF Parana Oeste	0,09	A
Brasil	Ferrovía Transnordestina Logística	0,21	B
Brasil	Ferrovía Teresa Cristina	0,51	C
Brasil	MRS Logística	0,97	E
Brasil	Ferrovía Norte-Sul	0,21	B
Chile	Transap	0,59	C
Chile	FEPASA	0,85	E
Chile	Ferromor	0,61	C
Chile	Ferrocarril Antofagasta-Ollagüe	0,74	D
Colombia	FENOCO	0,89	E
Colombia	Cerrejón Norte	0,82	E
México	Ferromex	0,88	E
México	KCSM	0,82	E
México	Coahuila-Durango	0,15	A
México	Ferrosur	0,43	C
Panamá	Panamá Railway	0,49	C
Perú	Ferrocarril Central Andino	0,29	A
Perú	Ferrocarril del Sur	0,34	A
Perú	Ferrocarril Southern Peru Copper Corp	0,24	A
Uruguay	AFE	0,07	A

Tabla 3
Estimación volumen/capacidad
por red

Fuente:
Elaboración propia

Ahora bien, utilizando la clasificación anterior se determinó el nivel de servicio de las redes analizadas anteriormente. Los resultados se presentan gráficamente en el siguiente mapa.

Figura 5
Nivel de servicio
de las redes ferroviarias



Fuente:
 Elaboración propia



De acuerdo con lo dicho en el análisis sectorial, es válido afirmar que la mayoría de las redes ferroviarias de la región operan por debajo de su capacidad; la demanda transportada deja un remanente tal de capacidad que le permite fácilmente la realización de tareas de mantenimiento y recuperarse rápidamente ante la ocurrencia de accidentes o incidentes en la vía, tales como fallas de equipos, inconvenientes por condiciones climáticas y accidentes leves.

Por su parte, en países como Brasil y México, se observa la existencia de redes operando con un nivel de servicio E; movilizan altos flujos de trenes y tienen altas limitaciones para ejecutar tareas de mantenimiento de la vía, así como para recuperarse ante la ocurrencia de incidentes sin generar sustanciales demoras en el servicio.

A3

MODELO
DE PROYECCIÓN
DEL TRÁFICO



MODELO DE PREVISIÓN DEL TRÁFICO CARRETERO A 2040

ESTIMACIÓN ECONOMETRICA PARA 11 PAÍSES DE LA REGIÓN LATINOAMERICANA

1.1. ANTECEDENTES

La predicción confiable de la demanda futura es un factor clave para la estimación de su rentabilidad y de tareas relacionadas con el mantenimiento de la infraestructura.

Como señalan acertadamente diferentes manuales y documentos de análisis¹, la mayoría de los modelos de crecimiento del tráfico de carreteras a nivel internacional se basan en relaciones obtenidas sobre la base del análisis de series históricas de tráfico. Este enfoque presenta varias ventajas, entre las que se pueden citar que permiten observar empíricamente la relación estadística entre las variables consideradas relevantes para la modelización, en general relacionadas con el crecimiento de la economía. En segundo lugar, las series muestran la tendencia histórica del tráfico y su tasa de crecimiento de largo plazo.

Los modelos de crecimiento tratan de predecir el crecimiento de la demanda potencial (variable explicada) a partir de factores como el crecimiento de la actividad económica, la población, la tasa de urbanización, la tasa de motorización, entre los más importantes.

Técnicamente, la relación se estima por medio de modelos de regresión econométrica, expresados en tasas de crecimiento para evitar algunos problemas asociados a la regresión en series de tiempo².

Idealmente, podría aplicarse para la previsión del tránsito el enfoque de 4 etapas, el cual distingue:

- La generación de viajes según el origen de la demanda.
- La distribución de viajes según el destino.
- La elección modal según el modo de transporte que se utilizará.
- La asignación a la red considerando las rutas que serán seguidas.

Sin embargo, generalmente, por relevancia, falta de información o problemas de estimación, la mayoría de los estudios suelen obviar consideraciones relacionadas con la distribución de viajes, la elección modal y la asignación. Desde ya, proyectos que se presume que impactarán en la distribución modal o la asignación a la red deberían considerar estas variables para generar predicciones adecuadas.

De la misma manera, si se presume que determinadas inversiones y proyectos tendrán impacto sobre la generación y distribución de viajes, deberá considerarse este efecto en la modelización. Estos impactos se darán sobre el tráfico inducido, el cual comprende:

1. El tránsito generado, que corresponde a la demanda que no existe y no existiría sin realizarse el proyecto.

¹ SCT México (2006). Modelación de demanda para carreteras de cuota.

² En particular con el fenómeno de la correlación espuria, relacionado con la presencia de series con tendencia (no estacionarias).

2. El tránsito desviado, que indica el tráfico que hará uso de la infraestructura dejando de utilizar otra infraestructura u otro modo de transporte.

Las proyecciones de tránsito siguen en la región algunos criterios sencillos, basados en el tránsito pasado o en algunos predictores agregados, como el nivel de actividad económica, la población y la tasa de urbanización. Sin embargo, los efectos inducidos muchas veces se omiten por la dificultad de estimación. Estos impactos, no obstante, pueden ser relevantes. Se ha planteado que la disponibilidad de más infraestructura produce un efecto de “profecía auto-cumplida”, incrementando a largo plazo el tránsito por cambios en las decisiones de localización y el uso de la tierra. Este efecto se ha observado en el estudio de ciudades en Estados Unidos³.

La demanda futura depende también (y crucialmente) de decisiones que se tomen sobre la planificación. El desarrollo de uno u otro modo, la imposición de políticas de gestión de la demanda (cargos por congestión, peajes, etc.), los planes regionales de desarrollo, entre otros, afectan la disponibilidad y la demanda de la infraestructura. Estas (futuras) decisiones son obviamente imposibles de estimar en el tiempo presente, pero sin duda tendrán un impacto.

Finalmente, el cambio tecnológico será un factor determinante en la demanda de los distintos modos. En el ámbito del transporte terrestre, dos factores no se pueden dejar de mencionar: la automatización y la electrificación. La disponibilidad de vehículos autónomos y conectados afectará un conjunto muy amplio de variables: la decisión de tener o no un vehículo propio, la oferta de servicios de movilidad (MaaS), el valor del tiempo de viaje, la variación en los vehículos-kilómetro originada en nuevos viajes, las emisiones, las matrices de generación y distribución de fuentes de energía, la regulación, entre otras. Si bien se están desarrollando numerosos estudios sobre el tema, las estimaciones de impactos son especulativas y deberán ser validadas a medida que se adopten estas tecnologías.

Un último punto a mencionar, sobre todo teniendo en cuenta el objetivo de este apartado, es que la calidad y sofisticación de los modelos depende de la existencia de información estadística. La región muestra importantes desafíos: en muchos países no existen series estadísticas de tránsito, haciendo imposible aplicar modelizaciones basadas en la información pasada. Es importante que se haga uso además de herramientas novedosas de captura de información (sensores, chips, drones, cámaras) para producir información periódica y de gran volumen y variedad, y que los datos estén disponibles públicamente (preservando, lógicamente, la privacidad de los usuarios).

1.2. MÉTODOS MÁS UTILIZADOS PARA LA PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

1.2.1. MODELOS TENDENCIALES

Estos modelos asumen que el comportamiento futuro del tráfico se explica únicamente por su comportamiento pasado.

³ Duranton y Turner, 2011.

El uso de modelos tendenciales de tránsito está generalizado en la práctica por su sencillez, su poca exigencia en términos de información necesaria y porque, al no existir un modelo subyacente, incorpora información pasada que impactó en la evolución del tránsito.

El modelo de tendencia supone que el tránsito en un período cualquiera es función del tiempo t transcurrido desde un nivel inicial. En términos dinámicos, el modelo de predicción implica que el tránsito crece a una tasa tendencial estable.

La formulación del modelo es del tipo:

$$y_t = \alpha + \beta \cdot t + u_t$$

Donde:

$$\begin{aligned} y_t &= \text{Demanda de tránsito en el período } t \\ t &= \text{tiempo (año, trimestre o mes)} \\ u_t &= \text{error aleatorio} \end{aligned}$$

Para la aplicación del modelo, solamente se requiere una serie de tiempo del tráfico en el tramo de interés. No obstante, es habitual que las mediciones sean puntuales y que no se realicen periódicamente. En varios casos ocurre también que las mediciones no se realizaron sobre la ruta de interés directamente. En estas situaciones es habitual estimar la tasa de crecimiento en función del crecimiento tendencial del tránsito promedio del país, de la región, de rutas similares o de opiniones de expertos.

Recientemente, el Transport Research Board (TRB) de Estados Unidos defendió la utilización del enfoque tendencial. El TRB opinó que “la única alternativa ha sido consultar la historia reciente del comportamiento del tránsito indicada por las tasas de crecimiento de VKM pasadas para desarrollar un rango razonable de tasas de crecimiento de VKM futuras a aplicar a los... modelos”⁴ (la traducción es nuestra).

1.2.2. MODELOS ECONOMÉTRICOS

Los análisis econométricos suponen que la demanda de tránsito se deriva de un conjunto de determinantes geográficos, sociales y económicos, expresados por medio de variables como el PBI, la población o la tasa de urbanización. El modelo intenta predecir el tránsito futuro a partir de la evolución prevista de estas variables.

Un ejemplo de una función lineal es el siguiente:

$$y_t = \alpha + \sum_{(i=1)}^n \beta_i X_{it} + u_t$$

Donde X son las n variables explicativas elegidas para la formulación del modelo.

⁴ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019.

Por ejemplo, una modelización habitual consiste en expresar el tránsito como función de la actividad económica y la población. La justificación teórica para incluir estas variables surge de la propia función de demanda de viajes. Se supone que a medida que se incrementa la actividad económica crece el flujo de comercio, lo que derivará en un mayor número de viajes. De la misma forma, si la población se incrementa, entonces subirá la demanda de viajes por diversos motivos (trabajo, ocio). La población también puede expresarse a partir de su densidad. El razonamiento es que poblaciones que se localizan en áreas más extensas (es decir, de menor densidad poblacional) tendrán mayor tendencia a desplazarse.

Como variable precio, es habitual recurrir al precio de combustible utilizado, así como al costo relativo de desplazarse en otros modos (por ejemplo, para comparar los viajes por carreteras con los viajes por modo aéreo).

En tercer lugar, se recurre a separar la demanda por pasajeros de la demanda por cargas. Para ello, se parte del concepto de que estas dependen de diferentes variables, o de la misma variable pero con distinta intensidad. La demanda de cargas se relaciona más estrechamente con el motivo económico y comercial (crecimiento del PBI, aumento de la producción industrial, localización de empresas, comercio exterior), mientras que la demanda de pasajeros depende de dos tipos de viaje: los viajes por trabajo (cuyo determinante es el volumen de empleo) y los viajes personales (que dependen del crecimiento en la población y del ingreso disponible).

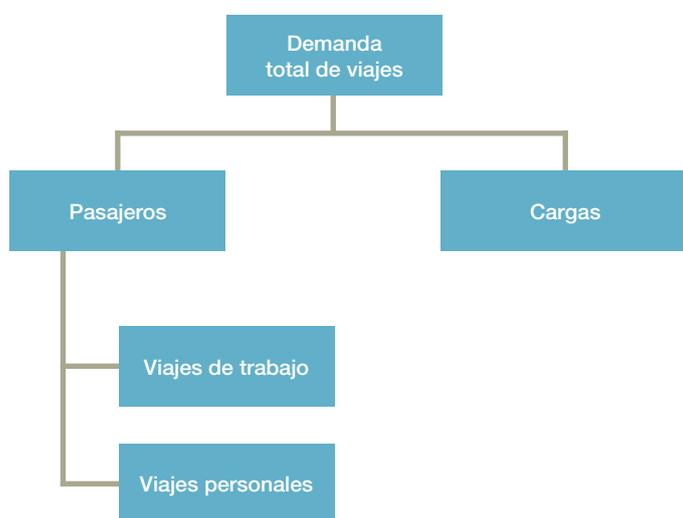


Figura 1
Distinción entre demanda de viaje según finalidad (pasajeros y carga)

Fuente:
Elaboración propia

Como el crecimiento del tránsito está directamente relacionado con el del parque vehicular, es habitual realizar previsiones de tránsito basándose en la evolución de la cantidad de vehículos⁵. Esto implica que se cumplen ciertos supuestos sobre el tránsito⁶.

⁵ Kraemer et al, 2003.

⁶ Concretamente se supone que las distancias medias no varían.

Hay distintas formulaciones posibles y combinaciones de variables económicas y demográficas. Las más habituales utilizan como variables explicativas la población total, el ingreso per cápita, la fuerza laboral empleada urbana y rural, entre las combinaciones más habituales⁷. La elección del modelo depende por un lado de la disponibilidad de series estadísticas, y por otro de los resultados que arrojen los tests de especificación que se puedan aplicar.

La formulación econométrica por medio de agregados permite hallar relaciones entre las variables explicativas y la demanda de viajes. Una medida habitual de esta relación es la elasticidad, que marca el incremento en la cantidad de viajes ante un aumento del 1% de las variables explicativas. En general, esta elasticidad suele ser positiva para los distintos modos de transporte, indicando que el número de viajes crece cuanto mayor es el ingreso (o la población) del país, exceptuando el caso de algunos medios de transporte, como el ferrocarril de pasajeros y el ómnibus. Frecuentemente, la elasticidad presenta valores muy superiores a la unidad⁸, y es habitual que su valor se vaya reduciendo a medida que un país se hace más desarrollado.

La inclusión de variables explicativas permite construir modelos causales, donde el tránsito es la resultante de la evolución de estas variables. Asimismo, la modelización habilita la realización de escenarios condiciones, sujetos a hipótesis de crecimiento de las variables explicativas y por lo tanto a realizar análisis de sensibilidad. Lógicamente, la estimación del modelo requiere recolectar un conjunto más grande de información.

La mayor crítica que se hace al enfoque es que resulta poco flexible y adaptado a la realidad local (a nivel de un corredor, o de una carretera) y puede llegar a presentar imprecisiones importantes. Estas limitaciones han favorecido el desarrollo de modelos a nivel desagregado de predicción de la demanda, donde el análisis está más enfocado en la predicción del tránsito en un tramo específico, zona urbana, corredor, etc., a partir del estudio de las características concretas del ámbito. Una dificultad de este tipo de análisis es su elevada complejidad técnica, costo y demanda de información, que puede llegar a nivel de las empresas y hogares. Por otro lado, debería justificarse, en un análisis costo-beneficio, que existe una ventaja comparativa importante en utilizar un análisis de mayor sofisticación.

Habitualmente es conveniente utilizar más de un modelo de crecimiento en forma complementaria. Una posibilidad muy utilizada es comprar un modelo econométrico (por ejemplo, basado en el crecimiento del PBI) y contrastarlo con un modelo tendencial para observar sus diferencias en cuanto a las predicciones de tránsito.

1.3. RESULTADOS DE LOS MODELOS DE PREDICCIÓN DE DEMANDA

Los estudios de proyección han establecido como unidad de demanda la variable de Vehículos-Kilómetro (VKm), la cual surge de multiplicar la cantidad de vehículos en un territorio determinado por la distancia media que estos recorren. La variable VKm es una medida del flujo de tránsito más apropiada que la cantidad de vehículos totales, ya que indica la utilización

⁷ Baltagi, 1999.

⁸ Ginés de Rus, 2004.

de la infraestructura teniendo en cuenta la distancia recorrida y no simplemente el stock automotor. No obstante, los VKm se encuentran positivamente relacionados con la cantidad de vehículos: es decir, a más vehículos, mayor será el flujo de tránsito.

Los modelos de tránsito más utilizados relacionan la demanda de viajes con la actividad económica, y por lo tanto el predictor que normalmente se utiliza es el Producto Bruto Interno (PBI). Esta relación ha sido comprobada en numerosas estimaciones realizadas en diversos países y puede considerarse un hecho estilizado (Rand, 2014). No obstante, existen diferencias en cuanto a la sensibilidad de la demanda de tránsito con relación al PBI, que sí presenta diferencias internacionales. En particular, los estudios hallan que la “elasticidad” de VKm con respecto al PBI (la variación porcentual de los VKm cuando el PBI crece 1 por ciento) es mayor en países en desarrollo con relación a países desarrollados.

Si bien la movilidad se ha incrementado dramáticamente desde el inicio de la era industrial, la visión tradicional es que, en bajos niveles de desarrollo económico, la mayoría de los bienes y servicios son considerados de lujo comparados con bienes de primera necesidad como alimentos. Así, a medida que la economía crece, el consumo de los bienes de lujo crece más que proporcionalmente (es decir, tienen elasticidad-ingreso superior a la unidad). A medida que continúa el crecimiento, la demanda se satura y los gastos en bienes considerados anteriormente de lujo crecen menos que proporcionalmente que el ingreso (Moneta y Chai, 2010). Este resultado parece ser confirmado por la evidencia (Fouquet, 2012, con datos del Reino Unido).

Los valores de elasticidades de largo plazo estimados por la literatura tienden a mostrar variabilidad, evidenciando por un lado diversidad de fuentes de información, países estudiados y metodologías. Un meta-análisis⁹ señaló que el rango de elasticidades se encuentra entre 0,5 y 1,4. Cabe señalar que buena parte de estos trabajos se han realizado para países desarrollados. El Victoria Transport Policy Institute¹⁰ señaló que las elasticidades-ingreso de largo plazo para el transporte de vehículos halladas se encuentra en el rango de 0,65-1,25.

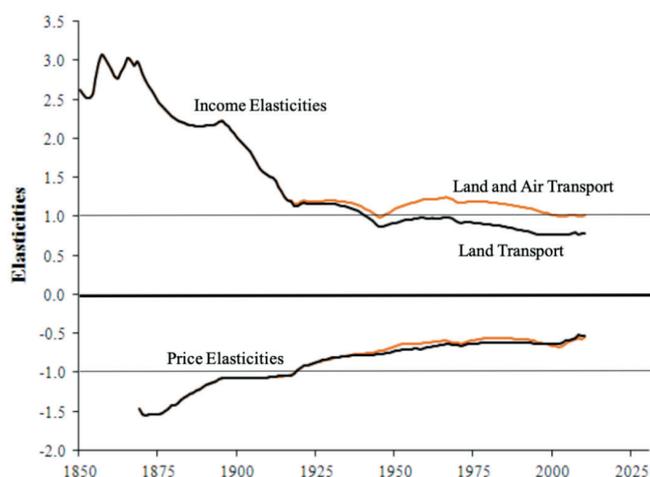


Figura 2
Estimaciones de Fouquet (2012)
para el Reino Unido

Fuente:
Fouquet (2012)

⁹ Rand, 2014.

¹⁰ Victoria Transport Policy Institute, 2019.

La idea de una movilidad creciente es un dato estructural de las sociedades modernas. Crozet (2010) habla de un “emparejamiento” (coupling) entre crecimiento económico y demanda de viajes que se refleja en una relación de largo plazo entre ambas variables.

La relación entre la demanda y la población depende fuertemente de la demanda inducida. De acuerdo con un estudio del TRB¹¹, la expansión del tránsito (VKM) promedio anual entre 1945 y 2005 en Estados Unidos fue del 4%, siendo que la población creció a sólo el 1% anual y el PBI creció al 3%. Esto demuestra que han existido efectos inducidos: la disponibilidad de nueva infraestructura generó patrones urbanos de mayor dispersión, induciendo al uso del vehículo particular (y por lo tanto afectando el tránsito).

Si se considera la variable de interés (tránsito), las proyecciones de tasas de crecimiento para regiones desarrolladas se han hallado en el orden del 3 o 4 por ciento anual para las carreteras, y del 2 a 3 por ciento para los ferrocarriles.

Tabla 1
Tasas de crecimiento al 2050 en el transporte (vehículos-kilómetro) en distintos modos para países de la OCDE

Fuente:
ITF Transport Outlook, 2019

Viajes interurbanos	2015-2030	2015-2050
Carretera	4,1	3,4
Ferrocarril	3,3	2
Aéreo	5,1	4,1

1.4. CÓMO EL FUTURO DE LA MOVILIDAD AFECTA LAS PREDICCIONES DE TRÁNSITO

El futuro de la movilidad vendrá dado por cambios tanto en las tecnologías disponibles de transporte como en modificaciones profundas en la economía y el empleo. Dentro de las primeras, pueden destacarse los vehículos autónomos (VCAs) y el mayor uso del transporte aéreo de pasajeros. Las previsiones hoy con respecto a este ítem hablan de un incremento en los VKm recorridos por vehículos, aun cuando se podría registrar una caída del parque automotor (Mares et al, 2018). Dentro del segundo orden, se pueden mencionar modalidades de trabajo no presenciales y cadenas de valor globales que pueden reducir la demanda por movilidad futura.

En cuanto a los efectos de la autonomización vehicular, en este momento existe un fuerte debate en la literatura sobre sus consecuencias en algunas variables clave, como la evolución del parque vehicular y el flujo de tránsito (medido en vehículos-kilómetro). Algunos trabajos plantean que se esperaría una reducción de la flota de vehículos, pero un incremento en los vehículos-kilómetro recorridos. Los argumentos para el incremento en los vehículos-kilómetro recorridos se basan en el aumento de viajes de personas no conductoras (adolescentes, personas con limitaciones físicas), mayor cantidad de viajes

¹¹ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019.

vacíos, reducción en los costos de viaje, menor valor asignado al costo de congestión por la posibilidad de utilizar el viaje para trabajar o descansar, etc. Por el lado de la reducción, la disponibilidad y costo de los vehículos autónomos induciría una reducción en la propiedad individual, además de que ciertos desplazamientos se verían eliminados (como la búsqueda de estacionamiento)¹².

La literatura considera que los impactos previstos sobre los vehículos-kilómetro serían de un incremento que oscilará entre un 10%-30%. Este resultado hará que la congestión se incremente, a menos que se establezca políticas de *road pricing* tales como cargos por congestión o impuestos específicos¹³.

1.5. EL MODELO A ESTIMAR PARA LA REGIÓN

El objetivo del modelo es la predicción del crecimiento en las tasas de tránsito en la región de manera robusta.

La estimación para la región ha estado fuertemente condicionada por la disponibilidad de datos. La propuesta originalmente consistía en estimar la demanda de viajes separando los viajes de pasajeros de los viajes de cargas, a partir de un modelo econométrico agregado que incluía variables económicas y demográficas.

Sin embargo, al observar la información disponible se hallaron una serie de limitaciones condicionantes, en particular la inexistencia de series de tránsito (VKm o TMDA) en varios países, la falta de separación entre viajes urbanos e interurbanos y la falta de distinción de la flota de vehículos entre pasajeros y cargas en series de largo plazo. Esto impidió aplicar una formulación separada y requirió simplificar significativamente los modelos.

Así, el modelo propuesto se basa en la predicción de la demanda de tránsito en un país a partir de dos variables fundamentales:

- La actividad económica
- La población

El efecto se presume positivo, dado que tanto un mayor ingreso como más población tienen efecto inducido sobre la demanda de viajes.

El modelo explicativo, expresado para permitir la estimación es el siguiente:

$$VKM_t = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot PBI_t + \alpha_2 \cdot Población_t + e_i$$

Donde los “Alfas” son los parámetros estimados econométricamente y t es el término de error.

¹² Litman, T. (2019). Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute.

¹³ Miller, J. y Kang, D. (2019). Ways to Consider Driverless Vehicles in Virginia Long-Range Travel Demand Models. Virginia Transportation Research Council.

La primera característica a tener en cuenta es el tipo de información que se utilizará. Teniendo en cuenta que se cuenta con series temporales para un grupo de 11 países, se puede estimar una regresión en datos de panel (pooled) que permita ampliar la muestra para obtener un mayor número de observaciones. La racionalidad detrás de un modelo pooled es que la elasticidad de la demanda de vehículos con respecto al PBI y a la población es similar para todos los grupos (países) Hsiao (2014) y Baltagi (2008) mencionan algunas ventajas de utilizar datos de panel en lugar de datos transversales (cross-section) o series de tiempo. El primer beneficio es que se obtiene una muestra mayor, dando más grados de libertad, más variables y más información. Dado que un panel tiene N grupos y T observaciones en el tiempo, la muestra se compondrá de $N \times T$ observaciones. Otra ventaja viene dada por la posibilidad de controlar por las características de los grupos o por efectos en el tiempo.

Tabla 2
Estructura típica de una base de datos de panel

País	Año	Datos
País 1	1	y11
País 1	2	y12
País 2	1	y21
País 2	2	y22

La técnica de datos de panel permite contemplar la existencia de efectos individuales específicos a cada unidad de corte transversal, invariables en el tiempo que afectan la manera en que cada unidad de corte transversal toma sus decisiones. Una forma simple, y de hecho la más utilizada, de considerar esta heterogeneidad es empleando los modelos de intercepto variable. Así, el modelo lineal es el mismo para todas las unidades o individuos bajo estudio, pero la ordenada al origen es específica a cada una de ellas.

Al modelizar con datos de panel, una elección que debe tomarse es si se utilizarán efectos fijos (FE) o aleatorios (RE). Si se utilizan FE, se supone que existen características de los grupos que pueden afectar las variables y que requieren ser controladas (técnicamente, esto supone correlación entre el error y las variables dependientes). Por otro lado, el modelo de RE supone que los efectos individuales son aleatorios.

La segunda modificación que debe realizarse se vincula no con la especificación del modelo sino con la disponibilidad de información. En la región, los datos sobre VKm son poco habituales (sobre todo en materia de series temporales para un país) y probablemente imprecisos en muchos casos. Esto dificulta obtener observaciones suficientes para estimar el modelo.

Una simplificación que se puede realizar es estimar la cantidad de vehículos en lugar de los VKm. Se puede demostrar que esto equivale a estimar la variación porcentual de los VKm en presencia de distancias medias que no varían. Este último punto es un supuesto que se debe seguir para permitir la estimación, y si bien sin dudas “sacrifica” precisión en las previsiones, permite aumentar el número de la muestra y estimar un coeficiente robusto.

En efecto, obsérvese que:

$$VKm = Vehiculos \times Distancia \text{ media}$$

Diferenciando (de aquí en adelante, V significa vehículos y DM Distancia media), se tiene que:

$$\delta VKm = \delta V \cdot DM + V \cdot \delta DM$$

$$\frac{\delta VKm}{VKm} = \frac{\delta V}{V} + \frac{\delta DM}{DM}$$

Asumiendo que

$$\frac{\delta DM}{DM} = 0$$

, entonces:

$$\frac{\delta VKm}{VKm} = \frac{\delta V}{V}$$

Para variaciones pequeñas, esto equivale a:

$$\ln VKm = \ln V$$

O lo que es lo mismo, la variación porcentual del tránsito equivale a la variación porcentual en la flota.

Téngase en cuenta que las dos series elegidas como variables independientes en los datos de panel (PBI y Población) presentan fuerte presunción de correlación entre ellas, por lo que se presentaría un problema de multicolinealidad. La consecuencia de multicolinealidad es que las varianzas de los estimadores aumentarán con la correlación entre las variables independientes. Esto resultará en estimadores de parámetros imprecisos, que tendrá el efecto de reducir los estadísticos t asociados. El resultado podría ser que los estadísticos t sean insignificantes.

Sin embargo, se puede demostrar que los estimadores por MCO serán los mejores estimadores lineales e insesgados (MELI), y por lo tanto no hay ningún estimador superior de los parámetros cuando un alto grado de multicolinealidad está presente. El tema central es en qué medida este problema impide la evaluación del modelo estimado.

Desafortunadamente, no hay una respuesta inequívoca para esta pregunta, y en la práctica la multicolinealidad tiene que ser aceptada como una consecuencia inevitable del proceso de muestreo y puede ser interpretado como resultar de tener que usar el modelo de regresión múltiple. En este sentido, la eliminación de variables o transformaciones que cambien la especificación pueden llevar a problemas más relevantes y a pérdida de información.

Finalmente, observando que los datos de panel combinan información de corte transversal (países) y de series temporales (años), una pregunta que surge es si es conveniente determinar si las series presentan tendencia (si son o no estacionarias) y estimar la relación

de largo plazo, en los términos que plantean Engle y Granger (1987). En este caso, y dada la extensión en años de la muestra, no se considera adecuado este ejercicio ya que períodos de 20 años como los disponibles podrían ser una realización de un proceso estacionario. La esencia aquí es que la no estacionariedad (tendencia) necesita de un cierto tamaño de la muestra para poder presentarse el fenómeno de la “correlación espuria”. De todas maneras, los modelos se estiman en logaritmos, lo cual es en sí una posible solución al problema de estimación bajo series no estacionarias.

De esta manera, el modelo final a estimar, considerando los efectos fijos por país, queda especificado de la siguiente manera:

$$VKM_{it} = \alpha_0 + \alpha_i + \alpha_1.PIB_{it} + \alpha_2.Población_{it} + e_i$$

$$VKM_{it} = \alpha_0 + \alpha_i + \alpha_1.PIB_{it} + \alpha_2.Población_{it} + e_i$$

Donde i son los países y t el período de tiempo.

1.6. DATOS

La recolección de datos se realizó sobre la base de estadísticas nacionales para el caso de la información sobre el parque vehicular, desde el año 1980 al año 2017. Para obtener la información de manera armonizada, se obtuvieron datos sobre vehículos excluyendo motocicletas.

Se obtuvieron 210 observaciones en total para los 11 países de series anuales. El detalle de los datos se presenta en Tabla 2.

Tabla 3
Disponibilidad de datos de parque vehicular por país

País	Fuente	Período informado	Observaciones
Argentina	Observatorio Nacional de Datos del Transporte (ONDAT), Universidad Tecnológica Nacional	2006-2013	11
Bolivia	INE	2003-2017	15
Brasil	DENATRAM	2000-2019	18
Chile	BBVA Research en base a ANAC	1996-2016	21
Colombia	Ministerio de Transporte - Anuario Estadístico 2017	2002-2017	16
Ecuador	INEC - Anuario de estadísticas de transporte	1998-2017	20
México	INEGI	1980-2017	38
Panamá	INEC	2001-2017	17
Paraguay	DINATRAM	2010-2019	8
Perú	INEI	2000-2017	18
Uruguay	INE (Uruguay en Cifras)	1990-2017	28

Para los datos de PBI, se consideró el dato de PBI en dólares a valores constantes de 2010. La fuente de información es el Banco Mundial, al igual que los datos sobre población y superficie.

1.7. RESULTADOS

Una inspección visual de las series de vehículos en la región permite evidenciar que exhiben un crecimiento constante a lo largo del tiempo para todos los países. La evolución parece ser asimismo estable, sin presentar cambios estructurales a lo largo del tiempo.

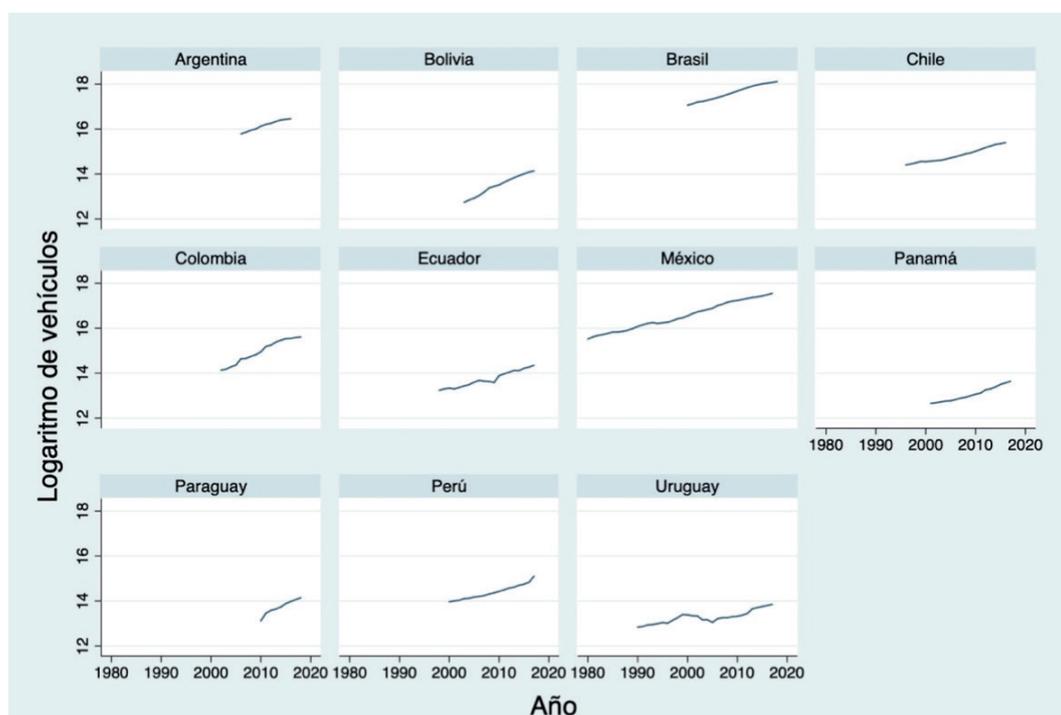


Figura 3
Logaritmo del stock de vehículos
en la región, 1980-2017

Fuente:
Elaboración propia

El modelo estimado se realizó a través del método de Mínimos Cuadrados Generalizados, controlando por el tipo de país. Las elasticidades obtenidas fueron de 0,73 para el PBI a valores constantes y de 2,44 para la población. Ambos coeficientes fueron estadísticamente significativos al 1%. Además, se observó la presencia de efectos fijos significativos por país (excepto el caso de Paraguay que no presenta significatividad).

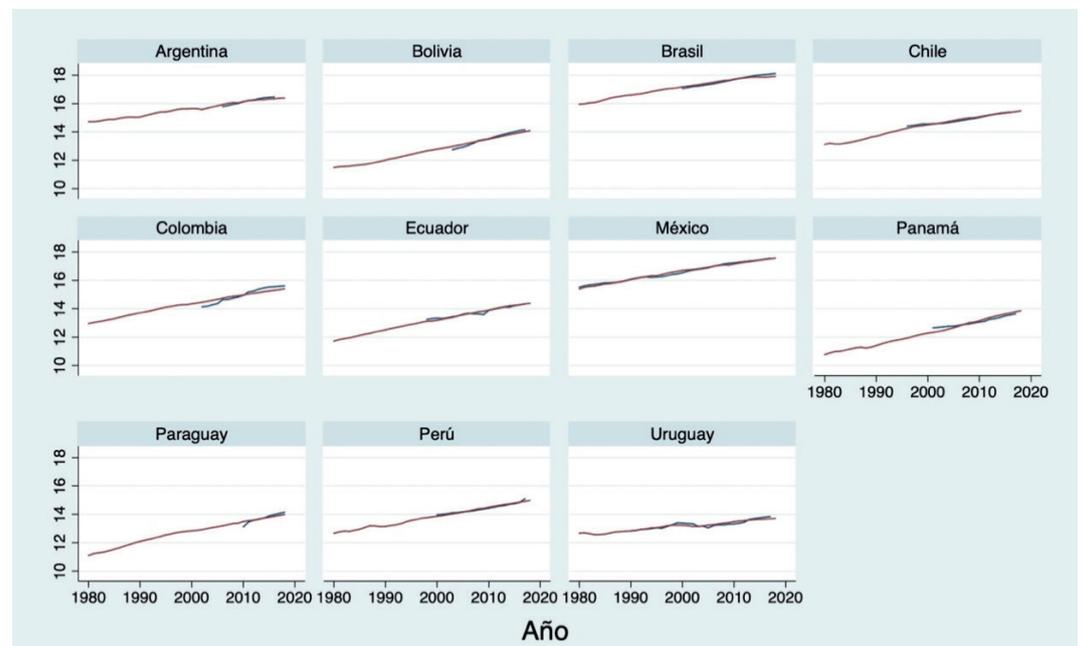
Mientras que la elasticidad del tránsito con relación al PBI se halló dentro de los valores esperados, los resultados con respecto a la población arrojaron un valor de elasticidad superior al esperado. El dato sugiere que el transporte está afectado por efectos inducidos de importancia. En otras palabras, posiblemente la expansión de la infraestructura ha afectado las decisiones de localización de familias y empresas, generando así mayor demanda de viajes por motivos extra-económicos.

Comparando la predicción estimada por el modelo econométrico con los datos observados de vehículos dentro de la muestra (Figura 3), se verifica un buen ajuste del modelo que indica la precisión en la estimación de las elasticidades.

Figura 4
Valores observados versus valores de predicción del modelo

— Logaritmo de vehículos
— Predicción

Fuente:
Elaboración propia



1.8. PREVISIONES DEL STOCK VEHICULAR

Las previsiones de tránsito se realizan tomando en cuenta los escenarios tendenciales de crecimiento para la población y el PBI a valores constantes.

La proyección de crecimiento poblacional por país se toma del Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPP). Según el estudio mencionado, la población total se proyecta según un escenario medio. El pronóstico del crecimiento del PIB de largo plazo se obtiene combinando los resultados de un modelo de estado espacio que incorpora las fluctuaciones de los precios de las materias primas¹⁴ con las proyecciones de corto plazo de CAF. La

¹⁴ Este modelo sigue la línea de trabajo desarrollada por Borio et al (2013) Rethinking potential output: Embedding information about the financial cycle, y continuada por Arberola et al. (2016) Output gaps and policy stabilisation in Latin America: the effect of commodity and capital flow cycles.

especificación utilizada replica un filtro de Hodrick-Prescott multivariante que incluye un índice de precios específico para cada país según su canasta de exportaciones. El análisis fue realizado por la Dirección de Estudios Macroeconómicos de CAF.

País	Tasas de crecimiento anual al 2040			Población
	PBI (base)	PBI (optimista)	PBI (pesimista)	
Argentina	2,08 %	2,65 %	1,51 %	0,73 %
Bolivia	3,70 %	3,94 %	3,46 %	1,21 %
Brasil	2,14 %	2,34 %	1,94 %	0,41 %
Chile	2,20 %	2,41 %	1,99 %	0,50 %
Colombia	2,85 %	3,10 %	2,60 %	0,44 %
Ecuador	1,87 %	2,11 %	1,63 %	1,09 %
México*	2,32 %	2,95 %	2,32 %	0,84 %
Panamá*	4,33 %	5,07 %	4,33 %	1,17 %
Paraguay	4,30 %	4,75 %	3,85 %	0,92 %
Perú	3,27 %	3,43 %	3,11 %	0,88 %
Uruguay	2,35 %	2,57 %	2,14 %	0,23 %

Tabla 4
Proyecciones por país

Fuente:
Elaboración propia en base a UNFPP y Dirección de Estudios Macroeconómicos de CAF. En * se utilizan como escenarios base los casos pesimistas por recomendación de la Dirección de Estudios Macroeconómicos de CAF.

Si se aplican las elasticidades del modelo obtenido, se pueden estimar las previsiones del stock vehicular al 2040 (ver Tabla 3). La región en su conjunto duplicará la cantidad de vehículos para el año 2040, pasando de 150 a 296 millones de vehículos. Por otra parte, las dinámicas serán distintas por país en función de la distinta expectativa de crecimiento. Así, se prevé un crecimiento explosivo en Bolivia, Panamá y Paraguay, un crecimiento elevado en Ecuador, México y Perú, un crecimiento medio en Argentina y Colombia y bajo crecimiento en Brasil y Uruguay.

Tabla 5
Proyecciones por país
(cantidad de vehículos)

Fuente:
Elaboración propia

	2018	2030	2040	CAGR
Argentina	14.134.565	20.851.304	29.145.278	3,5 %
Bolivia	1.386.273	2.557.878	4.454.629	5,7 %
Brasil	73.884.765	103.939.056	127.524.143	2,6 %
Chile	4.873.134	6.969.667	8.870.548	2,9 %
Colombia	6.021.573	9.138.377	11.553.665	3,2 %
Ecuador	1.707.376	2.710.225	3.968.424	4,1 %
México	41.901.731	65.629.965	92.573.061	3,8 %
Panamá	839.347	1.666.986	2.913.007	6,1 %
Paraguay	1.431.468	2.630.485	4.467.052	5,6 %
Perú	3.617.907	6.233.381	9.323.595	4,6 %
Uruguay	1.035.885	1.347.357	1.688.753	2,4 %
Total	150.836.042	223.676.711	296.484.195	3,3 %

1.9. PREVISIONES DE TRÁNSITO

Aplicando los supuestos del Apartado 2, se pueden obtener las previsiones de tránsito a medio (2030) y largo (2040) plazo para la región. Estas tasas de variación reflejan razonablemente las perspectivas de crecimiento de la demanda de transporte regional.

La proyección a futuro de un crecimiento significativo del tránsito introduce algunos supuestos sobre la movilidad, a saber:

- El mantenimiento de los paradigmas actuales de la movilidad (ignorando, por ejemplo, los efectos de la autonomización vehicular)
- Un crecimiento sostenido en las tasas de motorización (vehículos por habitante), a tasa constante.

Al respecto, cabe destacar que los trabajos empíricos destacan una relación positiva, pero decreciente de la tasa de motorización en relación al PIB per cápita¹⁵. Es importante destacar también que los patrones de crecimiento urbanos afectan también las decisiones de movilidad. Por ejemplo, las ciudades de Estados Unidos han fomentado patrones urbanos extendidos, con el consecuente desarrollo de regiones de suburbios que se encuentran conectados con el distrito de negocios central (CBD, por sus siglas en inglés), favoreciendo la utilización del automóvil particular. Por otro lado, las ciudades europeas presentan otras características: son más compactas y densas, y el uso de transporte público se halla difundido.

¹⁵ Ver por ejemplo Gartner, A. (2011). Estudio sobre tasa de motorización. Relaciones y determinantes. Universidad Tecnológica Nacional, Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial.

La tasa de motorización promedio en la región es de 225 vehículos cada 1.000 habitantes. El nivel es creciente, pero inferior al de países desarrollados. Países como Alemania, Australia y Canadá muestran tasas de motorización superiores a los 500 vehículos por 1.000 habitantes.

Dado que podría esperarse una reducción en la flota de vehículos, pero un incremento en los viajes por motivo de la autonomización, la tendencia muestra un futuro difícil de predecir. Es factible que algunos efectos se cancelen entre sí, determinándose un escenario de elevado crecimiento del tránsito. Por otro lado, la región se encuentra aún en el tramo de elevado crecimiento de la curva de motorización. Esto quiere decir, en otras palabras, que sería esperable que la cantidad de vehículos (y por lo tanto, el tránsito) continúe aumentando de forma sostenida.

En segundo lugar, como se expuso en el apartado 2, la previsión de tránsito correlaciona directamente un mayor stock de vehículos con un incremento proporcional en los VKm. Esta presunción es cierta si se supone que no existen cambios en las distancias medias en el mediano y largo plazo. Consideramos que el supuesto puede ser atendible a los efectos de la estimación, pero sería adecuado mejorar la disponibilidad de datos para realizar estimaciones utilizando la variable de demanda directamente en lugar del método proxy que hemos elegido.

A los fines de analizar diferentes hipótesis, se han construido tres escenarios posibles:

- Un escenario base, con las previsiones de crecimiento calculadas a partir de los datos de proyección del PBI y población a largo plazo.
- Un escenario pesimista, utilizando el escenario pesimista para el PBI y la población y una reducción adicional del tránsito por país (penalización del 0,5% anual) considerando un cambio estructural en la movilidad que determine una menor utilización del transporte por carretera. Un ejemplo de esta tendencia viene dado por una reducción significativa de la flota privada de vehículos por mayor disponibilidad de servicios autónomos para viajes interurbanos.
- Un escenario optimista, que combina un escenario optimista para el PBI y la población y la expansión de viajes por motivos de la automatización (mayor cantidad de viajes vacíos, inducción de demanda, falta de políticas de gestión de la demanda), incrementando un 0,5% la tasa de crecimiento anual.

Los resultados que se observan en la Tabla siguiente reflejan los resultados de los escenarios construidos. Como puede verse, en el escenario Base el tránsito regional crece en promedio al 4 %, mientras que en el caso pesimista lo hace al 3,3 % y en el optimista al 4,8 %. Por lo tanto, y considerando los distintos escenarios, tendría sentido pensar en una región en escenario tendencial de crecimiento que oscilaría entre el 3 % y el 5 % anual, marcando una alta demanda sobre la infraestructura.

Tabla 6
Variaciones de tránsito anuales
por país y para la región
según escenario

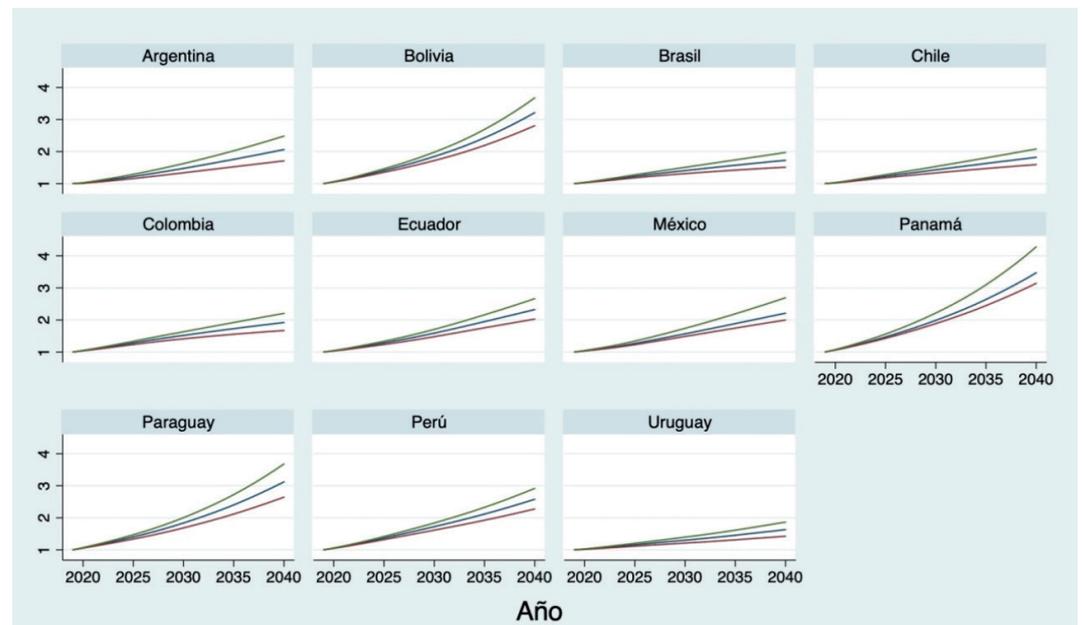
Fuente:
 Elaboración propia

	Tasas de crecimiento anuales (promedio geométrico) del tránsito al 2040		
	Base	Pesimista	Optimista
Argentina	3,51 %	2,59 %	4,43 %
Bolivia	5,72 %	5,04 %	6,39 %
Brasil	2,63 %	1,98 %	3,28 %
Chile	2,89 %	2,24 %	3,55 %
Colombia	3,15 %	2,47 %	3,84 %
Ecuador	4,10 %	3,42 %	4,78 %
México	3,85 %	3,35 %	4,83 %
Panamá	6,10 %	5,60 %	7,17 %
Paraguay	5,57 %	4,74 %	6,40 %
Perú	4,61 %	3,99 %	5,23 %
Uruguay	2,35 %	1,70 %	3,01 %
Promedio Regional	4,04 %	3,37 %	4,81 %

Figura 5
Índice de crecimiento del tránsito
(base 2018 = 1) por país
según escenarios

— Índice base
 — Índice (optimista)
 — Índice (pesimista)

Fuente:
 Elaboración propia



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baltagi, B. (2005): *Econometric Analysis of Panel Data*. John Wiley & Sons.

Crozet, Y. (2010). *The Prospects for Inter-Urban Travel Demand. The Future for Interurban Passenger Transport*. OECD/ITF.

Duranton, G. & Turner, M. 2011. "The Fundamental Law of Road Congestion: Evidence from US Cities," *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 101(6), pages 2616-52, October.

Engle, R. F., and C. W. J. Granger. 1987. Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica* 55: 251–276.

Fouquet, R. (2012). *Trends in Income and Price Elasticities of Transport Demand (1850-2010)*.

Gartner, A. (2011). *Estudio sobre tasa de motorización. Relaciones y determinantes*. Universidad Tecnológica Nacional, Centro Tecnológico de Transporte, Tránsito y Seguridad Vial.

HSBC (2012). *The World in 2030*.

Hsiao, C. (2003) *Analysis of Panel Data*. Cambridge University.

Litman, T. (2019). *Autonomous Vehicle Implementation Predictions Implications for Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute.

Mares, R. Stix, C. y Dewey, S. (2018). *How Autonomous Vehicles Will Drive Our Budgets*. Conservation Law Foundation.

Miller, J. y Kang, D. (2019). *Ways to Consider Driverless Vehicles in Virginia Long-Range Travel Demand Models*. Virginia Transportation Research Council.

Moneta, A. y Chai, A. (2010). *The evolution of Engel curves and its implications for structural change*. Discussion Papers in Economics 201009. Griffith University.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2019. *Renewing the National Commitment to the Interstate Highway System: A Foundation for the Future*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25334>.

PWC (2017): *The World in 2050*.

Rand (2014). *Road Traffic Demand Elasticities. A rapid evidence assessment*.

1.10. ANEXO

Regresión realizada

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	213
Model	495.383019	12	41.2819182	F(12, 200)	=	2656.29
Residual	3.10824226	200	.015541211	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.9938
				Adj R-squared	=	0.9934
Total	498.491261	212	2.35137387	Root MSE	=	.12466

logtransit	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
logpbi	.7375098	.0679717	10.85	0.000	.6034767 .8715429
logpoblacion	2.445697	.1743441	14.03	0.000	2.101908 2.789486
Pais					
Bolivia	3.014193	.1386936	21.73	0.000	2.740703 3.287682
Brasil	-3.547805	.1882738	-18.84	0.000	-3.919061 -3.176548
Chile	-2.757143	.4887161	-5.64	0.000	-3.720841 -1.793446
Colombia	-6.484737	.4564779	-14.21	0.000	-7.384864 -5.58461
Ecuador	2.02833	.1085528	18.69	0.000	1.814276 2.242385
Mexico	-3.781413	.1122451	-33.69	0.000	-4.002749 -3.560078
Panama	5.341288	.2667625	20.02	0.000	4.81526 5.867316
Paraguay	-2.0627	.6755678	-3.05	0.003	-3.39485 -.7305509
Peru	-.3912385	.0587851	-6.66	0.000	-.5071567 -.2753203
Uruguay	3.572113	.4208541	8.49	0.000	2.742232 4.401993
_cons	-46.80474	1.77089	-26.43	0.000	-50.29675 -43.31273

A4

**METODOLOGÍA
MULTICRITERIO
PARA LA
PRIORIZACIÓN
DE PROYECTOS**



METODOLOGÍA MULTICRITERIO PARA LA PRIORIZACIÓN DE PROYECTOS

1. MARCO TEÓRICO

La evaluación económica es una técnica que consiste en comparar los beneficios esperados de un proyecto con sus costos, de manera sistemática y cuantificable. La metodología de Análisis Costo-Beneficio (ACB) se basa en principios de análisis económico tradicional, y en particular en herramientas que aporta la microeconomía, como el estudio del excedente del consumidor, con vistas a hallar el retorno (monetario) de los proyectos.

Sin embargo, al comenzar a utilizarse en el ámbito de proyectos públicos, se observaron dificultades en materia de implementación y cálculo, dentro de las cuales se pueden destacar:

- Los beneficios, medidos de manera agregada, no tienen en cuenta los impactos en distintos grupos de beneficiados y perjudicados. En efecto, un proyecto puede presentar un rendimiento (global) atractivo, pero este podría lograrse a expensas de perjudicar a una parte significativa de la sociedad.
- Normalmente es poco factible medir todos los efectos que genera un proyecto en términos de beneficios y costos económicos (es decir, en alguna forma de dinero). Existen dificultades técnicas y de escala para ello. Los gobiernos generalmente no cuentan con recursos (financieros y humanos) suficientes para llevar a cabo evaluaciones económicas detalladas de todos los proyectos. Por otro lado, suele ser necesario introducir supuestos simplificadores (por ejemplo, sobre la disposición a pagar, la demanda o la valoración económica de bienes y servicios que no tienen mercado, como el medio ambiente).
- Los proyectos de gran envergadura (como planes regionales de desarrollo o sistemas integrados de transporte) son multipropósito (social, económico, político-estratégico, etc.). Parece difícil suponer que un indicador sintético (como el Valor Presente Neto o la Tasa Interna de Retorno) refleje la naturaleza de los beneficios desde distintas ópticas. Por otro lado, sería interesante poder considerar los aportes a cada uno de los objetivos de manera separada.

Por estas razones, una alternativa que ha sido adoptada consiste en el desarrollo del Análisis Multi Criterio (AMC). El AMC se sustenta en el objetivo de poder medir el aporte de un proyecto al cumplimiento de una serie de objetivos (con algún criterio cuantificable), calculando también un indicador sintético que refleje una media (ponderada) del aporte del proyecto al cumplimiento de los objetivos.

En definitiva, el AMC se basa en el siguiente procedimiento:

1. Identificar los objetivos deseables a nivel de la planificación, discriminados en diversas categorías
2. Definir la importancia otorgada a cada objetivo
3. Cuantificar el aporte de cada iniciativa al cumplimiento de cada objetivo

4. Homogeneizar el aporte en una escala común, independiente de las unidades de medida (normalmente, a través de un rango numérico)
5. Ponderar los impactos y obtener una medida sintética de retorno

Por sus características, el AMC no produce valores monetarios de retorno, lo que es una de sus limitaciones más importantes. Sin embargo, es una herramienta útil para comparar alternativas cuando se debe tomar una decisión sobre inversión.

Por otro lado, el AMC puede considerarse un paso previo a la evaluación económica tradicional, ya que, una ventaja es que permite evaluar proyectos con menores requerimientos de información cuantitativa. Es decir, el AMC podría utilizarse como herramienta de “tamizado” (*screening*) de proyectos previa a la fase de evaluación.

2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA MULTICRITERIO

Definición de metas y objetivos para proyectos de transporte terrestre interurbano

Los sistemas de transporte deben responder a una meta definida políticamente como horizonte de planificación que enmarque los objetivos y acciones de las políticas públicas. Así definida, la meta no es directamente operativa, sino que otorga un marco de sentido para la acción.

Desde esta perspectiva, se define como meta la consolidación de sistemas de transporte terrestre **eficientes, funcionales, sostenibles y cohesivos**.

- La eficiencia implica que el sistema de transporte contribuye a la minimización de costos y permite maximizar la competitividad interna e internacional.
- La funcionalidad supone la integración de la infraestructura con la población, los polos económicos, los diferentes modos y el comercio exterior, y provee servicios seguros y de calidad.
- La sostenibilidad se orienta a minimizar el daño al medio ambiente y considerar el bienestar de las generaciones presentes y futuras, así como a incorporar las innovaciones tecnológicas necesarias para adaptarse a los nuevos paradigmas de movilidad.
- La cohesión apunta a que los sistemas de transporte fomenten un desarrollo equilibrado de las regiones y contribuyan a la reducción de la pobreza en las zonas más desfavorecidas, mediante estrategias sostenibles económicamente basadas en la generación de empleo de calidad.

Una vez definidas las metas, el paso siguiente consiste en identificar los objetivos, que indican los pasos necesarios para el cumplimiento de las metas. Cada meta puede contener más de un objetivo y, por otro lado, un objetivo puede contribuir a más de una meta. El objetivo, si

bien se relaciona estrechamente con las metas definidas políticamente, tiene un componente técnico más delineado, ya que se relaciona de forma más directa con los efectos de desarrollo que se busca lograr.

Desde la perspectiva de este estudio, los objetivos a alcanzar en la planificación del transporte se pueden resumir en los siguientes ejes o dimensiones:

1. Ampliar la **cobertura e integración** de los sistemas de transporte vial y ferroviario.
2. Reducir los **costos para los usuarios** del sistema de transporte.
3. Promover la **integración logística, multimodalidad e intermodalidad**.
4. Minimizar los **costos de mantenimiento de la infraestructura** para los administradores.
5. Promover la **sostenibilidad ambiental y social** de los sistemas.

Los ejes o dimensiones miden en qué medida una iniciativa contribuye al grado de cumplimiento de un objetivo. Estos se expresan en indicadores medibles, que son luego normalizados a una escala homogénea (para eliminar las diferentes unidades de medida). Un criterio simple puede consistir en normalizar en escala de 0 a 100 puntos.

2.1. PROYECTOS CARRETEROS

Una vez identificado el listado de proyectos carreteros a evaluar, se construyeron 6 ejes para puntuar la contribución de cada proyecto. En este aspecto, los ejes intentan reflejar los objetivos a alcanzar de una manera más operativa, para permitir su medición y valoración, en el entendido de que se trata de una herramienta de tamizado (screening), previa a otros estudios de evaluación que requieren un mayor nivel de detalles a nivel técnico, económico, social y ambiental.

Tabla 1
Ejes de evaluación
de proyectos carreteros

Fuente:
Elaboración propia

Eje de evaluación	Descripción
Eje 1. Captación de tráfico	Incremento en la extensión de las redes pavimentadas, inclusión de la población en la red y consolidación de corredores.
Eje 2. Reducción de costos de usuarios	Disminución en los tiempos de viaje y de operación por parte de los usuarios.
Eje 3. Logística e integración modal	Acceso a puertos, centros logísticos, construcción de terminales de acopio.
Eje 4. Reducción de costos de mantenimiento de infraestructura	Disminución de los costos de mantenimiento para el administrador de la infraestructura.
Eje 5. Externalidades y sostenibilidad	Valor derivado de menores emisiones en materia de salud humana y medidas de mitigación; valoración del entorno ambiental; desarrollo de regiones económicas menos desarrolladas.
Eje 6. Monto de la inversión	Recursos necesarios para las etapas de ejecución y operación del proyecto.

2.1.1. DEFINICIÓN DETALLADA DE LOS EJES E INDICADORES

Eje 1 - Captación de tráfico

La movilidad facilita el acceso a mercados, bienes, servicios y oportunidades, por lo que tiene un impacto relevante en los sistemas económicos locales y la sociedad. Sin embargo, la movilidad no es un ámbito de libre elección personal y puede presentar limitaciones estructurales evidentes¹, tanto a nivel de clases sociales como de regiones. Es decir, hay personas que pueden movilizarse de forma más rápida y fácil.

Los indicadores de **cobertura** en materia de transporte se expresan normalmente como relaciones entre la extensión de las redes y el territorio y la población. Por ejemplo, una medida ampliamente utilizada es la relación entre kilómetros totales de la red y la superficie territorial de una región o país. Este indicador presenta la ventaja de ser de fácil cálculo y permitir comparaciones internacionales, pero muestra limitaciones evidentes, al tratarse de una medida excesivamente agregada que arroja poca luz sobre la verdadera cobertura territorial del sistema, lo cual puede dar lugar a interpretaciones confusas.

Por este motivo, tiene sentido considerar como herramienta complementaria a la cobertura una medida de conectividad de la red, en términos del grado de interconexión entre nodos. Una medida que ha identificado la literatura sobre el tema es el llamado índice Beta de Kansky que, mide la relación entre los arcos (los tramos de red) y nodos (los puntos relevantes en el territorio, tales como ciudades o centros económicos).

El principio básico es que cuantos más arcos tenga la red, mayor será su grado de conectividad. Así, las redes de transporte de estructura muy compleja asumen valores de índice Beta más elevados, mientras que las redes cuya estructura es más sencilla presentarán valores más bajos.

Este indicador presenta una cierta utilidad, pero su cálculo es bastante complejo para extensiones territoriales muy amplias (como países). Por otro lado, los nodos pueden no tener la misma importancia funcional en el país, por lo que se tendería a ponderar de manera igual interconexiones que pueden ser de poca relevancia. Por lo tanto, se puede pensar en algún indicador del tipo “segundo mejor”. Una alternativa posible es considerar la **accesibilidad** de la red como una medida de integración. La accesibilidad puede definirse como el porcentaje de la población total que sirve la red, en particular aquella que presenta un grado de calidad (por ejemplo, la red pavimentada).

Por otro lado, la integración territorial debería tener en cuenta el ámbito funcional. Es decir, debería existir una jerarquía implícita en las necesidades de integración territorial, dada por la existencia de **corredores** (previos o potenciales). Así, es relevante que la red se encuentre integrada y conectada, pero fundamentalmente, que la cobertura sea alta en los corredores más relevantes. De esta forma, al orientar un proyecto de inversión, deberían priorizarse los corredores de mayor importancia o potencialidad.

¹ Massot y Orfeuill, 2005.

Indicadores del eje 1

Indicador 1.1. Cobertura

Se define a partir del incremento en la tasa de cobertura territorial como:

$$\text{Incremento en cobertura (por 1.000 km)} = \frac{(\text{Km de pavimentación})}{(\text{Km de red pavimentada existente})} * 1.000$$

Una posibilidad más sencilla consiste en considerar directamente la cantidad de kilómetros de extensión pavimentada de los proyectos. Si los proyectos se comparan en una misma región o país, no hay efecto sobre el puntaje con relación a la medida de incremento en cobertura, dado que el denominador (la extensión total de la red) es el mismo para todos los casos. Este es el camino que se ha seguido para la priorización de la cartera evaluada.

Los puntajes asociados al indicador que han sido utilizados son los siguientes.

Tabla 2
Puntajes del indicador de cobertura

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
Los puntajes y rangos se elaboraron a partir de los resultados de la cartera evaluada

Puntaje	Incremento en km pavimentados
0	0
20	10
40	20
60	40
80	50
100	Más de 50

Indicador 1.2. Accesibilidad

Cuando se cuente con estudios específicos, la valoración deberá identificar la población adicional que se encontrará servida por vías pavimentadas como resultado del proyecto, en comparación con la población total cubierta. De no contar con esta información, se pueden realizar algunos supuestos simplificadores tomando como base la densidad poblacional de la región y la cantidad esperada de población nueva cubierta. Se sugiere tomar como buffer una distancia de 2 km de cada lado de la traza, por lo que un proyecto de infraestructura que incorpore un tramo pavimentado tendrá un valor esperado de cobertura de 4 km² por kilómetro de red.

$$\frac{(\text{Km de red (km)} \times \text{Densidad} \left(\frac{\text{hab}}{\text{km}^2}\right) \times 4 \left(\frac{\text{km}^2}{\text{km}}\right))}{\text{Población total (hab)}} = \text{Habitantes adicionales cubiertos}$$

Puntaje	Población con accesibilidad
0	2.000
20	5.000
40	10.000
60	30.000
80	50.000
100	Más de 50.000

Tabla 3
Puntajes del indicador de accesibilidad

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
Los puntajes y rangos se elaboraron a partir de los resultados de la cartera evaluada

Indicador 1.3. Corredores de integración

A efectos del AMC realizado, se utilizará la metodología multicriterio de priorización de corredores elaborada en el marco de este estudio², que arrojó puntuaciones (de 1 a 5 puntos) para los corredores en cada país.

Los proyectos que no formen parte de un corredor identificado obtendrán una puntuación de 0.

Puntaje	Puntaje del corredor
0	0
20	1
40	2
60	3
80	4
100	5

Tabla 4
Puntajes del indicador de corredores

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
Los puntajes y rangos se elaboraron a partir de los resultados de la cartera evaluada

Eje 2 - Reducción de costos de usuarios

La economía del transporte caracteriza la función de demanda de viajes como una demanda derivada del mercado de productos. Como cualquier función de demanda, la cantidad demandada de viajes depende negativamente de su precio. Para el caso, el precio se identifica como el “Costo Generalizado de Viaje” (CGV), compuesta a su vez por dos ítems:

- El costo por tiempo de viaje (CT), equivalente a la valoración económica del tiempo dedicado a cubrir un trayecto;
- El costo de operación vehicular (COV) que equivale al gasto económico incurrido por la utilización del vehículo (en combustibles, lubricantes, peajes, mantenimiento y repuestos).

² Ver Capítulo 4.

Un gran número de proyectos de transporte se justifican a partir de la reducción en los CGV, lo cual puede generar efectos de dos órdenes: 1) un ahorro de costos para un nivel de demanda existente; 2) un beneficio por generación de viajes, ya que al reducir el costo del viaje puede esperarse un incremento en la demanda.

Estos beneficios se suelen sintetizar en cuatro categorías posibles en materia de tránsito:

1. Tránsito normal, definido como aquel que no cambia su origen-destino (O-D) ni su ruta por efecto un proyecto.
2. Tránsito desviado, que no cambia su O-D pero sí la ruta.
3. Tránsito transferido, que cambia su O-D.
4. Tránsito generado, que es inducido como consecuencia de la realización de un proyecto.

Para medir el aporte concreto de un proyecto, existen técnicas específicas de diagnóstico de la demanda de transporte y de la oferta vial existente, como las encuestas de Origen-Destino y los análisis de zonas de influencia. En la práctica, se suelen realizar ciertas suposiciones sobre los impactos para estimar los beneficios de un proyecto.

Las mejoras en los tiempos de viaje dependen del estado previo de la red. Una red que se encuentra altamente saturada tiene beneficios marginales elevados por ampliación de capacidad (o por construcción de una red alternativa), mientras que el beneficio para un sistema ocioso es limitado.

El valor económico del ahorro del tiempo depende además del valor asignado al tiempo. La metodología distingue el valor del tiempo de trabajo del tiempo de otros usos. Existen diferentes aproximaciones para calcular esta valoración. Una práctica habitual consiste en estimar el valor del tiempo de trabajo a partir del salario horario de la economía, suponiendo que el tiempo perdido en el viaje genera una pérdida económica equivalente a la productividad marginal del trabajo. En tanto, el valor del tiempo de ocio se suele calcular como una fracción del tiempo de trabajo. Sin embargo, existen otros métodos, como los de preferencia declarada por medio de encuestas, también usados para la estimación.

En cuanto a los costos de operación vehicular (VOC), el modelo de evaluación económica del Banco Mundial para caminos de bajo tránsito (RED), así como el Highway Design and Maintenance Standards Model (HDM-IV) señalan como determinantes principales a la rugosidad superficial, medido a través del Índice de Regularidad Internacional (IRI, International Roughness Index), el tipo de terreno (llano, ondulado o montañoso) y el tipo de camino (tierra, ripio, pavimento).

El cálculo del IRI involucra la utilización de herramientas de medición y análisis que permiten obtener la medida de regularidad asociada al camino. Cuando sea posible obtener el IRI asociado al tramo, este deberá ser reportado. No obstante, una aproximación en la línea de la consideración de los organismos asocia determinados rangos de IRI a diferentes tipos de vías. La figura siguiente indica los rangos asignados.

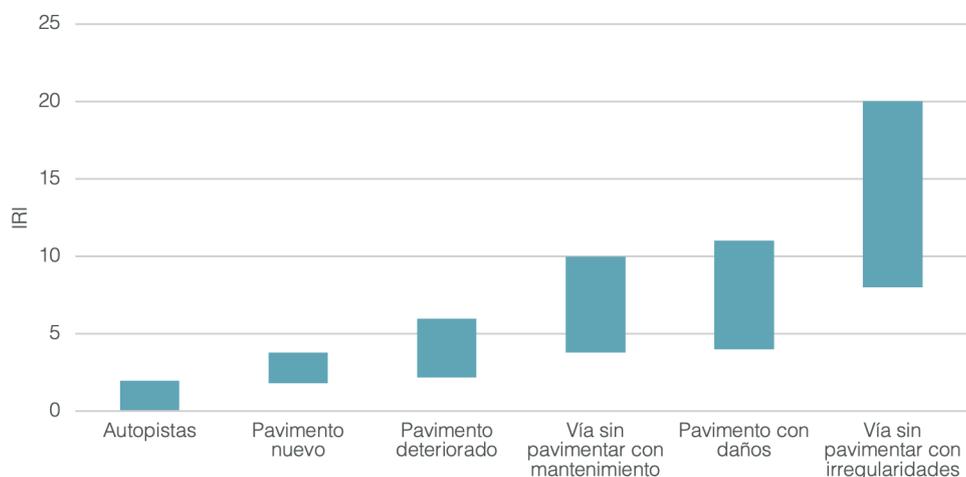


Figura 3
Escala estándar empleada por el Banco Mundial para la cuantificación del IRI para diferentes tipos de vías

Fuente: UMTRI (2002) y Universidad de Costa Rica (2008)

Indicadores del eje 2

Indicador 2.1. Ahorro de tiempos de viaje

Definido como la reducción total en el tiempo de viaje, medido en minutos.

Se puede calcular como:

$$\text{Ahorro en minutos diarios} = \text{distancia} \cdot \left(\frac{1}{v1} \right) - \left(\frac{1}{v2} \right) \cdot \text{TMDA}$$

Donde v1 y v2 son las velocidades (en Km/h) antes y después del proyecto.

Puntaje	Ahorro en minutos diarios
0	0
20	5.000
40	10.000
60	15.000
80	20.000
100	Más de 20.000

Tabla 5
Puntajes del indicador de ahorro en minutos

Fuente: Elaboración propia

Nota: Los puntajes y rangos se elaboraron a partir de los resultados de la cartera evaluada

Indicador 2.2. Ahorro en costos de operación vehicular

Se define como el ahorro monetario en los costos de operación del vehículo. Cuando surja, podrá calcularse el ahorro en COV estimado. A manera de referencia, se ha utilizado la Tabla siguiente, que calcula un Índice para los distintos tipos de pavimentos y velocidades.

Tabla 6
Costos de Operación Vehicular (COV)
(en índice base 100) según pavimento
y velocidades

Fuente:
Elaborado en base a COSTOP (Argentina)

Velocidad (Km/h)	Tierra	Ripio	Pavimento
5	100	89,3	68,8
10	92,4	82,6	63,5
15	85,9	76,8	59
20	80,2	71,8	55,1
25	75,2	67,4	51,7
30	70,9	63,5	48,6
35	67	60	45,9
40	63,6	56,9	43,5
45	60,5	54,1	41,3
50	57,8	51,6	39,4
55	55,4	49,4	37,6
60	53,3	47,4	36,1
65	51,4	45,6	34,7
70	49,7	44	33,5
75	48,2	42,6	32,4
80	46,9	41,3	31,4
85	45,8	40,2	30,6
90	44,8	39,3	29,9
95	44	38,5	29,3
100	43,3	37,8	28,8
105	42,8	37,3	28,5
110	42,5	36,9	28,2
115	42,2	36,7	28
120	42,1	36,6	27,9

El ahorro total se define como:

$$\text{Ahorro total} = (\text{COV base} - \text{COV previsto}) \times \text{TMDA} \times \text{Km}$$

Puntaje	Ahorro total
0	0
20	500.000
40	5.000.000
60	10.000.000
80	20.000.000
100	Más de 20.000.000

Tabla 7
Puntajes del indicador de ahorro en COV

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
Los puntajes y rangos se elaboraron a partir de los resultados de la cartera evaluada

Eje 3 - Logística e integración modal

La principal ventaja del transporte intermodal consiste en la posibilidad de combinar las ventajas de los diferentes modos de transporte.

En la actualidad, el sistema en la región resulta poco funcional debido a la gran dependencia del transporte por carretera y el bajo grado de desarrollo de otros modos, como el ferrocarril o el marítimo. Hay un conjunto de razones para ello, dentro de las que se puede destacar la mayor flexibilidad y adaptabilidad del transporte por carretera; sin embargo, como se mencionó, ampliar la disponibilidad de modos para el transporte permite aprovechar las ventajas de cada uno y minimizar el costo total de transporte.

Para poder convertir al transporte intermodal en una alternativa real, es necesario reducir los costos de fricción y el riesgo por actividades de manipuleo y transporte al cambiar de un modo al otro. Estos sobrecostos constituyen una medida de la ineficiencia en las operaciones, desalentando la utilización combinada de modos.

La cadena intermodal involucra distintas capas o dimensiones: una dimensión de infraestructura, una dimensión de servicios, y una dimensión normativa.

Desde el punto de vista de la infraestructura, los proyectos logísticos responden usualmente a infraestructuras nodales. Cuando involucran un solo modo, estas infraestructuras responden a centros de servicios (centros de distribución, centros de servicios o truck centers, centrales de fletes) y centros logísticos (de mayor capacidad y añadiendo servicios de almacenaje y distribución). Los proyectos que involucran más de un modo son los llamados centros logísticos integrados (Zonas de Actividades Logísticas – ZAL, centros de carga aérea, puertos secos), que incluyen conexiones y equipos para las operaciones de transbordo) y las plataformas logísticas (PL), que agregan servicios aduaneros, controles sanitarios e infraestructura de comunicaciones.

En el contexto del desarrollo logístico e intermodal, los centros de servicios, centros de distribución, las terminales, las zonas de actividad logística, los centros de transferencia y las plataformas logísticas pueden pensarse como proyectos que, en la región, deben desarrollarse más.

Indicadores del eje 3

Indicador 3.1. Desarrollo logístico e intermodal

Identifica aquellos proyectos de tipo intermodal. La variable es dicotómica (100 si es logístico-intermodal, 0 si no lo es).

La evaluación podrá consistir en identificar los proyectos con finalidad logística e intermodal según su tipología, dentro de los cuales se pueden mencionar:

- Plataformas logísticas
- Terminales de carga
- Accesos a puertos
- Centros de transbordo

En segunda instancia, podrá asignarse alguna ponderación para las iniciativas intermodales, en función de la importancia del ámbito logístico.

Tabla 8
Puntajes del indicador
de intermodalidad

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
Los puntajes y rangos se elaboraron
a partir de los resultados de la cartera
evaluada

Puntaje	Proyecto intermodal
0	No
20	
40	
60	
80	
100	Sí

Eje 4 - Reducción de costos de mantenimiento de infraestructura

Durante mucho tiempo, en los países latinoamericanos se pensó que la función primordial de los gobiernos (y de las áreas de transporte) era construir caminos. La “eficiencia” de las áreas se medía, por lo tanto, en la cantidad de kilómetros incorporados a la red. En cambio, la conservación del estado de la red existente ha tenido un rol secundario.

El mantenimiento de la infraestructura, y en particular de las carreteras, ha adquirido una singular importancia en las últimas décadas en la región, debido al aumento considerable en las redes pavimentadas y al incremento del tránsito que ha resultado en una mayor presión sobre la infraestructura, además de la incorporación de los criterios de seguridad vial en la gestión de las carreteras.

Sin embargo, sigue predominando en la región una “cultura de la inauguración”, consistente en privilegiar sistemáticamente recursos para nueva infraestructura en desmedro del mantenimiento. Esta visión debe modificarse por una mirada más equilibrada sobre la asignación de recursos en las redes de transporte.

Además de la necesidad de contar con vías en estado adecuado por razones de seguridad, confort y costos vehiculares, hay razones ligadas al mejor uso de los recursos públicos. Un estudio del respecto del sector de transporte de CAF³ puntualizaba que, si la estrategia de mantenimiento no resultaba adecuada y el estado de la vía empeora, no sólo los costos del mantenimiento (bacheo, sellado, etc.) aumentan y el costo de rehabilitación posterior será mayor, sino que también se incrementarían los costos del usuario.

La figura siguiente pretende ilustrar esta situación. Con una política de mantenimiento periódico, el estado de la infraestructura se mantendría en niveles aceptables de forma permanente. Suponiendo que esto no sucediera, el deterioro de la infraestructura sigue una trayectoria exponencial con respecto al tiempo, que se acelera en el punto A, hasta llegar al B (estado inaceptable) en poco tiempo. La característica, frente a la falta de mantenimiento, es que para recuperar el estado inicial se requieren inversiones crecientes. Así, en B (con una infraestructura en estado inaceptable) las inversiones en mantenimiento serían el doble que en A.

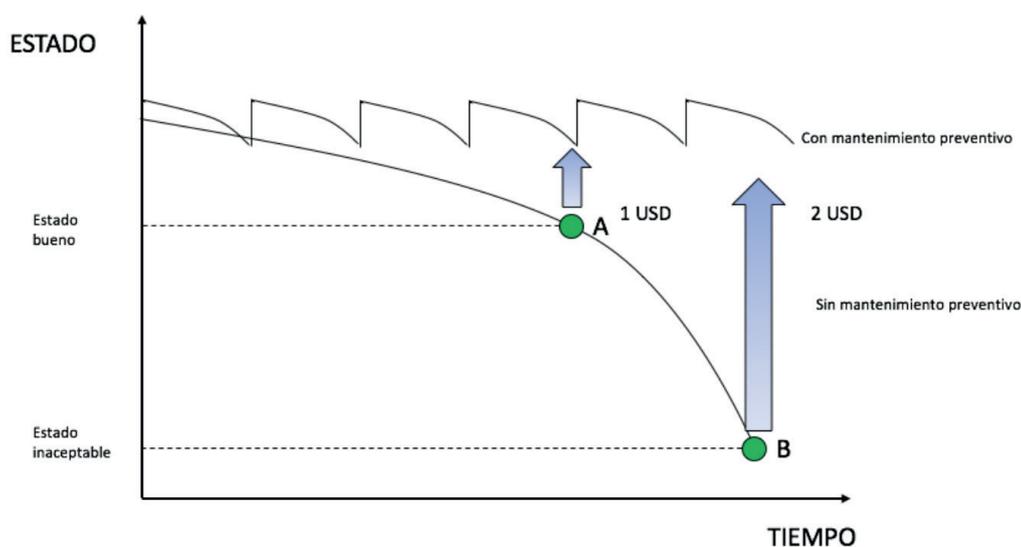


Figura 3
Deterioro del pavimento
e inversiones con y sin
mantenimiento

Fuente:
Adaptado en base a CAF, 2010

Es por esto que la evidencia recomienda desarrollar una cultura del “mantenimiento preventivo” (que consiste en evitar y minimizar la aparición de daños), en lugar del mantenimiento “correctivo” (que consiste en reparar los daños a medida que se detectan o son notorios).

Si se toman los valores referenciales estimados en un estudio de la OIT⁴, mientras que mantener una vía afirmada en buen estado de circulación equivale, para un período de 5 años, a un costo anual de US\$ 1.550 (incluyendo mantenimiento rutinario y periódico), un esquema de operación sin mantenimiento requeriría en el año 5 inversiones de rehabilitación por US\$ 13.000, equivalentes a US\$ 2.600 anuales, mientras que en el año 7, con la vía totalmente deteriorada, las inversiones para reconstrucción alcanzarían US\$ 35.000, lo cual equivale a US\$ 5.000 anuales.

³ CAF, 2010.

⁴ OIT, 2003.

Desde ya, las necesidades de rehabilitación (y los costos asociados) dependen tanto del tránsito (el TMDA) como de la composición del mismo, en particular de la incidencia de vehículos pesados. Así, sería aconsejable realizar estudios específicos al momento de estudiar los distintos proyectos de mantenimiento.

Indicadores del eje 4

Indicador 4.1. Ahorro en costos de mantenimiento

En general, los proyectos de expansión de la infraestructura, tanto para las pavimentaciones como para las nuevas carreteras, generan costos de mantenimiento mayores, por lo que deberían considerarse únicamente aquellos proyectos orientados al mantenimiento y rehabilitación. Por otro lado, los proyectos de by-pass urbano generarán probablemente una reducción en los recursos destinados al mantenimiento en la traza urbana, por lo que podrían ser objeto de análisis específico.

Los ahorros en mantenimiento pueden calcularse de la siguiente manera:

$$\text{Ahorro en mantenimiento} = \left(\frac{\text{Costo base}}{\text{km}} - \frac{\text{costo previsto}}{\text{km}} \right) \text{Km a intervenir}$$

Para el AMC realizado para este estudio, se han tomado los siguientes valores a partir del estudio de OIT (2003):

Tabla 9
Valores referenciales de mantenimiento

Fuente:
Elaboración propia en base a OIT (2003)

Costo de conservación	Costo / km (en US\$)	Gasto adicional
Vía en buen estado con mantenimiento (A)	1.550	-
Rehabilitación (B)	2.600	1.050
Reconstrucción (C)	5.000	3.450

De esta manera, al considerar un proyecto de mantenimiento se evaluará que dicho proyecto “evita” costos de mantenimiento superiores en el futuro.

Tabla 10
Puntajes del indicador de ahorro en mantenimiento

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
Los puntajes y rangos se elaboraron a partir de los resultados de la cartera evaluada

Puntaje	Ahorro en mantenimiento (en dólares)
0	0
20	500.000
40	1.000.000
60	3.000.000
80	5.000.000
100	Más de 5.000.000

Eje 5 - Externalidades y sostenibilidad

Las **externalidades** representan efectos cuyos beneficios o costos recaen sobre individuos distintos al agente que los genera⁵. El transporte en particular produce efectos sobre la sociedad a través de parámetros como la seguridad vial y la contaminación ambiental.

Estos costos y beneficios pueden no ser considerados en el análisis financiero de los proyectos, que se limita a comparar beneficios y costos monetarios, omitiendo variables que pueden ser muy relevantes para el estudio de la rentabilidad social de los proyectos.

Un tipo de externalidad que habitualmente se considera es la referida al costo económico de las **emisiones**. El transporte utiliza fuentes de energía que producen emisiones de diversos contaminantes, algunos de los cuales impactan directamente sobre la salud humana (óxidos, nitratos, materiales particulados) y otros sobre el calentamiento global (gases de efecto invernadero). Los modos de transporte contribuyen así a generar costos ambientales considerables. La transferencia de demanda a un modo menos contaminante puede considerarse asimismo un tipo de externalidad positiva (por ejemplo, al derivar tráfico desde la carretera al ferrocarril).

Varios parámetros distinguen la cuantía de las externalidades: la ubicación de un proyecto (urbano o interurbano), las características tecnológicas de la flota, las normas sobre los combustibles, entre otros. Aun dentro de un mismo modo de transporte, la contaminación es función también de la velocidad de circulación y la fricción que se produce con la superficie de rodado, ya que esto demanda un mayor consumo de combustible (y por ende mayores emisiones).

Un segundo efecto externo a considerar se refiere a la **accidentalidad**. La probabilidad y severidad de accidentes sobre una infraestructura está determinada por un conjunto de factores, algunos de los cuales se relacionan con el conductor (edad, uso de bebidas alcohólicas, etc.), la interacción entre el vehículo y la infraestructura (estado del vehículo, calidad de la superficie, velocidad de circulación) y factores relacionados con el tráfico (densidad vehicular y composición, velocidad máxima, clima). De acuerdo con estudios, una tercera parte de los accidentes se relacionan directa o indirectamente con la infraestructura.

El diseño y estado de la carretera juegan un rol significativo en la accidentalidad, tanto en su frecuencia como en su severidad. Diferentes elementos del diseño son importantes. No obstante, algunos de los parámetros son considerados los más importantes. Estos son: el ancho de la calzada, el tamaño de banquetas, la superficie de deslizamiento, el diseño geométrico y la existencia de carriles separados.

Los proyectos de ampliación de capacidad tienen un efecto en general positivo sobre la reducción de la accidentalidad cuanto más denso sea el tráfico existente (si bien podrían inducir mayor accidentalidad a través de una mayor velocidad de circulación), mientras que las mejoras en la superficie de rodado disminuyen la probabilidad de accidentes. Por otro lado, los proyectos en los que se minimiza la interacción entre la infraestructura y su entorno (ciudades, áreas rurales, etc.), como la eliminación de pasos a nivel o la construcción de by-pass urbanos afectan significativamente la seguridad vial.

⁵ Ginés de Rus, 2003.

Por otro lado, la **sostenibilidad** es una característica del desarrollo que asegura las necesidades económicas y sociales del presente sin comprometer las necesidades de futuras generaciones.

El **impacto ambiental** puede definirse como el efecto que produce la actividad de transporte sobre el medio ambiente. Esto incluye la erosión del suelo, la contaminación sonora, la polución del aire o la utilización de recursos no renovables, como el agua. El ruido y la polución afectan a la población tanto en el medio urbano como en el interurbano, ya que provienen de fuentes diversas.

La herramienta adecuada para identificar los impactos ambientales e incorporarlos a la toma de decisiones es la evaluación de impacto ambiental en el área demarcada, identificando los servicios ambientales existentes y la población afectada. El análisis deberá definir el grado de fragilidad medioambiental y el impacto esperado.

Como herramienta de priorización, puede simplificarse el análisis distinguiendo en una zonificación ambiental aquellas áreas que son de preservación estricta y las ambientalmente frágiles. Las primeras describen áreas que por sus características ecológicas y por su importancia en términos de servicios ambientales deben mantenerse ajenas a la alteración. En cuanto a las segundas, pueden ser descritas como aquellas en las que una intervención antrópica puede desequilibrar fácilmente el ecosistema.

La información puede obtenerse por medio de un documento previo de análisis, de una zonificación realizada por el gobierno o por entrevistas a expertos o grupos locales.

Por otro lado, la **sostenibilidad social** puede definirse como una característica de la planificación que permite un desarrollo equilibrado de las regiones y poblaciones, de manera de garantizar la igualdad de oportunidades.

En este contexto, “Impacto social” puede definirse como un cambio que ocurre en una comunidad como resultado de un componente inducido de manera exógena. Estos cambios pueden afectar la actividad económica, empleo e ingresos, las migraciones internas, las prácticas culturales, los derechos individuales o colectivos, los derechos de propiedad, la equidad, entre otros. Los cambios pueden inducir resultados deseables (como la generación de empleos) o no deseables (como el reasentamiento de comunidades).

Como herramienta de priorización, puede distinguirse la fragilidad del contexto social a partir de información como las condiciones de vida (ingresos, índices de desarrollo humano), la distribución de la población, las migraciones, poblaciones indígenas o vulnerables en el área de influencia, necesidad de expropiaciones, entre otros.

Normalmente, los estudios gubernamentales distinguen regiones económicas de acuerdo con su grado de desarrollo relativo. Este análisis puede combinarse con el estudio del área de influencia específica del proyecto, con el nivel de profundidad que se disponga.

Conviene destacar que la puntuación no pretende sustituir a la evaluación de impacto social, sino servir como una herramienta previa de identificación que dé lugar a estudios en profundidad.

Indicadores del eje 5

Indicador 5.1. Reducción de emisiones de GHG

Las emisiones se pueden aproximar al consumo derivado del combustible vehicular, el cual depende a su vez de algunas variables, dentro de las cuales las de mayor importancia son la rugosidad del camino (el IRI) y la velocidad de circulación.

Un análisis de costos de operación vehicular realizado para Argentina⁶ arrojó la siguiente relación de costos por combustible para vehículos particulares.

Velocidad (Km/h)	Consumo en l/km (índice base 100) según velocidad y superficie		
	Tierra	Ripio	Pavimento
5	100,0	82,5	71,7
10	93,0	77,9	67,1
15	86,6	73,2	62,8
20	80,6	68,7	58,7
25	75,1	64,6	54,9
30	70,2	60,7	51,3
35	65,7	57,1	48,0
40	61,7	53,7	45,0
45	58,2	50,6	42,1
50	55,1	47,7	39,6
55	52,5	45,1	37,3
60	50,2	42,8	35,2
65	48,3	40,7	33,4
70	46,7	38,9	31,8
75	45,4	37,3	30,5
80	44,5	36,0	29,4
85	43,9	35,0	28,6
90	43,6	34,3	28,0
95	43,7	33,9	27,7
100	44,1	33,8	27,7
105	44,8	33,9	27,8
110	46,0	34,4	28,3
115	47,5	35,2	29,0
120	49,4	36,2	29,9

Tabla 4
Consumos de combustible según superficie y velocidad

Fuente:
Elaboración propia en base a COSTOP

⁶ COSTOP, marzo de 2018.

Dado que existe una relación lineal entre consumo de combustible y emisiones, la evaluación se podrá realizar a partir del siguiente indicador:

$$\text{Reducción de consumo de combustibles} = \left(\frac{\text{Litros}}{\text{km}} \text{ base} - \frac{\text{Litros}}{\text{km}} \text{ previsto} \right) * \text{TMDA} * \text{km}$$

También resulta posible, de contar con los factores de emisión, expresar la variación en cantidades de gases contaminantes (CO₂, particulados, etc.) y asignar un valor monetario a los mismos (equivalentes al costo de la externalidad).

Tabla 12
Puntajes del indicador de reducción de emisiones

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
Los puntajes y rangos se elaboraron a partir de los resultados de la cartera evaluada

Puntaje	Reducción de consumo de combustible (litros)
0	0
20	500.000
40	1.000.000
60	3.000.000
80	5.000.000
100	Más de 5.000.000

Indicador 5.2. Protección de áreas ambientales

La puntuación puede aproximarse según la incidencia del proyecto en áreas de protección ambiental. Las áreas de protección están definidas a nivel nacional por los entes gubernamentales correspondientes.

Tabla 13
Puntajes del indicador de protección de áreas ambientales

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
Los puntajes y rangos se elaboraron a partir de los resultados de la cartera evaluada

Puntaje	% del proyecto que pasa por un área ambientalmente protegida
0	Más del 50 %
20	40 %-50 %
40	25 %-39 %
60	10 %-24 %
80	1 %-10 %
100	0

Indicador 5.3. Reducción de accidentalidad

Es una medida de la cantidad de accidentes prevenidos como resultado de la realización de un proyecto.

Para obtener la variación en el total de accidentes, se puede recurrir a métodos directos o indirectos. Como medida de evaluación rápida, la tasa de variación esperada en accidentes (expresada en vehículos-kilómetro) puede multiplicarse por el tránsito (en TMDA) la extensión (en kilómetros). A la vez, la valoración del costo monetario de accidentes (en daños al vehículo, en accidentados y en vidas humanas) puede estimarse a partir de técnicas auxiliares. No obstante, dado que el AMC implica normalización de las unidades de medida, no es indispensable calcular un valor monetario.

Para el indicador, será necesario obtener una tasa de accidentalidad (en accidentes / Veh-km) antes y después del proyecto. En caso de no contar con esta información, se pueden tomar valores referenciales según la variación esperada.

En el contexto del AMC realizado, se consideraron los siguientes valores de referencia.

Infraestructura	Con muertes	Con heridos	Con daños al vehículo solamente	Total
Autopista	33,1	49,9	32,4	38,1
Autovía (2+2)	56,3	56,2	51,4	53,1
Carretera o ruta común (1+1)	83,3	83,3	83,3	83,3
Tramo urbano*	100	100	100	100

Tabla 14
Índice de accidentalidad según tipo de infraestructura (tramo urbano = 100)

Fuente:
Estimado en base a Guía para estudios de factibilidad de obras viales de Argentina (1972), excepto * estimado como un 20 % mayor que carreteras

El indicador sintético se define como:

$$\text{Variación en accidentalidad} = (\text{Índice base} - \text{Índice previsto}) * \text{TMDA} * \text{Km}$$

Puntaje	Variación en accidentalidad
0	0
20	5.000
40	10.000
60	20.000
80	30.000
100	Más de 30.000

Tabla 15
Puntajes del indicador de accidentalidad

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
Los puntajes y rangos se elaboraron a partir de los resultados de la cartera evaluada

Indicador 5.4. Desarrollo de zonas menos favorecidas

La puntuación se puede aproximar a partir del análisis de la región económica donde se realizará el proyecto. Como fuentes sugeridas, se podrán considerar algunos de estos indicadores:

- Índices de pobreza multidimensional (metodología ONU) por región
- Índices de desarrollo humano por región
- Tasas de pobreza por región

La región puede corresponder al área de influencia del proyecto. Normalmente, los datos se suelen obtener a niveles de provincias o departamentos, aunque podrían evaluarse las tasas específicas por ciudad o aglomeración.

Con posterioridad al ordenamiento, se puede recurrir a la siguiente distribución entre regiones para asignar puntajes.

En la evaluación multicriterio, hemos ordenado las áreas de influencia del proyecto en función de los índices de pobreza multidimensional. Cuando esta información no se hallara disponible, se aproximó el resultado a partir del índice de pobreza o índice de desarrollo humano. Las categorías se establecieron observando la distribución estadística del indicador.

Tabla 16
Puntajes del indicador de desarrollo de zonas favorecidas

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
Los puntajes y rangos se elaboraron a partir de los resultados de la cartera evaluada

Puntaje	Categoría social
0	No vulnerable
20	Poco vulnerable
40	Media-alta
60	Media-baja
80	Vulnerable
100	Muy vulnerable

Eje 6 - Monto de la inversión

En la evaluación económica tradicional, los criterios de priorización pueden referirse a seleccionar aquellos proyectos que tienen una Tasa Interna de Retorno (TIR) mayor a alguna tasa de referencia, o bien asignar los recursos ordenando los proyectos según su relación Beneficio / Costo, donde el beneficio es el Valor Presente Neto (VPN) del proyecto y su costo es el monto de inversión previsto.

En el contexto del AMC, por su naturaleza, no es posible obtener un indicador de retorno “financiero” o como medida de costo-efectividad pura, dado que los puntajes no se expresan en dinero ni en unidades físicas, sino que se trata de puntajes puramente numéricos.

Dado que los puntajes no se expresan en unidades monetarias ni físicas, debe prestarse especial atención a la existencia de efectos de “escala” cuando se comparan proyectos de distintas dimensiones e inversiones asociadas. Es decir, las relaciones puntaje/costo para proyectos de gran envergadura pueden ser muy bajas en comparación con las relaciones para proyectos pequeños por efecto del orden de magnitud de las inversiones en cada caso. El Eje “Monto de la Inversión” pretende controlar por esta diferencia en el tamaño. Sin embargo, sigue siendo recomendable ser cuidadoso al momento de puntuar proyectos de diferente escala.

Indicador 6.1. Monto de la inversión

El criterio corresponde a considerar los recursos necesarios para la realización del proyecto referido. En este caso, los proyectos donde sea necesario invertir más recursos recibirán un menor puntaje.

Se ha considerado para asignar el puntaje el monto de inversión reportado (en dólares), asignando los puntajes de acuerdo con el criterio siguiente.

Puntaje	Monto de Inversión (en millones de dólares)
0	400
20	200
40	100
60	50
80	20
100	Menos de 20

Tabla 17
Puntajes para los montos de inversión

Fuente:
Elaboración propia

Nota:
Los puntajes y rangos se elaboraron a partir de los resultados de la cartera evaluada

Ponderación

Los puntajes normalizados deben ser a su vez ponderados para obtener un puntaje global de los proyectos. La **estructura de ponderaciones** define la importancia relativa de cada objetivo para cumplir con las metas de los sistemas de transporte.

Las ponderaciones pueden ser obtenidas por distintos medios. En el método más sencillo, todos los objetivos pueden obtener la misma importancia, lo cual supone que cada uno contribuye de manera equivalente al cumplimiento de las metas. Sin embargo, esto puede no ser necesariamente así. En este sentido, puede ser aconsejable implementar una encuesta a expertos para obtener una estructura de ponderaciones avalada por opiniones. Para la priorización realizada en el contexto de este estudio, se ha optado por obtener las ponderaciones a partir de opiniones de expertos.

En segundo lugar, se encuentran las necesidades y prioridades políticas de cada país, lo cual afecta sin dudas los objetivos. Estas prioridades definen el orden de importancia de cada objetivo en una mirada de largo plazo. La importancia puede surgir del análisis realizado por estudios que definan las necesidades estratégicas de cada país, o bien a partir de la prioridad de áreas de desarrollo de infraestructura en los documentos estratégicos de cada país. En el segundo caso, debe tenerse en cuenta que la evidencia en la región marca que los objetivos y prioridades son muy volátiles y pueden cambiar fácilmente con los gobiernos.

Síntesis de la metodología para proyectos carreteros

Se indican en las dos tablas siguientes los datos resumidos de la metodología para proyectos carreteros.

Tabla 18
Resumen de la metodología de
priorización de proyectos carreteros

Criterio	Ponderación	Sub-criterios	Definición	Indicador	Unidad de medida	Ponderadores internos
Eje 1. Captación de tráfico	25%	1.1. Cobertura	Incremento en la extensión de las redes pavimentadas	Km de pavimentación	Km (en miles)	33,3%
		1.2. Accesibilidad	Inclusión de la población a la red pavimentada	Población servida	Habitantes	33,3%
		1.3. Corredores de integración	Forma parte de un corredor prioritario	Indicador sintético = Puntuación del corredor. Nota: los corredores han obtenido puntajes de 1 a 5	Indicador numérico	33,3%
Eje 2. Reducción de costos a usuarios	17%	2.1. Ahorro de tiempos de viaje	Disminución en los tiempos de viaje por parte de los usuarios	Reducción en tiempo (minutos/Km)*Km*TMDA	Minutos diarios	50%
		2.2. Ahorro en costos de operación vehicular	Valor de los ahorros en operación del parque	(Ahorro en Costos unitarios por Km)*Km	Monetaria	50%
Eje 3. Logística e intermodalidad	8%	3.1. Desarrollo logístico e intermodal	Acceso a puertos, centros logísticos, construcción de terminales de acopio. Los centros activos (o con importancia potencial).	Dicotómica: 1 = Proyectos de características de integración intermodal y logística. 0 = No	Dicotómica	100%
Eje 4. Reducción de costos de mantenimiento	8%	4.1. Ahorro en Costos de mantenimiento	Disminución de los costos de mantenimiento para el administrador de la infraestructura	Reducción en Costo (\$/Km)*Km*TMDA	Monetaria	100%

Criterio	Ponderación	Sub-criterios	Definición	Indicador	Unidad de medida	Ponderadores internos
Eje 5. Externalidades y sostenibilidad	33%	5.1. Reducción Emisiones de GHG	Valor derivado de menores emisiones en materia de salud humana y medidas de mitigación	Reducción en emisiones de combustible *Km *TMDA	Litros	25%
		5.2. Protección de áreas ambientales	Valoración del servicio ambiental asociado a un área protegida	Nivel de protección ambiental del área de influencia. Las categorizaciones ambientales se hallan tabuladas en la base de datos de proyectos	Numérica	25%
		5.3. Reducción de accidentalidad	Variación esperada en tasa de accidente *TMDA *Extensión	Número de accidentes	Número de accidentes	25%
		5.4. Desarrollo de zonas menos favorecidas	Crecimiento económico asociado	Región de ámbito del proyecto según clasificación socioeconómica (IDH o similar)	Numérica (IDH o IPM)	25%
Eje 6. Monto de la inversión	8%	6.1. Monto de la inversión	Recursos necesarios para las etapas de ejecución y operación del proyecto	Escala de 1 a 5, siendo 1 = nivel muy elevado de inversión y 5 = nivel muy bajo de inversión.	Indicador numérico	100%

Tabla 19
Resumen de tabla de puntajes para proyectos carreteros

Fuente:
Elaboración propia

Puntaje	Incremento en km pavimentados	Población con accesibilidad	Puntaje del corredor	Ahorro en minutos diarios	Ahorro total	Proyecto intermodal	Ahorro en mantenimiento (en dólares)	Reducción de consumo de combustible (litros)	% del proyecto que pasa por un área ambientalmente protegida	Variación en accidentalidad	Categoría social	Monto de Inversión (en millones de dólares)
0	0	2.000	0	0	0	No	0	0	Más del 50%	0	Muy vulnerable	400
20	10	5.000	1	5.000	500.000		500.000	500.000	40 %-50 %	5.000	Vulnerable	200
40	20	10.000	2	10.000	5.000.000		1.000.000	1.000.000	25 %-39 %	10.000	Media	100
60	40	30.000	3	15.000	10.000.000		3.000.000	3.000.000	10 %-24 %	20.000	Media baja	50
80	50	50.000	4	20.000	20.000.000		5.000.000	5.000.000	1 %-10 %	30.000	Poco vulnerable	20
100	Más de 50	Más de 50.000	5	Más de 20.000	Más de 20.000.000	Sí	Más de 5.000.000	Más de 5.000.000	0	Más de 30.000	No vulnerable	Menos de 20

2.2. PROYECTOS FERROVIARIOS

Identificados los corredores ferroviarios⁷, y analizadas sus características de manera cualitativa, se hace necesario sistematizar las variables que permiten justificar la selección de proyectos. Para ello se seleccionaron 5 dimensiones susceptibles de valoración, representativos de diferentes ejes de análisis. Cada una de estas dimensiones expresa ventajas y condicionamientos para el desarrollo del transporte ferroviario.

A la manera de los proyectos carreteros, la metodología no debe ser utilizada para definir alternativas técnicas (por ejemplo, trazados y estándares operativos), sino que es entendida como una herramienta de tamizado (screening) y priorización. El análisis multicriterio ocupa una fase previa a los análisis de factibilidad y los estudios de costo-beneficio en mayor detalle.

Tabla 20
Ejes de evaluación ferroviarios

Fuente:
Elaboración propia

Eje de evaluación	Descripción
Eje 1. Captación de tráfico	Distribución del tráfico por tratarse de una situación de transferencia modal, desde las carreteras hacia el servicio ferroviario.
Eje 2. Integración regional	Utilización del ferrocarril como vinculación entre regiones y países.
Eje 3. Intermodalidad	Superposición o combinación de los distintos modos de transporte (carretero, ferroviario, marítimo, fluvial, aéreo) para movilizar una misma unidad de carga.
Eje 4. Consolidación de corredores	Desarrollo de corredores ferroviarios que permitan captar volúmenes de carga significativos.
Eje 5. Integración con red actual / Impacto sobre el medio	Recuperación de la infraestructura pre-existente para generar un grado de intervención menor, menor impacto ambiental y relocalización de población entre otros.
Eje 6. Monto de la inversión	Los montos involucrados en los proyectos ferroviarios tienen órdenes de magnitud distintos que los de carreteras ya que se considera que no pueden ser construidos por etapas, haciendo que las limitaciones para el financiamiento de proyectos sean muy elevadas

2.2.1. DEFINICIÓN DETALLADA DE LOS EJES E INDICADORES

Eje 1 - Captación de tráfico

El ferrocarril permite dotar de conectividad a territorios desprovistos de infraestructura de transporte con potencial demanda. Específicamente, el caso regional viene dado por sectores de producción agroindustrial y minera, que marcan los rasgos principales del transporte de cargas en la región.

La movilización de los flujos existentes de mercancías y de personas se realiza lógicamente por otro modo (carreteras, fundamentalmente), en ausencia del servicio ferroviario. En este sentido, el ferrocarril captará tráfico proveniente del camión. Sin embargo, en redes carreteras deficitarias (donde en consecuencia los costos logísticos serán más elevados), la construcción de nuevas líneas o la rehabilitación de líneas existentes permitirá generar demanda vía una reducción en los costos operativos.

⁷ Ver Capítulo 5.

Un segundo beneficio (que tiene el carácter de externalidad) se produce por la menor congestión que se produce en las carreteras por la transferencia modal, con la reducción correspondiente en el Costo Generalizado de Viaje (CGV). Esto tendrá sentido en particular con proyectos que deriven una proporción relevante del tráfico a los ferrocarriles.

Finalmente, se trata además de generar capacidad para la demanda prevista, que atenderá a las necesidades de crecimiento del comercio exterior y de la economía interna. En los planes de desarrollo de mediano y largo plazo de los países, la producción de productos asociados a la carga ferroviaria (agroindustria, forestal, minera, combustibles) continuará creciendo y requerirá moverse desde las regiones productivas hasta los puertos. Dado que los precios de estos productos se fijan en mercados internacionales, todo esfuerzo por reducir el costo logístico tendrá un impacto relevante en los países.

Eje 2 - Integración regional

La integración ferroviaria, que es la utilización del ferrocarril para la vinculación entre países vecinos, se planificó originalmente por iniciativa privada. Más adelante, las conexiones se gestionaron por acuerdos políticos.

Más allá de las particularidades, es válido decir que el desempeño de los vínculos internacionales terminó siendo pobre, explicado tanto por dificultades técnicas como por problemas de gestión y coordinación. En la actualidad, los vínculos ferroviarios relevantes son mínimos en la región. Sin embargo, el objetivo de la integración siempre ha estado presente en los distintos gobiernos. La creación de entidades como la Asociación Latinoamericana de Ferrocarriles (ALAF) es muestra de esta aspiración.

La integración física binacional por vía ferroviaria está fuertemente marcada por las diferencias en anchos de vía. El análisis debe tomar en cuenta la uniformidad o no de anchos de vía y la longitud total de tramos con redes interconectadas del mismo ancho, ya que la continuidad de este parámetro es condición casi fundamental para la viabilidad del corredor ferroviario.

El objetivo del análisis de proyectos en este caso es identificar aquellas iniciativas acordes con el concepto de integración regional. Para ello, se tuvo en cuenta especialmente:

- El perfil productivo a lo largo del corredor y su afinidad con el transporte ferroviario
- La existencia de iniciativas de integración
- La pre-existencia de conexiones (activas o inactivas)

Eje 3 - Intermodalidad

La intermodalidad consiste en la combinación de distintos modos de transporte (carretero, ferroviario, marítimo, fluvial, aéreo) para movilizar una misma unidad de carga.

En el caso del transporte ferroviario, la vinculación de las redes con los puertos fue parte fundamental de la planificación de las redes. En efecto, el transporte ferroviario fue diseñado en la región como el medio para movilizar la producción desde las regiones productivas hasta los puertos de salida exportadora.

Sin embargo, la intermodalidad también puede aparecer como un instrumento para conseguir un mejor desempeño logístico en donde el objetivo pasaría a ser la cadena de transporte, y cada modo ocuparía los eslabones de la cadena donde se presenten las ventajas comparativas.

Además, no puede soslayarse la posibilidad de que existan tramos donde la coexistencia de modos de transporte competitivos otorga ciertas ventajas. Un caso que ejemplifica esta situación es la red ferroviaria en Panamá, que realiza un recorrido en paralelo al Canal y complementa la oferta de transporte que este provee.

Debe tenerse en cuenta, como impacto negativo, la existencia de modos competitivos, como hidrovías en paralelo a un trazado ferroviario. Del otro lado, los puntos de intersección con otros modos (carreteras, puertos, hidrovías transversales) son considerados impactos positivos.

Eje 4 - Consolidación de corredores

Habiendo identificado los corredores ferroviarios, se observaron también aquellos tramos faltantes o deficitarios, que permitirían completar o mejorar la eficiencia del corredor en toda su extensión.

Esta dimensión es complementaria al Eje 1, teniendo en cuenta que desarrollar corredores ferroviarios tiene sentido en la medida que exista la potencialidad de captar volúmenes de carga significativos

Lógicamente, los corredores de mayor importancia recibirán una prioridad mayor en la evaluación de proyecto. Para ello, la priorización descrita en el Capítulo 4 permitió obtener un indicador que refleja la importancia del corredor involucrado en cada caso.

Eje 5 - Integración con red actual / Impacto sobre el medio

En el caso de redes que, por su déficit operativo actual, se hallan con un bajo grado de utilización o inactivas, un valor específico consiste en que la recuperación de los tramos de bajos estándares se realiza sobre una infraestructura pre-existente. La falta de condiciones técnicas mínimas para la operación puede deberse a distintas causas, presentándose fenómenos tales como bajas velocidades de recorrido, descarrilamientos frecuentes, cuellos de botella, baja captación de cargas, entre otros.

La inexistencia de redes previas requiere lógicamente de un grado de intervención mayor sobre el medio físico y social, expresado en acciones tales como expropiaciones, impacto ambiental, relocalización de población, entre otros. En este sentido, la construcción de nuevas líneas no solo es más costosa, sino que requiere de estudios jurídicos y sociales detallados.

Eje 6 - Monto de la inversión

Los montos involucrados en las iniciativas ferroviarias tienen típicamente órdenes de magnitud distintos en comparación con la inversión en carreteras. En principio, los proyectos ferroviarios tienen en muchos casos dificultades para ser sub-divididos, considerando que el impacto esperado sólo sería alcanzable con un volumen considerable de inversiones. Esto hace que las “barreras a la entrada” para el financiamiento de proyectos sean elevadas y muy distintas a

la mayoría de los proyectos carreteros, que pueden alcanzar una escala muy pequeña (como el caso de pavimentaciones/rehabilitaciones, construcción de bypass urbano, terminales de carga, entre otros) y requieren de menores recursos.

En este aspecto, los proyectos que presentan montos de inversión elevados para la región (del orden de miles de millones de dólares) muestran grandes limitaciones para conseguir financiamiento. Por un lado, porque la rentabilidad debe encontrarse sumamente justificada, en un contexto de fuerte competencia con otros modos. Por otro, porque los recursos públicos son limitados y en contextos de restricciones es poco factible contar con la asignación presupuestaria para garantizar la ejecución de proyectos que demandan montos elevados de inversión y recupero en el largo plazo.

Puntajes

La naturaleza de los proyectos ferroviarios, con efectos externos de gran importancia, algunos de muy compleja medición, hizo más preferible un análisis de tipo cualitativo sobre el aporte esperado de los proyectos en cada una de las dimensiones.

Así, para cada uno de los 6 ejes distinguidos, se procedió a puntuar (de 1 a 3 puntos) la contribución e impacto de cada proyecto, para luego re-expresar el puntaje en valores de 0 a 100.

Tabla 21
Puntajes para indicadores
de proyectos ferroviarios

Fuente:
Elaboración propia

Puntuación	1. Captación de tráfico	2. Integración regional	3. Intermodalidad	4. Consolidación de corredores	5. Aprovechamiento de infraestructura existente	6. Monto de inversión
1	Baja captación	Baja contribución	Baja vinculación intermodal	No consolida un corredor (o consolida un corredor de baja importancia)	Inexistencia de redes previas	Bajo
2	Captación media	Media contribución	Media vinculación	Consolida un corredor de importancia media	Redes previas con baja capacidad de aprovechamiento	Medio
3	Captación alta	Alta contribución	Alta vinculación	Consolida un corredor de importancia alta	Redes previas con alta capacidad de aprovechamiento	Alto

A5

FUENTES DE
INFORMACIÓN



ANEXO 5

FUENTES DE INFORMACIÓN

INFORMACIÓN GENERAL

El trabajo ha implicado actividades intensivas en generación, búsqueda, normalización y sistematización de datos, lo que presenta un desafío en el contexto de la disponibilidad de información relativa a infraestructura (y en particular, a infraestructura terrestre) en América Latina. En efecto, si bien existen varias iniciativas para contar con información de valor relativa al tema, el panorama es aún deficitario en esta materia.

Entre los problemas de mayor envergadura, pueden mencionarse los siguientes:

- Los criterios de cuantificación de inversiones suelen diferir entre países; por ejemplo, en algunos casos se consideran montos comprometidos (pero no ejecutados); también es usual informar sobre montos anunciados de inversiones (sobre todo en lo que refiere a la participación del sector privado en la infraestructura).
- Las unidades de medida no suelen estar estandarizadas; así, por ejemplo, no están homologadas las mediciones de carga y productividad realizadas por los diferentes países, lo cual sesga el diagnóstico.
- Cada país suele aplicar criterios diferentes para clasificar las redes, lo que está influido también por la organización política y el grado de descentralización. Por ejemplo, puede esperarse que la definición de “red primaria” no sea equivalente para todos los países.
- Aun cuando existe información estadística, la cobertura es limitada. En algunos casos, se relevan corredores específicos, se limita a la red administrada por el Estado nacional/federal o se omite población relevante (como la rural).
- Los entes estadísticos y otros organismos responsables de generación de información en muchos países carecen de recursos para desarrollar estudios sectoriales detallados.
- La obtención de información a nivel sub-nacional es dificultosa, por una conjunción de factores dentro de los cuales se pueden mencionar la escasez de recursos financieros y humanos, posibles conflictos con el Estado nacional/federal y falta de relevamientos sistematizados.
- En muchos países, se carece de un horizonte de planificación a mediano y largo plazo en materia de inversiones. Los gobiernos suelen planificar en general la gestión de su mandato y eventualmente el mandato siguiente, lo cual cubre un período aproximado de 8-10 años. Si bien hay iniciativas de planificación estratégica (por ejemplo, en presupuestos plurianuales), esto es aún incipiente.

En virtud de lo señalado, se identificó la necesidad de realizar un análisis pormenorizado y normalizar la información disponible, para que las estimaciones sean de mayor precisión. En primera instancia, el relevamiento de información se realizó a través de la búsqueda por fuentes de tipo secundaria. Se investigaron documentos oficiales de cada país, estadísticas nacionales, bases de datos de organismos multilaterales e informes de reuniones y organismos especializados.

Las bases de datos regionales se caracterizaron en función de las variables incluidas, cobertura, limitaciones y periodicidad. A continuación, y en función de los parámetros anteriores, se procedió a valorar la calidad de cada base de datos identificada. Fueron definidos tres niveles de calidad (Alto, Medio y Bajo). Se priorizó la identificación de bases de datos a nivel regional centralizadas a través de organizaciones internacionales o bancos multilaterales, ya que la información se suele hallar armonizada desde el punto de vista metodológico. A tal efecto, fueron identificadas y clasificadas 9 bases de datos.

En segundo lugar, fueron relevadas fuentes nacionales de documentos oficiales, en particular en lo que refiere a la identificación de la organización institucional (organismos nacionales y sub-nacionales a cargo de la inversión y mantenimiento del sistema), planificación de inversiones con horizonte en corto, mediano y largo plazo y extensión de las redes.

Finalmente, se realizó un relevamiento bibliográfico relativo a la infraestructura de transporte terrestre, en particular elaborada por organizaciones internacionales y bancos multilaterales. También se relevaron fuentes nacionales en lo relativo a la planificación del financiamiento. La bibliografía fue ingresada en una base de datos y guardada para consulta en medio digital en un directorio creado a tal efecto.

En los casos en que la información no pudiera ser hallada, se efectuaron consultas y pedidos de acceso a información pública para cada uno de los países considerados en el estudio.

Teniendo en cuenta los resultados de la búsqueda realizada, se procedió a generar una base de datos de información de contexto y sectorial del sector de transporte terrestre en los modos carretero y ferrocarril, que sirva de base para el cálculo de los indicadores.

Para el análisis estratégico de proyectos, se procedió a generar una base de datos de proyectos de infraestructura de transporte terrestre a partir del análisis de bases de datos nacionales y regionales. Este análisis permitió realizar una evaluación de tipo multicriterio a más de 2.500 proyectos regionales, identificando una lista corta de proyectos prioritarios.

RECOPIACIÓN DE LAS INVERSIONES

En el proceso de medición, la infraestructura económica se aproxima como el gasto anual en bienes de capital fijo producidos y tangibles que realizan las sociedades o empresas, que pueden ser utilizados en el sistema económico como consumo final de los hogares, como insumos para generar otros bienes y servicios en el aparato productivo o exportados y cuya existencia contribuye al desarrollo sostenible (Lardé, 2016). Por lo general, la infraestructura es definida como un subconjunto de los bienes de capital, específicamente, el conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones que constituyen la base sobre la cual se produce la actividad económica y social.

Dentro de este grupo, la infraestructura económica comprende, según una definición del Banco Mundial, los sistemas de energía y gas natural, telecomunicaciones, abastecimiento de agua potable, saneamiento y alcantarillado, embalses y canales de riego, gestión de residuos sólidos, además del sector transporte dividido en carreteras, ferrocarriles, vías fluviales, puertos y aeropuertos.

En términos económicos, la inversión se registra como un flujo expresado en moneda nacional en el período en que ocurren, en valor corriente.

En cuanto a la clasificación según momento de registro, existen también distintos criterios para la imputación.

Si la medición se realiza con el criterio devengado, los flujos se registran cuando se crea, transforma, intercambia, transfiere o extingue valor económico; alternatively, el criterio devengado exige que el registro se realice cuando se origina el derecho u obligación, con independencia del momento de pago.

Si se utiliza la base de lo comprometido, los flujos se registran cuando una unidad del gobierno general se compromete a una transacción. El momento de registro suele ocurrir cuando la unidad del gobierno emite una orden de compra.

Si se utiliza la base caja, los flujos se registran cuando se recibe o se desembolsan recursos, con independencia del momento del momento en que se originó el derecho u obligación (provisión del bien, prestación del servicio, etc.).

De las distintas opciones, la base devengada ofrece la mejor estimación del impacto. En el caso de las bases caja y compromiso, el momento de registro puede diferir del momento de las transacciones y actividades económicas a las que está vinculado, limitándose a una transacción monetaria que no necesariamente ocurre en el mismo momento de la generación de derechos y obligaciones, siendo afectadas por restricciones presupuestarias, retrasos en los pagos, etc.

El relevamiento de inversiones realizadas en infraestructura de transporte comprende el relevamiento a nivel institucional de la ejecución presupuestaria de los países, para los niveles de gobierno correspondientes. En este aspecto, cabe destacar que existe un desafío metodológico en cuanto a armonizar información estadística que se encuentra dispersa en distintos organismos, que a la vez asumen diferentes criterios contables para la medición de la inversión pública.

En principio, vale la pena aclarar que ya existen algunas iniciativas internacionales y regionales para la medición de inversiones en infraestructura. En el ámbito regional, la iniciativa más destacable es la de InfraLATAM, llevada a cabo por BID, CAF y CEPAL, que reporta los recursos destinados a inversión en infraestructura económica (agua y saneamiento, defensas contra inundaciones, energía, riego, telecomunicaciones y transporte) considerando la inversión realizada por el sector público, incluyendo tanto a las empresas públicas no financieras como al gobierno general – que puede comprender tres o más niveles de gobierno (central; estatal, provincial o regional; y local). También se incluyen las inversiones privadas.

Las fuentes consultadas para la elaboración del presente informe varían según la disponibilidad de cada país. Para las inversiones públicas, la información se obtuvo en Ministerios y fuentes gubernamentales, dentro de los que se cuentan anuarios estadísticos, presupuestos anuales y presentaciones realizadas, mientras que las iniciativas privadas surgieron de analizar memorias de desempeño e informes anuales. En general, se siguió, en la medida de la disponibilidad, el criterio devengado para la identificación de gastos.

- Argentina: Cámara Argentina de la Construcción, Dirección Nacional de Vialidad, Comisión Nacional de Regulación del Transporte y ADIF
- Bolivia: ABC, InfraLATAM e información provista por el país
- Brasil: IPEA, DNIT y Banco Mundial
- Chile: Ministerio de Obras Públicas e Infraestructura, InfraLATAM y EFE
- Colombia: Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Transporte y Cámara Colombiana de la Infraestructura
- Ecuador: Ministerio de Transportes y Obras Públicas
- México: InfraLATAM, NATS y SCT
- Panamá: InfraLATAM y MOP
- Perú: InfraLATAM, OSI
- Uruguay: InfraLATAM, MTOP, estimaciones privadas e información provista por el país

Debe considerarse que las estimaciones están sujetas a un grado de variabilidad importante, ya que los criterios y fuentes de información difieren significativamente. Asimismo, exceptuando la iniciativa de InfraLATAM, no hay un relevamiento sistemático del gasto en infraestructura económica por país a nivel de organización de integración, como sí ocurre en el caso de la OCDE.

En este sentido, la estimación de las inversiones terrestres sufre aun de limitaciones estadísticas importantes, que deberán ser atendidas en el corto plazo. Entre los desafíos de mayor significación, se destacan:

- Las oficinas nacionales deberían asegurar elaborar series de tiempo de cierta extensión (al menos, 10 años).
- Es necesario diferenciar claramente las inversiones en el ámbito urbano del interurbano, ya que atienden finalidades muy distintas.
- Es importante diferenciar la inversión del mantenimiento.
- Debe reportarse la inversión pública y la privada por separado, pero de manera centralizada.

