

# Brecha de conectividad y necesidades de inversión en América Latina y el Caribe

Una perspectiva económico-financiera



COORDINADORES:

Maribel Amanda Dalio

Antonio García Zaballos

Enrique Iglesias

Maryleana Méndez

Pau Puig Gabarró

Luis Mauricio Torres

AUTORES:

Raúl Katz

Juan Jung

Ramiro Valencia

JULIO DE 2023





# Brecha de conectividad y necesidades de inversión en América Latina y el Caribe

Una perspectiva económico-financiera

## COORDINADORES:

Maribel Amanda Dalio  
Antonio García Zaballos  
Enrique Iglesias  
Maryleana Méndez  
Pau Puig Gabarró  
Luis Mauricio Torres

## AUTORES:

Raúl Katz  
Juan Jung  
Ramiro Valencia

JULIO DE 2023



**Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo**

Katz, Raúl.

Brecha de conectividad y necesidades de inversión en América Latina y el Caribe: una perspectiva económico-financiera / Raúl Katz, Juan Jung, Ramiro Valencia.

p. cm. — (Monografía del BID; 1121)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Infrastructure (Economics)-Latin America. 2. Infrastructure (Economics)-Caribbean Area. 3. Information technology-Economic Aspects-Latin America. 4. Information technology-Economic aspects-Caribbean Area. 5. Digital communications-Economic aspects-Latin America. 6. Digital communications-Economic aspects-Caribbean Area. I. Jung, Juan. II. Valencia, Ramiro. III. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Conectividad, Mercados y Finanzas. IV. Título. V. Serie. IDB-MG-1121

**Clasificaciones JEL:** F23, H54, L25, L51, L96

**Palabras clave:** brecha de conectividad, brecha de cobertura, telecomunicaciones, necesidades de inversión, sostenibilidad financiera

Copyright © 2023 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Banco Interamericano de Desarrollo  
1300 New York Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20577  
[www.iadb.org](http://www.iadb.org)

El Sector de Instituciones para el Desarrollo fue responsable de la producción de la publicación.

Colaboradores externos:

Coordinación de la producción editorial: Sarah Schineller (A&S Information Partners, LLC)

Revisión editorial: Eva Vilarrubi / Fast Lines Inc.

Diagramación: Karina Vilarrubi / Fast Lines Inc.

Diseño gráfico base: AdobeStock\_478396828

# Presentación\*

El Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina (cet.la), una iniciativa de la Asociación Interamericana de Empresas de Telecomunicaciones (ASIET), es un centro de investigación especializado en las políticas públicas orientadas al desarrollo de las telecomunicaciones y la sociedad de la información en la región. Su objetivo es promover y apoyar la reflexión y el debate contribuyendo con elementos de análisis técnicos y económicos para el diseño, ejecución y evaluación de dichas políticas públicas.

cet.la y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) presentan este informe derivado del trabajo de investigación de la firma de consultoría Telecom Advisory Services. Con este proyecto buscamos generar información y análisis relevante que ayude a los tomadores de decisiones en materia de telecomunicaciones y a las autoridades a desarrollar agendas y políticas mejor adaptadas para impulsar la conectividad y la transformación digital en los próximos años. Las conclusiones del estudio son especialmente relevantes para ministerios de Telecomunicaciones, Tecnologías de Información y Comunicación, congresos y legislaturas, agencias y reguladores responsables de implementar políticas de conectividad, organismos de cooperación multilateral, así como para los ministerios de Hacienda y Finanzas cuyo rol es imprescindible en la conducción de una estrategia de financiamiento e inversión para la conectividad en los diferentes países de América Latina.

\* Se agradece especialmente al Fondo General de España por el apoyo en la realización de la publicación y por el compromiso con el despliegue de infraestructura de conectividad digital en la región.

# Índice

PRESENTACIÓN	3
ACRÓNIMOS	9
RESUMEN EJECUTIVO	11
INTRODUCCIÓN	17
MÓDULO I: ANÁLISIS ACTUAL Y PROYECTADO DE LA SITUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE TELECOMUNICACIONES	19
<b>Metodología de análisis</b>	20
<b>Análisis actual y proyectado de la situación económico-financiera de     las empresas del sector de telecomunicaciones</b>	21
Universo de análisis del sector de telecomunicaciones	21
Aspectos metodológicos	22
Contribución económica y estado financiero de la industria de telecomunicaciones	23
<i>Ventas brutas</i>	23
<i>EBITDA del sector de telecomunicaciones</i>	27
<i>Inversión del sector de telecomunicaciones</i>	27
<i>Impuestos y gravámenes</i>	32
<i>Flujo de caja libre</i>	34
<i>Impacto de las contribuciones públicas</i>	35
<i>Efectos indirectos en la economía</i>	36
Conclusión	39
MÓDULO II: BRECHA DE CONECTIVIDAD Y NECESIDADES DE INVERSIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	41
<b>Introducción</b>	42
<b>Literatura académica sobre la cuantificación de la inversión de capital     en telecomunicaciones</b>	43
Estimación de costos de despliegue de FTTH	43
Estimación de costos de despliegue de 5G	44
Estimación de costos de tecnologías complementarias o alternativas	47
Cálculo agregado de inversión requerida	48
Conclusión	48

# Índice

<b>Modelos para estimar los requerimientos de inversión para cerrar las brechas existentes en la infraestructura digital</b>	51
Datos y análisis descriptivo	51
Estimación en la media e identificación del retardo temporal entre inversión y cobertura	53
Estimación para diferentes niveles de la distribución de la variable de cobertura	55
Trayectoria de cobertura	60
Modelización de costos asociados con la tecnología satelital	61
<b>Estimación de necesidades de inversión para el cierre de brechas de cobertura</b>	63
Punto de partida	63
Escenario tendencial	65
Escenario de metas de cierre de la brecha digital	68
<b>Conclusiones</b>	74
MÓDULO III: RECOMENDACIONES DE MODELOS DE INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA RESPONDER A LOS REQUISITOS DE INVERSIÓN	75
<b>Compartición de infraestructura</b>	76
Impacto económico	77
Ejemplos exitosos en ALC	78
Mejores prácticas de compartición de infraestructura a difundir en ALC	81
<b>Modificaciones en el marco tributario</b>	81
<b>Cambios en el marco regulatorio</b>	86
<b>Disponibilidad de espectro a precios razonables</b>	88
<b>Estructura de mercado eficientes</b>	92
<b>Acomodamiento de cambios en el ecosistema digital</b>	93
CONCLUSIONES DEL ESTUDIO	95
ANEXOS - CUADROS	99
REFERENCIAS	105

# Autores

**Telecom Advisory Services LLC** (URL: [www.teleadv.com](http://www.teleadv.com)) es una firma de consultoría con personalidad jurídica registrada en el estado de Nueva York (Estados Unidos) con presencia física en Nueva York, Madrid, Bogotá y Buenos Aires. Fundada en 2006, la firma ofrece servicios de asesoramiento y consultoría a nivel internacional, especializándose en particular en el desarrollo de estrategias de negocios y políticas públicas en los sectores de telecomunicaciones y digital. Sus clientes incluyen operadores de telecomunicaciones, fabricantes de equipamiento electrónico, plataformas de Internet, desarrolladores de software, así como los gobiernos y reguladores de Argentina, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México y Perú. Asimismo, Telecom Advisory Services ha realizado numerosos estudios de impacto económico y planeamiento de tecnologías digitales para la GSMA, la NCTA (Estados Unidos), Cable Europe, la CTIA (Estados Unidos) y la Wi-Fi Alliance. En el ámbito de organizaciones internacionales, la firma ha trabajado con la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo, la Corporación Andina de Fomento, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, y el Foro Económico Mundial.

- **Raúl Katz** - Doctorado en Ciencias Políticas y Administración de Empresas, maestría en Tecnologías y Políticas de Comunicaciones, Massachusetts Institute of Technology (Estados Unidos), maestría y licenciatura, Ciencias de la Comunicación, Universidad de Paris (Francia), maestría en Ciencias Políticas, Universidad de Paris-Sorbona (Francia). El Dr. Katz trabajó veinte años en Booz Allen & Hamilton, donde se desempeñó como Socio Líder de la Práctica de Telecomunicaciones en las Américas y miembro del equipo de dirección de la firma. Al retirarse de Booz Allen, fundó Telecom Advisory Services LLC en abril de 2006. Además de presidente de Telecom Advisory Services, el Dr. Katz es Director de Investigación de Estrategia de Negocios en el Columbia Institute for Tele-Information de la Columbia Business School (Nueva York) y profesor visitante en el Programa de Gestión de Telecomunicaciones de la Universidad de San Andrés (Argentina).
- **Juan Jung** - Doctorado y maestría en Economía, Universidad de Barcelona, licenciatura en Economía, Universidad de la República (Uruguay). Especializado en econometría y análisis estadístico de las telecomunicaciones. Además de consultor de Telecom Advisory Services, LLC, el Dr. Jung es profesor de Economía Digital y Macroeconomía en la Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Antes de incorporarse a la firma, el Dr. Jung fue Director de Políticas Públicas en la Asociación Interamericana de Telecomunicaciones y Director del Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina.
- **Ramiro Valencia** - Maestría en Economía (FLACSO-Ecuador), ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, Escuela Politécnica Nacional (Ecuador). El Sr. Valencia es un consultor en Telecom Advisory Services LLC. Antes de incorporarse a Telecom Advisory Services, el Ing. Valencia trabajó nueve años en el Ministerio de Telecomunicaciones y la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones de Ecuador, donde ocupó el cargo de Director de Análisis Estadístico del mercado de telecomunicaciones.



# Coordinadores

**Maribel Amanda Dalio** - experta en transformación digital y desarrollo. Tiene más de 10 años de experiencia en el liderazgo de políticas públicas de infraestructura digital e inclusión, cumplido funciones tanto a nivel local como nacional e internacional. Ha sido Directora de Relaciones Institucionales del Ministerio de Modernización del Gobierno Nacional de Argentina, donde tuvo a cargo 3 Agencias de Coordinación; se ha desempeñado como Asesora de la Jefatura de Gabinete de Ministros del mismo país y de diferentes Gobiernos de América Latina; y fue Gerente de Tecnologías Electorales del Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires durante la primera implementación del voto electrónico. En el ámbito internacional, ha trabajado con diferentes instituciones como el G20, OCDE, ONU, UIT, Unión Europea, BID y Banco Mundial. Se ha formado en Universidades de 6 países diferentes, incluyendo las Universidades de Harvard y Brown. Tiene una Maestría en Coaching Ejecutivo y Liderazgo en la Universidad de Barcelona y es Licenciada en Relaciones Internacionales por la Universidad Católica de Córdoba. Actualmente, trabaja para la División de Conectividad, Mercados y Finanzas del BID como Consultora en Infraestructura digital e inclusión.

**Antonio García Zaballos** - Lead Specialist en materia de telecomunicaciones en la División de Conectividad, Mercados y Finanzas y Coordinador de la Plataforma de Banda Ancha del BID. Antonio tiene una amplia experiencia en el sector de las telecomunicaciones donde ha desarrollado su actividad profesional en distintos puestos de responsabilidad. En Deloitte España lideró la práctica de Regulación para América Latina y Caribe, con anterioridad fue Economista Jefe del Gabinete de Estudios Económicos de la Regulación en Telefónica de España, y fue Subdirector de la Dirección de Análisis Económico y Mercados en el Regulador en España (CMT). Durante su trayectoria profesional estuvo asesorando a Reguladores, Operadores de Telecomunicaciones y Gobiernos en países como Arabia Saudí, China, Ecuador, Argentina, Rep. Dominicana, Paraguay, Polonia, Rep. Checa entre otros. Antonio forma parte de distintos comités técnicos de expertos entre los que destacan el Foro Económico Mundial bajo la iniciativa Internet para Todos, y el Broadband Commission de Naciones Unidas. Es doctor en Economía por la Universidad Carlos III de Madrid y profesor de finanzas aplicadas a Telecomunicaciones en el Instituto de Empresa, y de regulación económica en Johns Hopkins University. Es autor de diversas publicaciones sobre aspectos económico-regulatorios aplicados al sector de las telecomunicaciones.

**Enrique Iglesias** - Especialista en Telecomunicaciones en la División de Conectividad, Mercados y Finanzas del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Sus funciones se basan en el apoyo a los Gobiernos de Latinoamérica y el Caribe para desarrollar las agendas de banda ancha y economía digital a través de mecanismos de asistencia técnica y operaciones de financiación. Previamente ejerció como consultor en estrategia y operaciones basado en Madrid donde tuvo la oportunidad de prestar servicios a las

# Coordinadores

principales firmas de Telecomunicaciones en Europa y Latinoamérica. Enrique es Ingeniero Superior de Telecomunicaciones por la Universidad Autónoma de Madrid y cuenta con una Maestría en Banca y Mercados Financieros por la Universidad Carlos III de Madrid.

**Maryleana Méndez** - Secretaria General de la Asociación Interamericana de Empresas de Telecomunicaciones (ASIET). Es una profesional de destacada trayectoria en el área de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información. Ingeniera de Sistemas por la Universidad de Costa Rica y con una maestría en Administración de Tecnologías de Información por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. En el año 2009 asume como Miembro del primer Consejo de la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUTEL), órgano regulador de las telecomunicaciones en Costa Rica, cargo que desempeñó durante 8 años, en dos períodos consecutivos. Durante su gestión, se lideró y organizó el proceso de apertura del mercado de telecomunicaciones y el desarrollo de la institucionalidad regulatoria. Antes de esta posición trabajó durante 6 años directamente en la industria de telecomunicaciones, como directora de proyectos en América Latina. En 2017 se incorporó a ASIET como Asesora Experta en Regulación, organización que ahora dirige desde agosto de 2019.

**Pau Puig Gabarró** - Especialista en Telecomunicaciones en la División de Conectividad, Mercados y Finanzas del BID. Trabaja desde 2016 en el BID apoyando gobiernos de América Latina y el Caribe a reformar políticas públicas de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) y a planificar inversiones en infraestructura de telecomunicaciones. Pau cuenta con una Licenciatura y una Maestría en Ingeniería de Telecomunicaciones, así como un Posgrado en Gestión de Empresas y un Máster en Administración Internacional de Empresas.

**Luis Mauricio Torres** - Coordinador del Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina (cet.la). Es especialista en análisis de políticas públicas y regulatorias. Cuenta con amplia experiencia en gestión de investigación aplicada y asesoría técnica en proyectos colaborativos entre gobierno, sociedad civil e iniciativa privada. Antes de su posición actual, trabajó en el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) como Coordinador de operaciones y análisis económico. Es economista por la Universidad de las Américas Puebla, México (UDLAP) y maestro en Regulación por la London School of Economics and Political Science (LSE).

# Acrónimos

<b>ALC</b>	América Latina y el Caribe
<b>ARPU</b>	Average Revenue Per User: promedio de ingresos por usuario
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>CAPEX</b>	Capital expenditure: gastos de capital
<b>cet.la</b>	Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina
<b>DOCSIS</b>	Data Over Cable Service Interface Specification: especificación de interfaz para servicios de datos por cable
<b>EBITDA</b>	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization: resultado antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones
<b>FCL</b>	flujo de caja libre
<b>FSU</b>	fondo de servicio universal
<b>FTTH</b>	Fiber-To-The-Home: fibra hasta el hogar
<b>IMT</b>	International Mobile Telecommunications: telecomunicaciones móviles internacionales
<b>IPT</b>	Internet para Todos
<b>LTE</b>	Long Term Evolution: evolución a largo plazo
<b>OIMR</b>	Operador de Infraestructura Móvil Rural
<b>OPEX</b>	Operating expenses: gastos operativos
<b>PIB</b>	producto interno bruto
<b>UIT</b>	Unión Internacional de las Telecomunicaciones
<b>UQR</b>	Regresión Cuantil Incondicional



# Resumen ejecutivo

Este estudio aborda aspectos fundamentales para la toma de decisiones de política pública y regulatoria para el desarrollo de las telecomunicaciones, el impulso de la inversión para el cierre de brechas de conectividad, así como recomendaciones para la mejora de los modelos de inversión y financiamiento de despliegue de redes en América Latina y el Caribe (ALC). El objetivo principal es estimar las capacidades y necesidades de inversión para resolver la brecha digital en ALC, así como recomendar fuentes y mecanismos de financiamiento para abordarla. Más específicamente, el análisis ha sido estructurado en tres módulos analíticos, definidos de la siguiente manera:

- Análisis actual y proyectado de la situación económico-financiera de las empresas del sector de telecomunicaciones
- Brecha de conectividad y necesidades de inversión en América Latina y el Caribe
- Recomendaciones de modelos de inversión y financiamiento que puedan responder a los requerimientos de inversión

## Análisis actual y proyectado de la situación económico-financiera de las empresas del sector de telecomunicaciones

El **primer módulo** analiza la situación financiera actual y proyectada de los operadores en la región con el objetivo de planificar los recursos disponibles de dichos operadores para la inversión en un contexto de ingresos y márgenes de utilidad decrecientes y mayor demanda de tráfico en las redes. La principal hipótesis en este aspecto es que la capacidad de inversión esperada para la próxima década presentará un reto para cerrar las brechas de conectividad en la región con el ritmo y la profundidad necesarios para detonar desarrollo basado en la transformación digital. La sostenibilidad económica de los operadores públicos y privados de telecomunicaciones es un determinante central de la capacidad de inversión en redes, infraestructura y tecnología para el sector.

El análisis en este módulo se estructura en dos fases: i) levantamiento de información financiera a partir de cuentas de resultados e informes anuales

# Resumen ejecutivo

de 76 operadores de los diferentes países de la región, y ii) evaluación de los principales indicadores financieros como ingresos, OPEX, CAPEX, EBITDA, tasas e impuestos y flujo de caja libre.<sup>1</sup> La muestra utilizada abarca 14 países de ALC divididos en 9 países de América del Sur (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Perú, Paraguay, Uruguay), 2 países de América Central (Honduras y Costa Rica), 2 países del Caribe (Jamaica, Trinidad y Tobago) y México. Estos países representan el 91,9% del producto interno bruto (PIB) y más del 86,1% de la población de la región.

En términos de ventas brutas, para el año 2021, estas ascienden a US\$88.500 millones, que representan el 1,91% del PIB total de la muestra de países. Es importante destacar que, en términos absolutos, Brasil y México representan el 57% de los ingresos totales del sector; por otro lado, Bolivia y Costa Rica poseen un nivel relativo superior al resto de los países con 3,84% y 3,43% de sus PIB respectivos. La tendencia de los últimos 10 años muestra que los ingresos del sector han estado decreciendo.

Respecto al EBITDA, Trinidad y Tobago, Uruguay, Paraguay y México presentan niveles más altos con respecto al resto de la región. El EBITDA agregado para los 14 países estudiados representa alrededor del 32,28% de las ventas brutas.

Desde el punto de vista de la inversión de capital, el sector de telecomunicaciones de ALC invirtió aproximadamente US\$78.000 millones entre 2018 y 2021. El crecimiento en la inversión se interrumpió en el año 2020, debido a la pandemia, cuando se registró un importante descenso del 18,2% con respecto al año anterior. Los montos agregados de inversión del sector en los diferentes países representan en promedio el 23,40% de las ventas brutas. Bolivia, Chile y Brasil presentan una mayor ratio, mientras que Honduras, Trinidad y Tobago, y Costa Rica exhiben un nivel más bajo. Si bien los balances no permiten desagregar la inversión por concepto de espectro, al sustraer la misma de acuerdo a estimaciones, la ratio CAPEX/VENTAS se reduce a aproximadamente el 20%, lo que de todas formas constituye un esfuerzo de inversión considerable, máxime cuando de acuerdo a analistas sectoriales

<sup>1</sup> CAPEX, del inglés, *Capital expenditure*: Gastos de capital; EBITDA, del inglés, *Earnings before interest, taxes and depreciation*: Resultado antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones; OPEX, del inglés, *Operating expenses*: Gastos operativos.

# Resumen ejecutivo

se espera que tal porcentaje en el largo plazo se ubique en torno al 16%-17% (MTN Consulting, 2021).

El rubro de impuestos y tasas del sector de telecomunicaciones para 2021 representó un 8,07% de los ingresos brutos. Además, entre 2019 y 2020 se registró una reducción notable en la recaudación. A priori, los operadores que presentan un crecimiento compuesto entre 2018 y 2021 en sus ventas, como Colombia, Costa Rica, Honduras y Paraguay, podrían comenzar a generar una recuperación en términos absolutos de las recaudaciones.

En lo que respecta a flujos de caja libre, estos ascienden a US\$7.500 millones. En el agregado para los 14 países estudiados, este valor representa alrededor del 8,39% de las ventas brutas, aunque el rango varía significativamente, de -17,5% en Bolivia a 31,28% en Trinidad y Tobago. En conclusión, si bien la tasa ponderada de EBITDA es positiva (32,07%), la industria de telecomunicaciones está invirtiendo a una tasa superior de la que es universalmente aceptada (23,40% o 20% si se excluye el costo de espectro). Esto refleja la presión sobre los operadores del sector que deben continuar invirtiendo en infraestructura para acomodar el crecimiento de tráfico y continuar modernizando sus redes. Esta presión es aún mayor cuando se considera que el 8,07% de los ingresos brutos deben ser canalizados en impuestos y contribuciones. Una reducción en la presión tributaria podría redundar en el mantenimiento de la tasa de inversión que se vio reducida temporalmente por la pandemia.

## Brecha de conectividad y necesidades de inversión en América Latina y el Caribe

En el **segundo módulo** analítico se estimaron las necesidades de inversión requeridas para cerrar la brecha de cobertura en ALC. Para ello, se han desarrollado una serie de modelos econométricos, tanto para el segmento fijo (FTTH) como para el móvil (4G y 5G) y el satelital, vinculando los niveles de cobertura con la inversión. A partir de esta relación, es posible determinar la cantidad adicional de inversión necesaria para alcanzar metas potenciales de cobertura hacia 2030 en contraste con un escenario de inversión tendencial bajo condiciones actuales. El diseño de tales modelos ha tenido en cuenta el retardo que lleva a que la inversión se materialice en mayor cobertura, así como las no linealidades del vínculo entre inversión y aumentos de cobertura.

# Resumen ejecutivo

También se ha tomado en consideración que las trayectorias de cobertura no suelen seguir una evolución lineal.

El diseño de los escenarios a futuro ha considerado tanto una proyección tendencial como metas aspiracionales de aceleramiento en el despliegue de redes. El **escenario tendencial** está basado en la proyección de los indicadores de cobertura hacia el año 2030, asumiendo las diferencias de cada país en cuanto al desarrollo de las infraestructuras digitales y en cuanto a la estructura urbana poblacional. El **escenario de metas** establece objetivos diferenciados por país de acuerdo con cada circunstancia, aunque en promedio consiste en asumir que la región alcanzará una cobertura 4G del 98% (99% incluida la tecnología satelital), mientras que la de 5G y de FTTH representarán respectivamente el 81% y el 65% de personas y hogares pasados. De esta forma, prácticamente toda la población estaría cubierta por una red de banda ancha, y al menos el 80% por una de última generación.

En lo referente a la inversión, el **escenario tendencial**, confeccionado sobre la base de los insumos de operadores y analistas, estima que la inversión como porcentaje de las ventas convergerá hacia un nivel de largo plazo situado entre el 16% y 17%, cifra que se aplica a las proyecciones de ingresos futuros a precios constantes. De acuerdo a ello, **la inversión del escenario tendencial hasta el año 2030 representa US\$108.361 millones acumulados** (en dólares constantes de 2021), lo que equivale a US\$27,5 anuales per cápita. Por otra parte, **el cumplimiento del escenario de metas aspiracionales implica un gasto acumulado en el mismo período de US\$125.462 millones** (también a precios constantes), lo que equivale en promedio a US\$31,2 anuales per cápita. Se observa así que **el escenario de metas supone un importante crecimiento en el esfuerzo de inversión latinoamericano, un 16% con respecto al escenario tendencial**. Por consiguiente, los operadores de telecomunicaciones deberían aumentar sus niveles de inversión, lo cual no se encuentran en capacidad de realizar dadas las condiciones financieras analizadas en el primer módulo y las tendencias decrecientes de ingresos e inversión antes mencionadas. Por lo tanto, para que ello sea posible, las condiciones



# Resumen ejecutivo

regulatorias y financieras de la región deberían necesariamente generar un marco facilitador de la inversión.

## Recomendaciones de modelos de inversión y financiamiento que puedan responder a los requerimientos de inversión

El **tercer módulo** parte de las conclusiones del punto anterior, acerca de la necesidad de un esfuerzo de inversión adicional para que la región pueda acelerar el despliegue de redes. De cara al futuro, la reducción de ingresos ocasionada por los ARPU (del inglés, promedio de ingresos por usuario) decrecientes, en conjunto con la concreción de ciertos proyectos de despliegue de infraestructura, resulta en una disminución de la inversión como porcentaje de las ventas, con lo cual la brecha entre la tendencia de la inversión y las inversiones requeridas en el escenario aspiracional tiende a aumentar. Es en este contexto que se deben considerar cambios en el marco regulatorio, tributario y de políticas públicas que permitan generar una modificación en el monto de inversiones destinadas al despliegue de redes.

En el marco regulatorio, se aborda la necesidad de estimular la compartición de infraestructuras, tomando en cuenta el impacto económico potencial asociado, así como el relevamiento de ejemplos exitosos y mejores prácticas en la región. Asimismo, se analizan posibles modificaciones en el marco tributario, que permitirían aumentar la disponibilidad de recursos para la inversión. Por otra parte, se estima cuál podrá ser el impacto en la inversión si se introducen modernizaciones regulatorias que faciliten la incorporación en la región de las mejores prácticas de las economías más desarrolladas. Se aborda, asimismo, la necesidad de contar con una adecuada disponibilidad de espectro a precios razonables. Los relevamientos realizados permiten concluir que el costo del espectro en ALC es el doble de los países europeos, después de efectuar los correspondientes ajustes con fines comparativos. Una reducción en estos costos serviría para aumentar la disponibilidad de recursos que se destinarían a la inversión. Finalmente, se analizan los aspectos de

# Resumen ejecutivo

competencia, vinculados a la necesidad de contar con estructuras de mercado eficientes, así como el rol que juegan los restantes actores del ecosistema digital en este proceso.

\* \* \* \* \*

En conclusión, ALC cuenta con la posibilidad de finalizar la presente década cerrando la brecha de cobertura en la región, asegurando que prácticamente la totalidad de sus ciudadanos estén cubiertos por una red de banda ancha de alta calidad. Poder lograrlo requiere un esfuerzo colectivo, donde las empresas invierten en el despliegue de redes y los gobiernos generan las condiciones adecuadas para que esto ocurra. Solo de esta forma podrá la región tomar una posición de relevancia mundial en la revolución digital durante los próximos años, y dejar atrás una estructura económica primaria y básicamente vinculada a la producción en industrias de bajo valor agregado.

# Introducción

Uno de los mayores desafíos para el cumplimiento de las metas de conectividad en América Latina y el Caribe (ALC) es la atracción de recursos financieros para alcanzar los niveles de inversión suficientes que permitan desplegar la infraestructura requerida y así lograr dichas metas.

La inversión para la conectividad regional debe responder al cambio tecnológico vertiginoso, al contexto actual de la economía digital y a la creciente necesidad de conectividad de las industrias, las comunidades y los consumidores. De ahí deriva la importancia de promover la capacidad de inversión conjunta en el sector por parte de operadores, gobiernos y organizaciones internacionales. Sin coordinación entre los actores relevantes para alcanzar los objetivos públicos de conectividad y transformación digital será virtualmente imposible cumplir con las metas regionales en los próximos años.

En ALC, el sector de telecomunicaciones —en conjunto con organizaciones de banca de desarrollo internacional, así como con las autoridades nacionales— ha avanzado rápidamente en el diseño y la adopción de instrumentos financieros y de política pública con el objetivo de incrementar la penetración y el uso de servicios. Este avance ocurrió en un escenario en el que la industria, que ha sido responsable de la mayor parte de las inversiones en los últimos años, enfrenta retos importantes en materia de sostenibilidad financiera y capacidad de atraer recursos.

# Introducción

Existen marcados desafíos para adecuar las políticas públicas al objetivo del cierre de la brecha digital. El despliegue de nuevas tecnologías es urgente en un contexto nuevo para el ecosistema de telecomunicaciones móviles, fijas y satelitales. Ante la necesidad de reactivar las economías de la región tras la crisis económica derivada de la pandemia e incrementar la conectividad necesaria para la transformación digital, se hace cada vez más relevante la búsqueda de nuevos mecanismos para impulsar la inversión. Por lo tanto, el análisis del cierre de la brecha digital debe incluir y abordar el contexto de todas las tecnologías del ecosistema digital necesarias para avanzar en la agenda de conectividad: las redes móviles, las redes fijas de fibra óptica y la tecnología satelital.

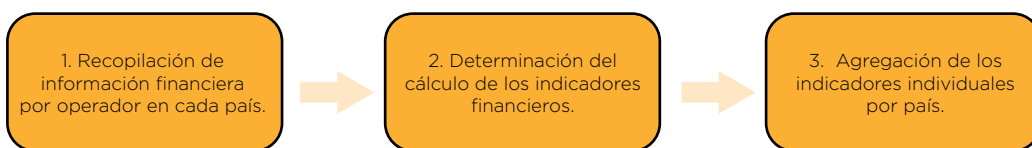
Abrir oportunidades de inversión innovadoras, especialmente en las zonas con mayor dificultad de acceso para el despliegue de infraestructura, es esencial para el futuro de la conectividad en ALC. Para cumplir con las necesidades de conectividad que se identifican en los países de la región es fundamental analizar alternativas que, desde una perspectiva financiera, presenten opciones viables para ser implementadas en diversos países. Por lo tanto, deben considerarse las oportunidades que puede presentar la cooperación entre la industria, la banca de desarrollo y las autoridades económicas y fiscales nacionales para promover el despliegue, la operación, el mantenimiento y la actualización periódica de la infraestructura de telecomunicaciones necesaria. Este estudio refleja el interés por el debate técnico de los puntos más importantes relacionados con el financiamiento de los proyectos de inversión que requiere el desarrollo de las redes en la región: la sostenibilidad financiera del sector de telecomunicaciones, la brecha de inversiones respecto a los niveles actuales y las necesidades que se identifican para alcanzar los objetivos de conectividad, así como las alternativas factibles de financiamiento público y privado en la región y las políticas públicas que pueden ayudar a facilitar estos modelos de financiamiento públicos y privados.

# MÓDULO

## ANÁLISIS ACTUAL Y PROYECTADO DE LA SITUACIÓN ECONÓMICO- FINANCIERA DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE TELECOMUNICACIONES

La sostenibilidad financiera de la capacidad de inversión de la industria de telecomunicaciones, así como la planificación estratégica de largo plazo de gobiernos, reguladores, organizaciones internacionales y operadores, son fundamentales para el despliegue de la infraestructura y el cumplimiento de las metas de conectividad y la penetración de los servicios de telecomunicaciones.

## Diagrama 1. Etapas para el desarrollo del análisis económico-financiero de la industria de telecomunicaciones



Fuente: Telecom Advisory Services.

En esta sección se aborda la situación financiera de los operadores de servicios de telecomunicaciones de ALC y su impacto en la capacidad de despliegue de inversión e infraestructura para los próximos años. De manera general, el análisis de diversos factores relacionados con la sostenibilidad financiera de la industria permite evaluar y diagnosticar la capacidad actual de los operadores de telecomunicaciones para generar y sostener flujos de recursos suficientes con el fin de invertir en el despliegue de la infraestructura necesaria para el cierre de las brechas de cobertura y el avance tecnológico de las redes de telecomunicaciones. Dentro de los factores analizados se encuentra el contexto actual de aumento del tráfico y reducción de ingresos, así como la disminución de los márgenes de rentabilidad necesarios para financiar las inversiones en infraestructura y tecnología, mejorar la calidad de los servicios y lograr las metas de cobertura de cada país analizado.

Mediante la agregación de estos indicadores financieros, esta sección busca determinar la capacidad del sector para sostener ingresos y márgenes de rentabilidad compatibles con una estrategia de inversión de largo plazo centrada en la acumulación de recursos disponibles para la expansión de redes, tomando en cuenta los costos de operación y los impuestos. A su vez, variables financieras, como el CAPEX de la industria en relación con los ingresos, permiten reconocer el estatus actual del esfuerzo de inversión del sector y su espacio potencial, en caso de existir, para continuar desplegando redes de acuerdo con las necesidades futuras del mercado.

### Metodología de análisis

Esta sección del estudio analiza las métricas financieras de los diferentes operadores públicos y privados del sector de telecomunicaciones en ALC. El análisis fue realizado en tres etapas: i) compilación y organización de una base de datos a nivel nacional de los principales indicadores financieros de la industria de telecomunicaciones, ii) realización de un análisis cuantitativo de los indicadores económico-financieros agregados para cada país y iii) agregación de resultados para cada país de la región (véase el diagrama 1).

En la primera etapa, la fuente informativa para evaluar la situación financiera de los operadores proviene principalmente de las Cuentas de Resultados de los operadores, las comisiones nacionales de valores o sitios de las filiales de los diferentes concesionarios de servicios. Esto ha permitido compilar estadísticas financieras de ingresos, gastos, EBITDA, CAPEX, OPEX y flujo de caja libre.<sup>1</sup> Por otra parte, en los casos en que los balances no estuviesen disponibles o detallados, se han obtenido datos provenientes de informes estadísticos generales o informes anuales de operación.

En la segunda etapa se analizaron 6 métricas financieras:

- Ventas: ingresos totales generados por la operación del negocio y otras actividades conexas de los operadores.

<sup>1</sup> CAPEX, del inglés, *Capital expenditure*: Gastos de capital; EBITDA, del inglés, *Earnings before interest, taxes and depreciation*: Resultado antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones; OPEX, del inglés, *Operating expenses*: Gastos operativos.

- EBITDA: calculado como ingresos totales menos gastos, excluyendo los gastos financieros (impuestos, intereses, depreciaciones y amortizaciones de la empresa).
- OPEX: costos y gastos relacionados con la operación de la empresa.
- CAPEX: monto destinado a inversiones en propiedad, planta y equipamiento, así como activos intangibles.
- Contribuciones, impuestos y tasas: costos en los que se incurren por concepto de permisos municipales o estatales, así como por pago de obligaciones de renta o valor agregado.
- Flujo de caja libre: calculado como la suma entre la utilidad neta, depreciación y gastos financieros, menos los activos corrientes, pasivos corrientes, inversión o CAPEX.

Finalmente, en la tercera etapa se agregaron los valores obtenidos por operador para el cálculo de los indicadores por país. Asimismo, se realizaron imputaciones o cálculos para valores de indicadores no obtenidos para ciertos operadores que componen cada mercado. En ese caso, se prorrateó información de CAPEX o ingresos totales en función de la cuota de mercado del operador en los países.

A partir de lo detallado anteriormente, se desarrollaron 2 análisis:

- Evaluación de la situación financiera actual y proyectada de operadores públicos y privados de telecomunicaciones. El producto final de este análisis fue la generación de un estado de cuentas consolidado que sirvió de base para determinar la sostenibilidad del volumen de inversión proyectado. Para ello, se utilizaron métricas convencionales tales como la relación CAPEX/ventas. En términos generales, se asumió, de acuerdo con conceptos utilizados por analistas financieros, que la inversión de capital no puede exceder aproximadamente un 20% de las ventas en un contexto de sostenibilidad.
- Enmarcación del análisis financiero en el contexto socioeconómico y proyección del uso de recursos disponibles en el despliegue de infraestructura. Después de haber generado estados consolidados actuales y proyectados de las ventas, el valor agregado y la inversión de capital, el análisis se refiere a la capacidad de uso de dichos valores en el despliegue de infraestructura, considerando las contribuciones públicas provenientes de tributos, gravámenes, cargas fiscales, licencias por uso de espectro y contraprestaciones, así como la descomposición del CAPEX.

Cuadro 1. Países considerados en el estudio

País	PIB 2021 (millones de US\$)	Población 2021
Argentina	486,702	45.842.000
Bolivia	40,703	11.800.000
Brasil	1.608,080	212.609.000
Chile	316,770	19.718.000
Colombia	314,409	51.049.000
Costa Rica	64,417	5.180.000
Ecuador	106,166	17.757.000
Honduras	28,490	10.117.000
Jamaica	15,386	2.740.000
México	1.297,661	128.972.000
Paraguay	38,820	7.353.000
Perú	225,938	33.829.000
Trinidad y Tobago	23,994	1.407.000
Uruguay	59,294	3.543.000
<b>Total</b>	<b>4.626,830</b>	<b>551.916.000</b>

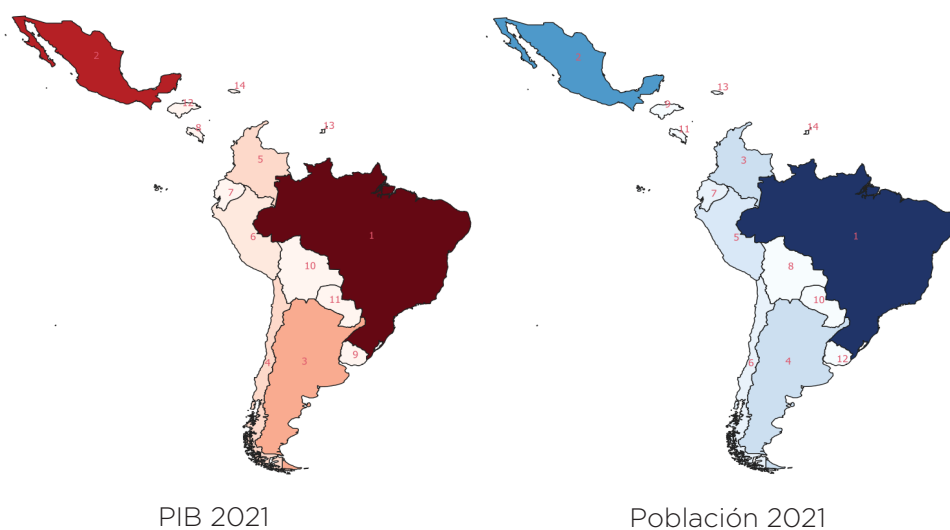
Fuente: Fondo Monetario Internacional.

## Análisis actual y proyectado de la situación económico-financiera de las empresas del sector de telecomunicaciones

### Universo de análisis del sector de telecomunicaciones

Como el estudio está enfocado en ALC, se realizó un análisis de disponibilidad informativa y representatividad que permitiese tener una visión de conjunto de la contribución económica

Gráfico 1. Relación PIB y población de los países de la muestra



Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

del sector. La conclusión de este análisis llevó a identificar 14 países para ser estudiados (véase el cuadro 1).

Estos 14 países representan el 91,9% del PIB y más del 86,1% de la población de ALC, con lo que se considera que los resultados a generarán son representativos de la región en su conjunto (véase el gráfico 1).

Para cada país se agregó la información financiera directa (cuentas de resultados), indirecta (informes anuales de reportes) y proyectada. Para la muestra de países, se disponen de datos de balances o informes de 48 operadores; para otras 16 empresas, la información financiera fue estimada a partir de su participación de mercado en los servicios fijos o móviles ofertados. Además, para cada país, excepto Jamaica y Trinidad y Tobago, la participación de mercado de otros operadores minoritarios (12) permitió determinar los indicadores financieros agregados. En resumen, los resultados del análisis presentan datos financieros para un total de 76 operadores.

## Aspectos metodológicos

Para comprender la situación actual financiera de las empresas de la industria de telecomunicaciones, el estudio se enfocó primero en la construcción de un modelo de flujos de valor y contribuciones que mide el impacto económico de las telecomunicaciones a partir de cuatro áreas<sup>2</sup>:

- Inversión (CAPEX): genera tanto efectos directos como indirectos. Los efectos directos se explican por la construcción de las redes y el empleo asociado, mientras que los efectos

<sup>2</sup> Katz, Flores-Roux y Callorda (2017) utilizaron un análisis similar.



indirectos se materializan a través de mayor cobertura y adopción, lo que a su vez genera efectos de derrame en el sistema productivo.

- Gastos operativos (OPEX): generan efectos directos en la economía.
- Gastos administrativos y otros: generan efectos directos en la economía.
- Contribuciones a las arcas públicas (impuestos, tasas, etc.): se utilizan para financiar la universalización de los servicios de conectividad y para la prestación de otros servicios públicos.

Conceptualmente, el modelo se representa esquemáticamente de la siguiente manera (véase el diagrama 2).

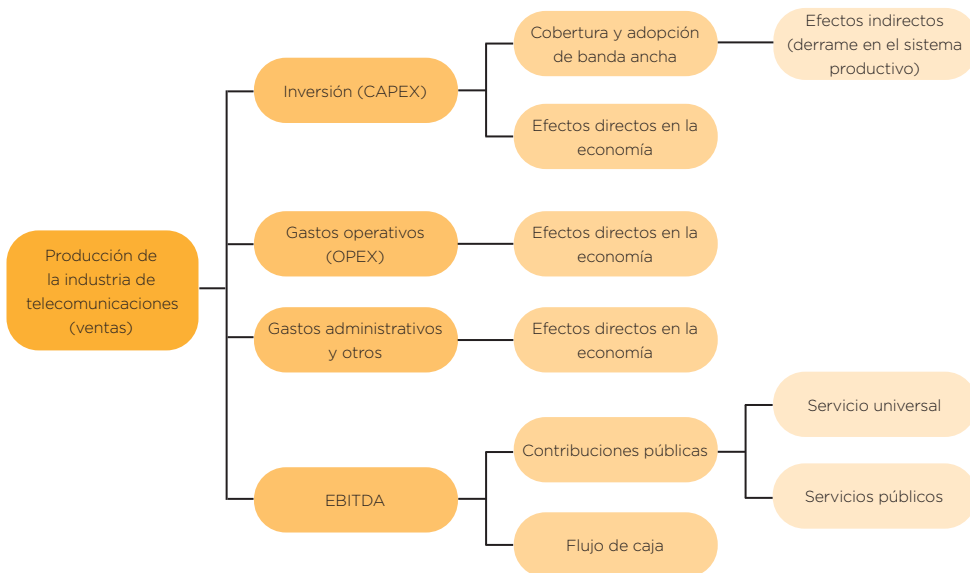
## Contribución económica y estado financiero de la industria de telecomunicaciones

La contribución económica y el estado financiero de la industria de telecomunicaciones se analizan, en primer lugar, en términos de ventas o ingresos brutos. Estos se traducen luego en una serie de efectos directos e indirectos como se aprecia en el diagrama 2.

### Ventas brutas

La medición de ventas brutas representa una medida de peso económico (o sea, participación del sector de telecomunicaciones en el producto bruto del país). Las ventas brutas del sector de telecomunicaciones se reportan de manera agregada por numerosas fuentes secundarias, como la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT) y GSMA Intelligence (para la

Diagrama 2. Flujo de creación de valor de la industria de telecomunicaciones



Fuente: Telecom Advisory Services.

Cuadro 2. América Latina y el Caribe: Operadores considerados en el análisis del sector de telecomunicaciones

País	Operadores
Argentina	Claro, Movistar, Personal, Telecentro (*)
Bolivia	Entel, Tigo, Viva, Comteco, Cotas (*), Cotel (*)
Brasil	Claro, Oi, Tim, Vivo, DirecTV (Sky), Algar, Sercomntel (*)
Chile	Claro, Entel, Movistar, VTR
Colombia	Movistar, Claro, TIGO, ETB, DirecTV
Costa Rica	Kolbi-ICE, Cabletica (*), Movistar (*), Claro (*), Telecable (*), Tigo (*)
Ecuador	Claro, CNT, Movistar, DirecTV, ETAPA, Grupo TV Cable (*)
Honduras	Hondutel, Claro (*), Tigo (*), Sky (*)
Jamaica	Cable & Wireless, Digicel (*)
México	AT&T, Movistar, Claro, Megacable, Izzi (Cablevisión)
Paraguay	Claro, Personal, Vox, Tigo, Copaco
Perú	Claro, Entel, Movistar, Bitel, Direc TV
Trinidad y Tobago	TSTT, Digicel (*)
Uruguay	Antel, Movistar, Claro (*)

Fuente: Telecom Advisory Services.

Nota: (\*) Valores estimados a partir de la cuota de mercado. Además, para cada país (excepto Jamaica y Trinidad y Tobago) se agregó información de otros operadores minoritarios, que fue calculada también sobre la base de su participación.

industria móvil). De acuerdo con la experiencia de los autores de este estudio, incluso la información de la UIT (que compila estadísticas de las autoridades regulatorias de cada país) presenta inexactitudes. Por ejemplo, en muchos casos la UIT no incluye las ventas por servicio de banda ancha de los operadores de TV por cable (audio y video por suscripción). Es por ello que se decidió acudir a las fuentes primarias constituidas por las memorias anuales, balances y estados de resultados anuales de los operadores. Este cambio permitió asimismo compilar estadísticas financieras de rentabilidad (EBITDA) e inversiones no reportadas en las series de la UIT. Los operadores considerados en este análisis fueron los siguientes (véase el cuadro 2).

Para asegurarse que los valores considerados representan los del sector en su conjunto, más allá de las estadísticas de las empresas incluidas en el cuadro 2, se calcularon los valores correspondientes a los operadores menores restantes en función del prorrateo de cuotas de mercado.

Es importante resaltar que la suma simple de las ventas de los operadores de telecomunicaciones considera ciertos ingresos por duplicado, como por ejemplo el caso de la interconexión (que forma parte de los ingresos del operador que atiende al cliente final y posteriormente de los ingresos del operador que recibe por pagos de interconexión por terminación), reventa, arrendamiento de enlaces e infraestructura pasiva y, en general, la mayoría de las ventas de infraestructura y servicios entre operadores, generalmente considerada como venta al por mayor.

El análisis de las cuentas de resultados de los operadores incluidos en el cuadro 2, complementado con los ajustes por una estimación de ingresos de las empresas de telecomunicaciones

Cuadro 3. América Latina y el Caribe: Ventas de operadores de telecomunicaciones (2021)

País	Ventas (millones de US\$)	PIB (millones de US\$)	% PIB
Argentina	8.957	486.702	1,84
Bolivia	1.561	40.703	3,84
Brasil	24.670	1.608.080	1,53
Chile	6.598	316.770	2,08
Colombia	6.688	314.409	2,13
Costa Rica	2.230	64.417	3,46
Ecuador	2.347	106.166	2,21
Honduras	834	28.490	2,93
Jamaica	427	15.386	2,77
México	25.994	1.297.661	2,00
Paraguay	1.138	38.820	2,93
Perú	4.946	225.938	2,19
Trinidad y Tobago	627	23.994	2,61
Uruguay	1.511	59.294	2,55
<b>Total</b>	<b>88.527</b>	<b>4.626.830</b>	<b>1,91</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services basado en los balances y el estado de resultado de los operadores y en la información del Fondo Monetario Internacional para el PIB.

más pequeñas, permite generar una estadística de ventas del sector para los 14 países de ALC.<sup>3</sup> De acuerdo con este análisis, en 2021 el valor bruto del total de las ventas fue de US\$88.500 millones, lo que representa 1,91% del PIB de dichos países (véase el cuadro 3).

Si bien el análisis a nivel de balances solo se realiza a partir de 2018, estos datos son reflejo de ingresos sectoriales que han venido decreciendo sostenidamente desde hace más de 10 años, de acuerdo con analistas sectoriales. En particular, JP Morgan (2023) hace referencia a los últimos 10 años del sector en ALC como una “década perdida” tras analizar la contracción de los ingresos, particularmente para los casos de Brasil, Chile, Colombia, México y Perú (para los segmentos fijos y móviles).

A partir del cuadro 3 se infiere que la participación de las ventas brutas de las telecomunicaciones en el PIB varía entre más del 3,84% en Bolivia a valores cercanos al 1,53%, como es el caso de Brasil. Estos valores se aproximan a los registrados en otras regiones del mundo, aunque también se observa que la relación entre la dimensión absoluta de la economía y la

<sup>3</sup> En todo este primer módulo del estudio se toma el tipo de cambio oficial de Argentina para convertir los datos en pesos que salen de los balances a dólares de Estados Unidos, sin dejar de reconocer que tales valores convertidos deberán tomarse con cautela debido a que una parte importante de las operaciones de cambio en ese país se materializan a través de cotizaciones paralelas.

Cuadro 4. América Latina y el Caribe: EBITDA y margen EBITDA de operadores de telecomunicaciones (2021)

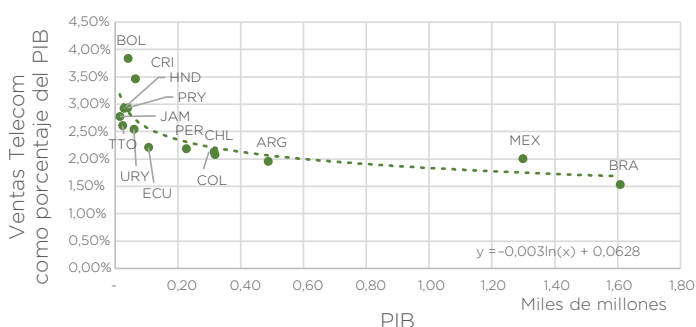
País	Ventas brutas (millones de US\$)	EBITDA (millones de US\$)	Margen EBITDA (%)
Argentina	8.957	1.353	15,11
Bolivia	1.561	422	27,03
Brasil	24.670	8.063	32,68
Chile	6.598	2.301	34,87
Colombia	6.688	1.546	23,12
Costa Rica	2.230	745	33,41
Ecuador	2.347	700	29,82
Honduras	834	273	32,73
Jamaica	427	100	23,43
México	25.994	10.138	39,00
Paraguay	1.138	474	41,66
Perú	4.946	1.268	25,64
Trinidad y Tobago	627	371	59,21
Uruguay	1.511	825	54,61
<b>Total</b>	<b>88.527</b>	<b>28.578</b>	<b>32,28</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services basado en los balances y el estado de resultado de los operadores.

participación de las telecomunicaciones en el PIB tiende a disminuir en economías grandes y luego a estabilizarse alrededor del 1,7% (véase el gráfico 2).

Cabe considerar que el peso del sector en el PIB ha venido decreciendo en los últimos años, como resultado de la reducción de los ingresos. Como promedio para la región, los ingresos reales como porcentaje del PIB se han contraído a una tasa anual de 3,5% en las principales

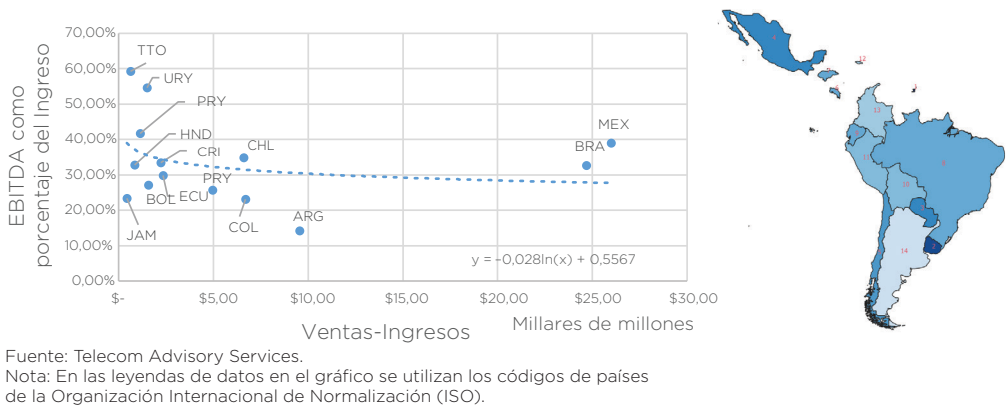
Gráfico 2. América Latina y el Caribe: PIB versus participación de las telecomunicaciones



Fuente: Telecom Advisory Services.

Nota: En las leyendas de datos en el gráfico se utilizan los códigos de países de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Gráfico 3. América Latina y el Caribe: Ingresos versus EBITDA



economías de la región (JP Morgan, 2023). De todas maneras, el análisis de participación en el PIB no da una visión completa de los efectos económicos generados por el sector, dado que para ello se necesita analizar el valor agregado con el que aporta directa e indirectamente la industria en los demás sectores de la economía.

### EBITDA del sector de telecomunicaciones

El EBITDA se calculó a partir de los ingresos totales menos gastos, excluyendo los gastos financieros:

$$EBITDA = Ingreso_{Total} - OPEX - Gastos_{Administración} - Tasas_{contraprestaciones} \text{ [Ec. 1]}$$

Según el análisis de los márgenes de los operadores analizados, el EBITDA del sector de telecomunicaciones en ALC representa US\$28.580 millones (véase el cuadro 4).

El EBITDA agregado para los 14 países estudiados representa alrededor del 32,28% de las ventas brutas, aunque el rango varía significativamente del 59,21% en Trinidad y Tobago al 15,11% en Argentina (véase el gráfico 3).

### Inversión del sector de telecomunicaciones

La inversión en infraestructura de telecomunicaciones se calculó basándose en la compilación de información de inversión de capital mediante dos metodologías:

- Datos de memorias y balances de resultados de las empresas de telecomunicaciones seleccionadas, tomando en cuenta únicamente adiciones de propiedad, planta y equipo, así como activos intangibles. En algunos casos, para la compilación de la información se han añadido valores acumulados de adiciones en derechos de uso y arrendamiento para terrenos y torres, así como edificios para algunos operadores importantes de países como Ecuador, Bolivia y Argentina, utilizando como referencia valores proyectados anteriormente y publicados por la UIT.
- Estimación del volumen total de inversión en el sector de telecomunicaciones a partir de la compilación de información de la UIT.

Es importante destacar que, a partir de estas dos metodologías, se obtiene el nivel de CAPEX per cápita, así como su referencia de variación frente a los datos compilados por la UIT.

Cuadro 5. América Latina y el Caribe: Inversión per cápita en telecomunicaciones (2021)

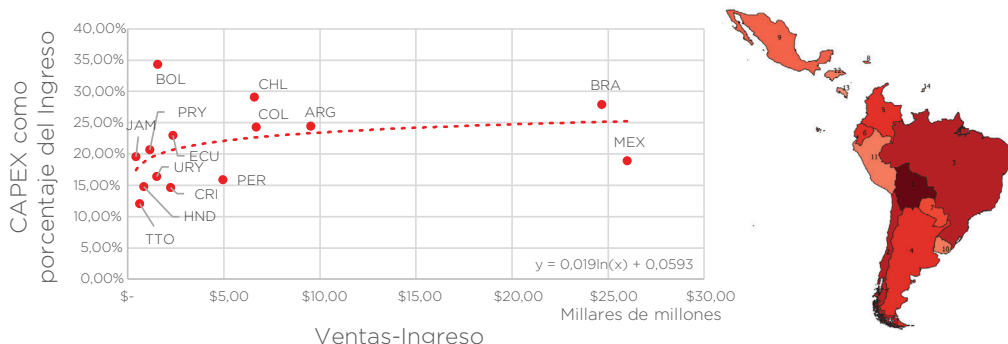
País	CAPEX per cápita 2021		Diferencia (%)
	Datos de balances*	Datos de la UIT**	
	(en US\$)	(en US\$)	
Argentina	52,90	53,33	0,81
Bolivia	45,36	49,28	8,64
Brasil	32,39	34,63	6,93
Chile	97,41	93,40	-4,11
Colombia	31,81	38,90	22,28
Costa Rica	63,00	60,68	-3,69
Ecuador	30,38	28,08	-7,58
Honduras	12,18	14,66	20,41
Jamaica	30,44	28,64	-5,92
México	38,05	35,37	-7,05
Paraguay	31,96	26,60	-16,76
Perú	23,17	27,88	20,31
Trinidad y Tobago	53,51	45,20	-15,54
Uruguay	69,83	42,21	-39,56

Fuentes: \* Análisis de Telecom Advisory Services basado en los balances y el estado de resultado de operadores al año 2021; \*\* UIT (base de datos de UIT World Telecommunication/ICT Indicators (WTI), 2021) y proyecciones de Telecom Advisory Services.

Además, cabe mencionar que, en la mayoría de los casos, estos datos son reportados por las autoridades de regulación de los respectivos países.

Todas las proyecciones se presentan en el cuadro 5. Para países como Colombia, Honduras, Perú y Uruguay, la diferencia entre la primera y la segunda metodología presenta una variación superior al 20%. Sin embargo, cabe destacar que, en el proceso de revisión de la

Gráfico 4. América Latina y el Caribe: Ingresos versus CAPEX



Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: En las leyendas de datos en el gráfico se utilizan los códigos de países de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

información en fuentes de balances, no se dispone de valores adicionales para el flujo de inversión. Por lo tanto, se puede considerar un límite aceptable de comparación. Asimismo, para los procesos de cálculo posteriores, los datos a ser utilizados corresponderán a los publicados por la UIT y proyectados por Telecom Advisory Services.

Por otro lado, los montos agregados de inversión del sector en los diferentes países representan el 23,40% de las ventas brutas (véase el cuadro 6). Es importante destacar que este valor incluye como inversión desembolsos por concepto de espectro, que no pueden desagregarse con la información disponible de los balances. A efectos de obtener una métrica que no incluya este elemento, se reporta en la última columna la ratio correspondiente para cada caso según fuentes secundarias, priorizando la cifra sin considerar los costos de espectro cuando esa información está disponible. Según estas fuentes secundarias, en promedio la región estaría invirtiendo aproximadamente una ratio de las ventas del 20%, excluido espectro, lo que continúa representando un esfuerzo de inversión considerable.

Es importante mencionar que la relación entre el nivel de inversión y las ventas brutas es creciente, y países como Bolivia, Chile y Brasil destacan con un porcentaje de inversión superior al 25%; mientras que Honduras, Trinidad y Tobago, y Costa Rica presentan un nivel inferior, entre el 10% y el 15% (véase el gráfico 4).

Con esta base se construye una serie histórica, estableciendo la tendencia en términos de inversión en el sector desde 2018 hasta 2021 (véase el cuadro 7).

**Cuadro 6. América Latina y el Caribe: Inversión de telecomunicaciones (2021)**

País	Ventas brutas (millones de US\$)	EBITDA (millones de US\$)	Margen EBITDA (%)
Argentina	8.957	1.353	15,11
Bolivia	1.561	422	27,03
Brasil	24.670	8.063	32,68
Chile	6.598	2.301	34,87
Colombia	6.688	1.546	23,12
Costa Rica	2.230	745	33,41
Ecuador	2.347	700	29,82
Honduras	834	273	32,73
Jamaica	427	100	23,43
México	25.994	10.138	39,00
Paraguay	1.138	474	41,66
Perú	4.946	1.268	25,64
Trinidad y Tobago	627	371	59,21
Uruguay	1.511	825	54,61
<b>Total</b>	<b>88.527</b>	<b>28.578</b>	<b>32,28</b>

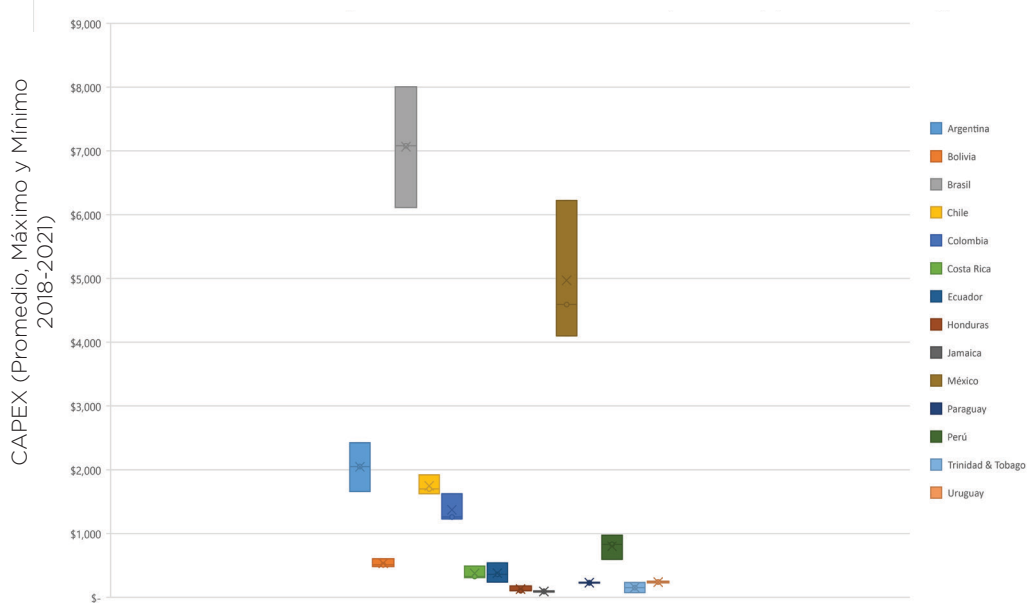
Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services basado en los balances y el estado de resultado de los operadores.

Cuadro 7. América Latina y el Caribe: Inversión en telecomunicaciones (2018-2021) (en millones de US\$)

País	2018	2019	2020	2021
Argentina	1.744	1.660	2.369	2.425
Bolivia	418	605	483	535
Brasil	7.314	8.007	6.112	6.886
Chile	1.561	1.623	1.695	1.921
Colombia	945	1.275	1.231	1.624
Costa Rica	82	490	340	326
Ecuador	370	296	237	540
Honduras	8	105	179	123
Jamaica	93	102	94	83
México	3.135	6.223	4.099	4.908
Paraguay	229	222	230	235
Perú	973	974	595	784
Trinidad y Tobago	233	189	104	75
Uruguay	232	252	226	247
<b>Total</b>	<b>17.337</b>	<b>22.021</b>	<b>17.993</b>	<b>20.713</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services basado en datos de memoria y de los balances y los estados de resultado de los operadores.

Gráfico 5. América Latina y el Caribe: Variación de la inversión (2018-2021) (en millones de US\$)





Las estadísticas del cuadro 7 deben ser interpretadas con cautela. La inversión en telecomunicaciones puede reflejar cierta volatilidad, principalmente, en las economías más grandes. Uno de los aspectos de dicha variación puede deberse, por ejemplo, a la necesidad de invertir en la adquisición de espectro que se efectúa en un solo año y que, en ciertos casos, no se repite a lo largo del tiempo (salvo que incluya pagos recurrentes). Asimismo, la variabilidad en la tasa de cambio podría afectar la inversión. Por último, la implantación de ciertos programas de construcción de infraestructura puede resultar en un aumento inusual del volumen de inversión durante un lapso limitado de tiempo. Sin embargo, el análisis es útil para determinar el estimado agregado de inversión en el sector durante un período de cuatro años, la tendencia en el largo plazo respecto al volumen total de inversión en la región y si existen países que registran un aumento inusual en el volumen total de inversión en el sector (véase el gráfico 5).

En el período entre 2018 y 2021, el sector de telecomunicaciones de ALC invirtió aproximadamente US\$78.000 millones. El crecimiento se interrumpió en el año 2020 debido a la crisis de la COVID, cuando se registró un importante descenso del 18,2% en la inversión con respecto al año anterior. En todos los países se experimentó una contracción en 2020, con la excepción de Argentina, Chile, Honduras y Paraguay. Durante 2021, la inversión volvió a crecer, situándose en niveles cercanos a los de 2019.

Un análisis del promedio de este indicador (inversión por habitante) por país ayuda a controlar la volatilidad anual del volumen de inversión y a identificar aquellos países que registran una inversión comparada superior dentro de la región (véase el cuadro 8).

Cuadro 8. América Latina y el Caribe: Inversión per cápita en telecomunicaciones (2018–2021) (en US\$)

País	2018	2019	2020	2021
Argentina	39,18	36,93	52,19	52,90
Bolivia	36,99	52,75	41,49	45,36
Brasil	35,08	38,10	28,87	32,39
Chile	83,27	84,94	87,11	97,41
Colombia	19,58	25,81	24,45	31,81
Costa Rica	16,34	96,55	66,34	63,00
Ecuador	21,72	17,14	13,52	0,38
Honduras	0,81	10,76	17,97	12,18
Jamaica	34,12	37,19	34,23	30,44
México	25,02	49,16	32,08	38,05
Paraguay	32,48	31,08	31,65	31,96
Perú	30,26	29,37	17,76	23,17
Trinidad y Tobago	167,73	135,25	74,29	53,51
Uruguay	66,16	71,47	64,07	69,83
<b>Total</b>	<b>32,40</b>	<b>40,65</b>	<b>32,87</b>	<b>37,53</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services basado en datos de memoria y en los balances y los estados de resultado de los operadores.

Cuadro 9. América Latina y el Caribe: Contribuciones, impuestos, tasas (2018-2021) (en millones de US\$)

País	2018	2019	2020	2021
Argentina	579,1	1.261,1	609,5	762,3
Bolivia	54,4	49,0	44,5	6,0
Brasil	1.908,8	2.877,3	1.730,6	1.587,1
Chile	446,2	420,2	321,2	533,4
Colombia	74,9	1.102,3	815,3	857,3
Costa Rica	-8,5	-9,4	2,5	0,2
Ecuador	460,0	385,2	280,5	267,6
Honduras	4,8	27,8	25,1	27,6
Jamaica	6,3	0,8	0,7	0,8
México	2.702,6	2.360,3	2.348,4	2.270,3
Paraguay	36,2	21,8	15,9	14,9
Perú	253,8	581,7	359,0	675,9
Trinidad y Tobago	8,2	-45,8	31,7	-39,3
Uruguay	104,3	131,8	116,7	189,9
<b>Total</b>	<b>6.631,2</b>	<b>9.164,1</b>	<b>6.701,8</b>	<b>7.153,9</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services. Los casos negativos corresponden a crédito tributario o saldo positivo a favor del operador.

### Impuestos y gravámenes

En términos generales, la categorización de este concepto abarca las siguientes contribuciones:

- Impuestos generales: incluye principalmente el impuesto a la renta y cargas sociales a los trabajadores, y aparecen bajo el valor agregado.
- Pagos por espectro: en los casos en los que el gasto operativo se encuentra desagregado, este rubro incluye los pagos en el momento de adjudicación de licencias y pagos recurrentes por cánones de uso de espectro. En otros casos, los cargos por concesión o licencias son incluidos en la inversión de capital y los pagos por uso de espectro en costos operativos.
- Tasas y permisos municipales: incluye los permisos para la localización de radio bases, licencias de construcción y pagos por derechos de vía locales.
- Impuestos especiales: incluye las regalías especiales por determinación de poder de mercado (como el caso de Ecuador<sup>4</sup>).
- Contribuciones especiales: como los fondos de universalización de servicios si son asumidos exclusivamente por los operadores sobre la base de un porcentaje de los ingresos brutos y no son trasladados al consumidor.
- Contribuciones a servicios públicos: servicios de educación o de seguridad social.
- Otros diversos impuestos nacionales o locales.

En el cuadro 9 se muestran los valores correspondientes de los países de la muestra para el período de análisis:

<sup>4</sup> En Ecuador, el Reglamento de Tarifas de Espectro fue aprobado en diciembre de 2022, y su entrada en vigencia es a partir de enero de 2023, ocasionando una reducción de tarifas por uso de espectro. Además, el pago por concentración del mercado (Art. 34 LOT) fue derogado a partir de enero de 2023, por lo que actualmente los operadores privados no cancelan contribuciones por este concepto.

Cuadro 10. Contribuciones, impuestos, tasas (% ventas)

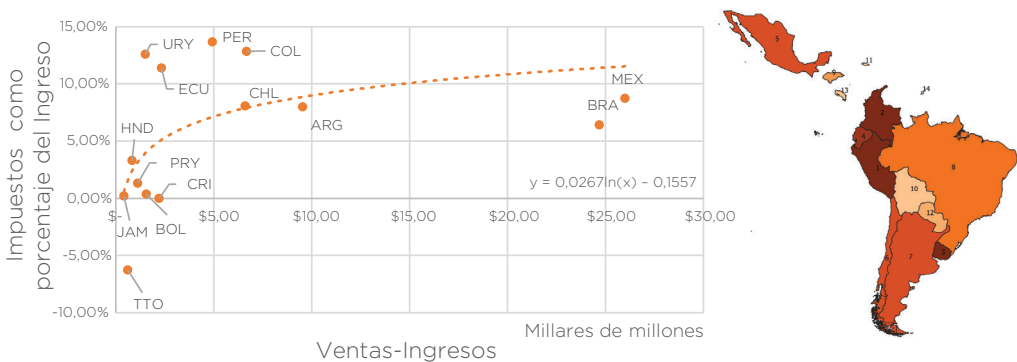
País	2018	2019	2020	2021
Argentina	8,09	13,95	6,61	7,99
Bolivia	3,33	2,98	3,05	0,38
Brasil	5,46	8,68	6,66	6,43
Chile	6,66	6,60	4,85	8,08
Colombia	1,28	15,04	11,38	12,82
Costa Rica	-0,40	-0,40	0,11	0,01
Ecuador	13,94	12,45	10,70	11,40
Honduras	1,62	3,22	3,16	3,31
México	10,27	8,60	9,26	8,73
Paraguay	3,20	2,21	1,60	1,31
Perú	4,81	11,02	7,73	13,67
Trinidad y Tobago	1,02	-6,09	4,14	-6,28
Uruguay	6,76	8,51	7,84	12,57
Jamaica	1,37	0,17	0,17	0,18
<b>Total</b>	<b>6,82</b>	<b>9,18</b>	<b>7,51</b>	<b>8,07</b>

Fuente: Telecom Advisory Services.

Es importante mencionar que entre 2019 y 2020 (período de COVID) existe una reducción notable en la recaudación. A priori, países que presentan un crecimiento compuesto entre 2018 y 2021 en sus ventas, como Argentina, Colombia, Costa Rica, Honduras y Paraguay, podrían empezar a experimentar una recuperación en términos absolutos sobre sus recaudaciones debido a los ingresos antes que a la determinación de nuevos tributos al sector (véase el cuadro 10).

Por otra parte, para el año 2021 se destacan los casos de Perú, Colombia, Uruguay y Ecuador como los países que presentan mayor porcentaje de impuestos con relación a las ventas del sector ( véase el gráfico 6).

Gráfico 6. América Latina y el Caribe: Ingresos versus tasas e impuestos



Fuente: Telecom Advisory Services.

Nota: En las leyendas de datos en el gráfico se utilizan los códigos de países de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

Cuadro 11. América Latina y el Caribe: Ingresos y FCL de operadores de telecomunicaciones en ALC (2021)

País	Ventas brutas (millones de US\$)	FCL (millones de US\$)	Margen FCL (%)
Argentina	8.957	967	10,80
Bolivia	1.561	-273	-17,49
Brasil	24.670	-1.530	-6,20
Chile	6.598	272	4,12
Colombia	6.688	-506	-7,57
Costa Rica	2.230	16	0,72
Ecuador	2.347	580	24,73
Honduras	834	135	16,23
Jamaica	427	47	10,96
México	25.994	6.114	23,52
Paraguay	1.138	229	20,11
Perú	4.946	1.103	22,30
Trinidad y Tobago	627	196	31,28
Uruguay	1.511	130	8,64
<b>Total</b>	<b>88.527</b>	<b>7.480</b>	<b>8,45</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services basado en los balances y los estados de resultados de los operadores.

### Flujo de caja libre

Para el cálculo del flujo de caja libre (FCL), es indispensable obtener valores a partir de las cuentas de resultados. Por ello, en algunos casos donde solo se disponía información de informes anuales, los datos por operador fueron difícil de imputar, tomando en cuenta que no se presentan datos para activos corrientes o pasivos corrientes, principalmente.

Gráfico 7. América Latina y el Caribe: Ingresos versus FCL



Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: En las leyendas de datos en el gráfico se utilizan los códigos de países de la Organización Internacional de Normalización (ISO).

El FCL representa el efectivo disponible para mantener o ampliar la base de activos, calculado de acuerdo a la diferencia entre la utilidad, la depreciación y los gastos financieros por un lado y los activos corrientes, los pasivos corrientes y la inversión, por el otro.

$$FCL = Utilidad_{neta} + Depreciación + Gastos_{financieros} - (Act_{corrientes} - Pas_{corrientes}) - CAPEX \text{ [Ec. 2]}$$

A partir del análisis de los flujos de los operadores analizados, el FCL del sector de telecomunicaciones en ALC representa US\$7.500 millones (véase el cuadro 11).

El FCL agregado para los catorce países estudiados representa alrededor del 8,39% de las ventas brutas, aunque el rango varía significativamente de -17,5% en Bolivia a 31,28% en Trinidad y Tobago (véase el gráfico 7).

### Impacto de las contribuciones públicas

Según el diagrama 2, las contribuciones públicas que realiza la industria al Estado en sus diversas variantes contribuyen a financiar los servicios públicos, como la educación, la salud, la seguridad, y otros. Además, en la mayoría de los países, una porción de las imposiciones tributarias suele ser destinada a los fondos de servicio universal (véase el cuadro 12). En Bolivia,

Cuadro 12. América Latina y el Caribe: Contribuciones al Fondo de Servicio Universal (FSU) (2021)

País	Porcentaje de los ingresos brutos
Argentina	1%
Bolivia	1%
Brasil	1%
Chile	N/A
Colombia	1,9%
Costa Rica	1,5%
Ecuador	1%
El Salvador	N/A
Guatemala	N/A
Honduras	1%
México	N/A
Nicaragua	No existe una tasa específica. El aporte al FSU se realiza de forma indirecta (el regulador debe destinar al FSU un 20% de los ingresos que percibe por tasas y derechos pagados por los operadores)
Panamá	1%
Paraguay	El aporte al FSU se realiza de forma indirecta (de los ingresos que percibe el regulador por tasas y derechos pagados por los operadores)
Perú	1%
República Dominicana	2%
Uruguay	N/A
Venezuela	1%

Fuente: Información de operadores regionales.

Colombia, Costa Rica y República Dominicana este tipo de contribuciones son más elevadas que en los otros países de la región. Cabe destacar que existen países en los que las empresas no deben realizar estas contribuciones, como es el caso de Chile, México o Uruguay. En el caso de El Salvador la contribución es voluntaria.

Esta contribución bajo la forma de Fondo de Servicio Universal contribuye a financiar los despliegues de redes en zonas apartadas o rurales, donde la inversión privada no es rentable. Sin embargo, en la práctica muchas veces estos fondos no han funcionado con la agilidad y eficiencia requerida.

### Efectos indirectos en la economía

Una vez que se materializa la inversión de los operadores de telecomunicaciones, esto se traduce en mayores niveles de cobertura (que se analiza en más detalle en la Parte II de este estudio) y, consecuentemente, en mayor adopción. Todo ello genera efectos indirectos en la economía, dado que más allá del sector digital, todos los sectores de la economía se ven beneficiados por la posibilidad de mejorar los niveles de eficiencia y de productividad asociados a una mayor penetración de banda ancha. Para cuantificar tales efectos en el caso latinoamericano, se desarrollaron una serie de modelos econométricos basados en un enfoque estructural que consiste en cuatro ecuaciones, como se detalla en el cuadro 13.

Cuadro 13. Modelo estructural para estimar el impacto económico de la banda ancha

Función de producción agregada	$PIB \text{ per cápita}_{it} = a_1(\text{Capital}_{it}) + a_2(\text{Educación}_{it}) + a_3 (\text{Penetración de Banda Ancha}_{it}) + e_{it}$ [1]
Función de demanda	$\text{Penetración de Banda Ancha}_{it} = b_1(\text{Población Rural})_{it} + b_2(\text{Precio})_{it} + b_3(\text{PIB per cápita})_{it} + b_4(\text{IHH})_{it} + e_{it}$ [2]
Función de oferta	$\text{Ingresos de Banda Ancha}_{it} = c_1(\text{Precio})_{it} + c_2(\text{PIB per cápita})_{it} + c_3(\text{IHH})_{it} + e_{it}$ [3]
Función de producción sectorial	$\Delta \text{ Penetración de Banda Ancha}_{it} = d_1 (\text{Ingresos de Banda Ancha}_{it}) + \varepsilon_{4it}$ [4]

Fuente: Telecom Advisory Services.

El modelo estructural anterior se estima tanto para el caso de banda ancha fija como móvil, a través de una serie de datos trimestrales para los países latinoamericanos. En el cuadro 14 se presentan los resultados de la estimación del modelo para banda ancha fija.

De acuerdo con este modelo, un aumento en la penetración de banda ancha fija contribuye significativamente a incrementar el PIB debido a los efectos indirectos que se generan a lo largo de toda la economía. En concreto, el coeficiente resultante del cuadro 14 indica que un incremento de un 1% en la penetración de banda ancha fija contribuye a un aumento en el PIB del 0,147% en los países latinoamericanos.

Cuadro 14. América Latina y el Caribe: Modelo de impacto económico de banda ancha fija

Log (PIB per cápita)	
Log (Formación bruta de capital fijo)	0,254*** [0,019]
Log (Educación)	0,098*** [0,031]
Log (Penetración de banda ancha fija)	0,147*** [0,042]
Log (Penetración de banda ancha fija)	
Log (Penetración de telefonía fija)	0,290*** [0,051]
Log (Población rural)	-0,016 [0,023]
Log (PIB per cápita)	0,801*** [0,050]
Log (Precio de banda ancha fija)	-0,366*** [0,022]
Log (Índice Herfindahl de banda ancha fija)	-0,008 [0,029]
Log (Ingresos de banda ancha fija)	
Log (PIB per cápita)	0,747*** [0,131]
Log (Precio de banda ancha fija)	0,753*** [0,070]
Log (Índice Herfindahl de banda ancha fija)	-1,213*** [0,090]
Crecimiento por adopción de banda ancha fija	
Log (Ingresos de banda ancha fija)	0,136 [0,128]
Observaciones	868
Efectos fijos por país	Sí
Efectos fijos por año y trimestre	Sí
R-cuadrado del primer modelo	0,972

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: \*p<10%, \*\*p<5%, \*\*\*p<1%. Errores estándar entre paréntesis.

Cuadro 15. América Latina y el Caribe: Modelo de impacto económico de banda ancha móvil

Log (PIB per cápita)	
Log (Formación bruta de capital fijo)	0,145*** [0,034]
Log (Educación)	0,087*** [0,030]
Log (Penetración de banda ancha móvil)	0,170*** [0,044]
Log (Penetración de banda ancha móvil)	
Log (Penetración de telefonía móvil)	-0,581* [0,301]
Log (Población rural)	0,114 [0,092]
Log (PIB per cápita)	1,198*** [0,406]
Log (Precio de banda ancha móvil)	-0,157*** [0,036]
Log (Índice Herfindahl de banda ancha móvil)	-0,006 [0,086]
Log (Ingresos de banda ancha fija)	
Log (PIB per cápita)	1,234*** [0,392]
Log (Precio de banda ancha móvil)	0,791*** [0,067]
Log (Índice Herfindahl de banda ancha móvil)	-0,029 [0,153]
Crecimiento por adopción de banda ancha móvil	
Log (Ingresos de banda ancha móvil)	0,015** [0,006]
Observaciones	639
Efectos fijos por país	Sí
Efectos fijos por año y trimestre	Sí
R-cuadrado del primer modelo	0,958

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: \*p<10%, \*\*p<5%, \*\*\*p<1%. Errores estándar entre paréntesis.

De forma similar, se replica el modelo para el caso de la banda ancha móvil (véase el cuadro 15). Nuevamente, la contribución es positiva y significativa. En concreto, por un aumento de 1% en la penetración de banda ancha móvil, el PIB se incrementa en un 0,170% en los países latinoamericanos.



En resumen, en la región los efectos indirectos de la banda ancha en el resto de la economía son significativos, tanto para el caso de la banda ancha fija como la móvil. Los coeficientes estimados sugieren un impacto algo superior de la conectividad móvil con respecto a la fija, lo que puede explicarse debido a que en muchos países de la región (especialmente centroamericanos) las redes inalámbricas constituyen el medio de acceso principal a la conectividad.

## Conclusión

El peso económico del sector en las economías latinoamericanas es similar al registrado en países avanzados. Las ventas totales de la industria de telecomunicaciones en ALC suman US\$88.500 millones, lo que representa 1,91% del PIB de la región. Para ciertos países, el peso del sector en el PIB alcanza 3,84% en Bolivia y se reduce a 1,53% en Brasil. Este monto no incluye los efectos indirectos resultantes del impacto en la productividad en el resto de la economía.

El EBITDA agregado para los 14 países estudiados representa alrededor del 32,28% de las ventas brutas, aunque el rango varía significativamente de 59,24% en Trinidad y Tobago a 15,1% en Argentina. Cuando el nivel es inferior al 20%, la rentabilidad del sector de telecomunicaciones debe ser considerada como cuestionable.

En el período entre 2018 y 2021, el sector de telecomunicaciones de ALC invirtió aproximadamente US\$78.000 millones. El crecimiento se interrumpió en el año 2020, debido a la crisis del COVID, cuando se registró un importante descenso del 18,2% en la inversión con respecto al año anterior. En todos los países se experimentó una contracción en 2020, con la excepción de Argentina, Chile, Honduras y Paraguay. Durante 2021, la inversión volvió a crecer, situándose en niveles cercanos a los de 2019. Con un 23,40% de las ventas, la inversión es más alta de lo que se considera universalmente como aceptable aun en un sector intensivo en capital como las telecomunicaciones.<sup>5</sup>

En contrapartida, las contribuciones, impuestos y tasas representan de manera ponderada el 8,07% de las ventas, que en ciertos países alcanza más del 10% (Colombia: 12,82%; Perú: 13,67%). Una reducción en la presión tributaria podría redundar en el mantenimiento de la tasa de inversión que se vio reducida temporalmente por la pandemia.

Asimismo, los efectos indirectos de las telecomunicaciones en el resto de la economía son significativos, tanto para el caso de la banda ancha fija como la móvil. Los coeficientes estimados sugieren un impacto algo superior de la conectividad móvil con respecto a la fija, lo que puede explicarse debido a que en muchos países de la región (especialmente centroamericanos) las redes inalámbricas constituyen el medio de acceso principal a la conectividad.

El análisis financiero de esta sección muestra de manera general que los fundamentos financieros del sector de telecomunicaciones en ALC son probablemente insuficientes para dar continuidad a su esfuerzo de inversión para los años siguientes. Existen factores que afectan negativamente la capacidad de inversión de los operadores, y estos están relacionados con las condiciones actuales del mercado, los ingresos decrecientes e insuficientes para disponer de recursos orientados al CAPEX, las altas tasas contributivas que reducen los flujos disponibles y un nivel de inversión sobre ventas que se encuentra cerca de niveles comparables con otras regiones e industrias intensivas en capital, lo que refleja poco espacio para la expansión de presupuestos futuros para el despliegue de redes.

<sup>5</sup> De acuerdo con datos de la UIT, el promedio actual del nivel de inversión en el sector es de 20,2% a nivel mundial. Además, analistas expertos en el sector de telecomunicaciones estiman que el nivel de largo plazo de inversión como porcentaje de las ventas será de 16% (MTN Consulting, 2021).



# MÓDULO



## BRECHA DE CONECTIVIDAD Y NECESIDADES DE INVERSIÓN EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

La sección anterior de este estudio nos permite reconocer la situación financiera de los operadores públicos y privados de telecomunicaciones en la región. La sostenibilidad de la capacidad de inversión de la industria es clave para financiar los esfuerzos de despliegue y cerrar progresivamente las brechas existentes en materia de conectividad e infraestructura digital, especialmente en zonas con baja cobertura de servicio.

En esta sección se busca establecer una relación entre las tendencias actuales de inversión por parte de operadores de telecomunicaciones y las necesidades de cobertura regionales hacia 2030, y en última instancia se plantean niveles de inversión aspiracionales para los siguientes años que sirvan como puntos de referencia para alcanzar las metas de cobertura. Para una planificación adecuada del desarrollo de la conectividad se requiere definir los montos de inversión necesarios para alcanzar metas de cobertura regionales y por país en los siguientes años, así como estimar el esfuerzo de inversión adicional que se debería materializar en contraste con el escenario tendencial del sector bajo condiciones actuales de regulación, tributación e impulso de la inversión.

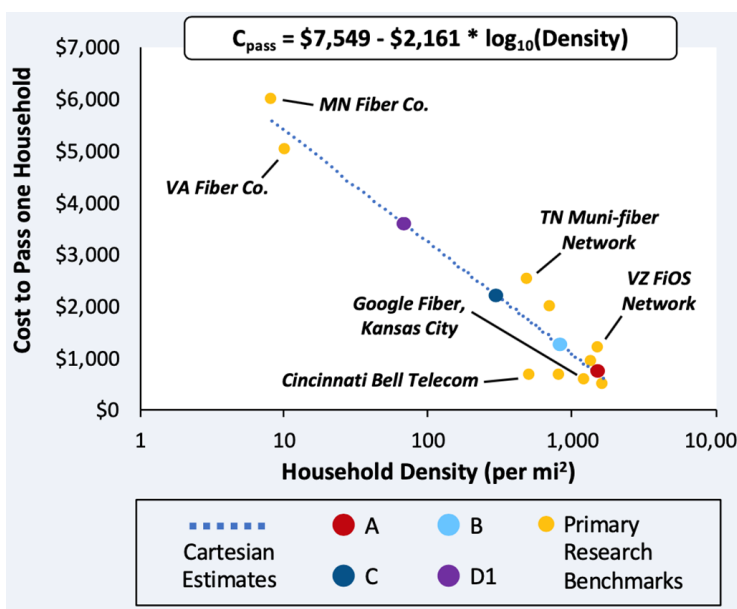
La cuestión general que guía estas estimaciones en relación con la sección anterior es la extrapolación en el tiempo de la capacidad de inversión de los operadores, calculada en función de los indicadores financieros, así como la capacidad de esas inversiones para aumentar en el futuro de manera sostenible bajo las condiciones financieras esperadas para el sector. En última instancia, comparar el potencial de inversión de la industria con las metas de inversión necesarias para ampliar la conectividad permite reconocer si la capacidad actual del sector es suficiente para hacer frente a este reto de conectividad regional para 2030 o si, en su defecto, es necesario generar políticas públicas y regulatorias que apunten la capacidad de inversión de los operadores.

Para ello, en esta sección se aplicaron técnicas econométricas para desarrollar una serie de modelos, tanto para el segmento fijo (FTTH) como móvil (4G y 5G), vinculando los niveles de cobertura con la inversión. A partir de esta relación, es posible determinar la cantidad adicional de inversión necesaria para alcanzar metas potenciales de cobertura para 2030.

## Introducción

El objetivo principal de este módulo es estimar las necesidades de inversión para resolver la brecha digital en la región. La segunda sección presenta el análisis de la literatura de

Gráfico 8. Costo de despliegue por hogar pasado por FTTH



Fuente: Cartesian (2019).

investigación relativa a la estimación de inversión requerida para el despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones. Sobre la base de esta revisión en la tercera sección se detallan los modelos econométricos para la estimación de la inversión para el despliegue de infraestructuras 4G, 5G y FTTH. Asimismo, se estiman los costos asociados a la tecnología satelital. Estos modelos se utilizan para presentar en la cuarta sección un análisis de sensibilidad a partir de diferentes escenarios de despliegue de tecnologías de telecomunicaciones en ALC.

## Literatura académica sobre la cuantificación de la inversión de capital en telecomunicaciones

La literatura de investigación existente en este momento sobre la cuantificación de la inversión de capital en telecomunicaciones ha sido generada en algunos casos por investigadores académicos, aunque en la mayoría de los casos la producción de estudios está vinculada a proyectos de consultoría en el marco de apoyo a la elaboración de políticas públicas. El propósito de la siguiente revisión es presentar las metodologías utilizadas e identificar temas y abordajes que pueden ser considerados para este estudio.

En términos generales, los estudios de estimación de inversión de capital han sido encarados de acuerdo con tres enfoques:

- Estimación de la inversión de tecnologías específicas: estos estudios consideran una tecnología en particular (LTE,<sup>1</sup> 5G o FTTH) y calculan la inversión necesaria para cubrir una geografía determinada.
- Estimación de inversión considerando tecnologías alternativas: estos estudios determinan cuáles son las tecnologías más adecuadas para servir una región a partir de características específicas de densidad y topografía. De esta manera, la inversión suma las necesidades de inversión para desplegar tecnologías complementarias (por ejemplo, FTTH o DOCSIS<sup>2</sup> en zonas urbanas y LTE en medios rurales). Otro enfoque es considerar tecnologías alternativas y determinar el monto de inversión comparado entre diferentes opciones.
- Cálculo de inversión requerida de manera agregada: estos estudios no distinguen cuál tecnología es la más adecuada para cada geografía.

### Estimación de costos de despliegue de FTTH

La estimación de costos de despliegue de fibra óptica en la etapa de distribución de redes fijas considera como factor económico determinante la densidad poblacional dado que la inversión tiende a aumentar con una disminución de la densidad. La firma de consultoría Cartesian (2019) realizó un estudio para estimar el costo de despliegue de FTTH en Estados Unidos con el propósito de alimentar la discusión de políticas públicas relativas a opciones de cobertura de banda ancha ultrarrápida en el país.<sup>3</sup>

Cartesian comienza su análisis de costos de despliegue de fibra óptica para cerrar la brecha digital en Estados Unidos segmentando el territorio no cubierto de acuerdo con la densidad poblacional y creando cuatro grupos. Una vez hecho esto, los autores calculan el costo de despliegue para cada grupo basándose en experiencias de operadores y puntos de referencia. A partir de estas observaciones, los autores construyen un modelo logarítmico que permite calcular el costo por hogar a cubrir en cada geografía (véase el gráfico 8).

<sup>1</sup> LTE: del inglés, *Long Term Evolution*: Evolución a largo plazo.

<sup>2</sup> DOCSIS: del inglés, *Data Over Cable Service Interface Specification*: Especificación de interfaz para servicios de datos por cable.

<sup>3</sup> El estudio fue patrocinado por la Fiber Broadband Association de Estados Unidos, una asociación de operadores de banda ancha y fabricantes de tecnología.

De esta manera, el modelo permite estimar que el costo por hogar pasado (es decir, no conectado) por FTTH en zonas urbanas es aproximadamente US\$700-US\$1.500, mientras que en zonas rurales, este costo se ubica en un rango de entre US\$3.000 y US\$6.000, dependiendo de la densidad poblacional. A partir de estos costos unitarios, y basándose en los hogares no cubiertos por segmento de densidad, se calculan los costos totales de despliegue. De acuerdo con este análisis, Cartesian proyecta que la inversión necesaria para cerrar la brecha de cobertura de FTTH en Estados Unidos es de US\$70.100 millones (véase el cuadro 16).

Cuadro 16. Estados Unidos: Inversión requerida para cerrar la brecha de cobertura

	Zonas				
	Alta densidad urbana / suburbana	Suburbana / exurbana	Exurbana con baja densidad	Rural con topografía compleja	Rural baja densidad
Costo por hogar pasado	US\$668	US\$1.313	US\$2.187	US\$3.656	
Número de hogares a ser cubiertos (millones)	33,9	9,8	7,3	5,1	13,5
Costo total (en miles de millones)	US\$31,0	US\$15,6	US\$18,4	US\$20,68	

Fuente: Cartesian (2019).

Más allá del aumento en costo por hogar pasado a medida que la densidad disminuye y la topografía deviene más compleja, cabe mencionar que el estudio concluye que el despliegue de FTTH en zonas rurales de baja densidad no es económicamente viable. Como se verá abajo, esta área corresponde a la cobertura móvil.

Desde el punto de vista metodológico, si bien este análisis es cuantitativamente robusto, el mismo requiere de información censal para categorizar zonas y número de hogares por zonas y análisis de costos unitarios de despliegue basados en información de operadores y puntos de referencia.

### Estimación de costos de despliegue de 5G

Con excepción de un estudio académico, los estudios de estimación de la inversión requerida para el despliegue de 5G han sido generados por analistas o empresas de consultoría en el marco del debate sobre los costos de despliegue de esta tecnología.

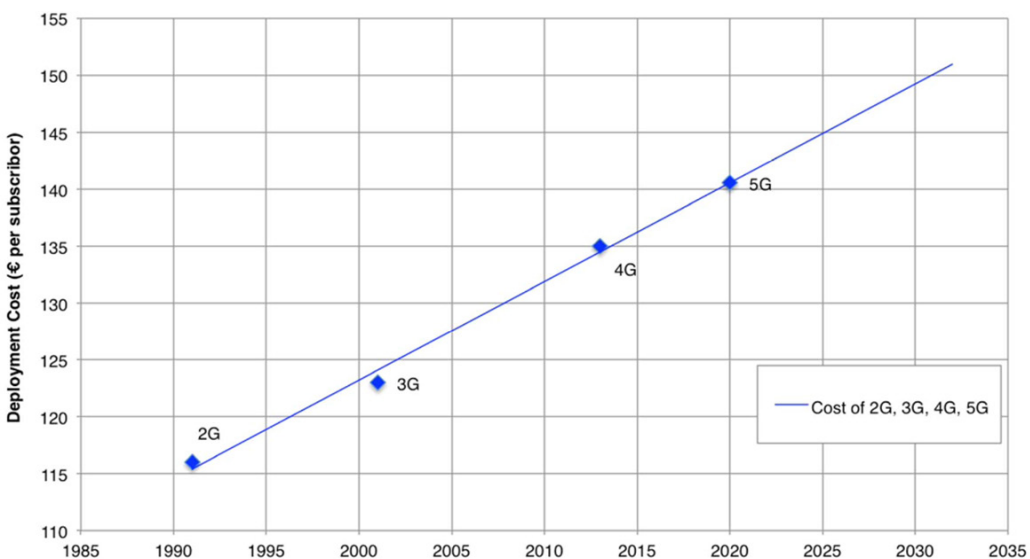
Por ejemplo, en un informe presentado a la Comisión Europea por un consorcio integrado por Tech4i, Real Wireless, Trinity College - Dublin e Interdigital se considera que el costo de despliegue de 5G por abonado seguirá una extrapolación de los costos de inversión para cada generación de tecnología inalámbrica (Tech4i et al., 2016). Así, los autores proyectan el costo por usuario para 5G de manera lineal basándose en tres observaciones: 2G, 3G y 4G derivadas de otro estudio (Selian, 2001) (véase el gráfico 9).

El costo por abonado estimado en este estudio, altamente cualitativo, incluye, de acuerdo con los analistas, los costos de equipamiento de radio y red de retorno (backhaul), excluido el mantenimiento, las ventas, el mercadeo, la facturación y los costos administrativos. De acuerdo con esta estimación por abonado, el estudio proyecta una inversión de €58.000 millones para cubrir con 5G todos los Estados miembros.

En un estudio más riguroso, Oughton y Frias (2017) estudian los costos para el despliegue de 5G en Gran Bretaña. El análisis está basado en la construcción de arquitecturas de la tecnología basadas en modelos de tráfico, adopción de banda ancha móvil y densidad poblacional. Cada código postal de Gran Bretaña se categoriza de acuerdo con la densidad de antenas, extrapolando el despliegue de sitios de 4G y las necesidades futuras de 5G. El estudio define escenarios basados en modelos alternativos de compartición de infraestructura y calidad de servicio por región:

- Escenario urbano-suburbano: el despliegue se realiza en todas las áreas correspondientes a centros metropolitanos de primer y segundo nivel. Esta estrategia es similar a la mayor parte de los planes de despliegue de 5G formulados por operadores en economías avanzadas, donde la velocidad uniforme que sería ofrecida es de 50 Mbps simétrica.
- Escenario nacional I: despliegue nacional con 50 Mbps en territorios urbano/suburbano y que se extiende a áreas rurales, aunque la velocidad de servicio disminuye a 2 Mbps.
- Escenario nacional II: bajo este escenario, se ofrece un servicio de 50Mbps simétrico en áreas urbanas-suburbanas y 10 Mbps en áreas rurales.
- Escenario nacional III: en este caso, el servicio provisto en el escenario urbano-suburbano es extendido al resto del territorio nacional, con una velocidad uniforme de 50 Mbps.

Gráfico 9. Costo por abonado por cada generación de tecnología inalámbrica



Fuente: Tech4i2 et al. (2016).

Cuadro 17. Reino Unido: Costo de despliegue de 5G

	Población (millones)	Distribución de población (%)	5G CAPEX (US\$ mil millones)	5G CAPEX (%)	CAPEX por POP (US\$)
Urbano (ciudades >1 millón)	19,42	29	0,89	1,66	45,71
Suburbano	36,16	54	7,13	13,37	197,16
Rural	11,38	17	45,32	84,97	3.981,22
<b>Total</b>	<b>66,96</b>	<b>100</b>	<b>53,34</b>	<b>100,00</b>	<b>796,58</b>

Fuente: Oughton y Frias (2017).

Cuadro 18. Costo de despliegue de redes de expansión móvil  
(valores en US\$ mil millones)

	Escenario urbano-suburbano	Escenario nacional I	Escenario nacional II	Escenario nacional III
Argentina	5,52	5,76	6,38	9,09
Brasil	22,65	24,36	28,87	48,41
Chile	1,70	1,93	2,54	5,18
Colombia	5,44	5,91	7,17	12,62
México	12,86	14,49	18,79	37,41
Perú	2,60	2,92	3,75	7,36

Fuente: Katz y Cabello (2019).

Cada escenario requiere niveles de inversión diferentes, pero pueden ser desagregados en términos de inversión por geografía: urbano, suburbano y rural (véase el cuadro 17).

De acuerdo con la estimación de estos investigadores, el despliegue nacional de 5G en Gran Bretaña requerirá US\$53.340 millones (sin incluir los costos de espectro).<sup>4</sup> De todas maneras, la inversión en medios urbanos es, como cabe esperar, significativamente menor a la de otras geografías, lo que explica los modelos de despliegue de la tecnología.

Katz y Cabello (2019) toman como punto de partida la inversión de capital por población del estudio de Oughton y Frias (2017) y estiman los costos de despliegue de redes 5G en seis países de ALC.<sup>5</sup> Estos costos se calculan de acuerdo con los mismos cuatro escenarios de despliegue del estudio británico, previendo licitaciones de espectro a fines de 2020 e inicio de despliegue en 2021, y luego hacia fines de 2022, comienzo del uso de bandas milimétricas con celdas pequeñas. Bajo estos supuestos, se asume que para el año 2027 se completaría el despliegue de infraestructura. En este sentido, los montos de inversión de 5G en ALC reflejan los costos totales de despliegue de infraestructura a lo largo del espacio de tiempo requerido (véase el cuadro 18).

De acuerdo con este análisis, la inversión requerida para el despliegue de 5G en ALC presenta diferencias importantes según los diferentes escenarios de despliegue. Calculado para los 6 países, la inversión requerida para el escenario urbano-suburbano es de US\$50.770 millones,

<sup>4</sup> Nótese la diferencia entre la estimación cualitativa del primer estudio citado y la de Gran Bretaña.

<sup>5</sup> El capital requerido para la cobertura rural en ALC fue ajustado a partir de la diferencia del producto bruto de cada país respecto al del Reino Unido.



mientras que el escenario nacional III (el cual asume una uniformidad de servicio para todo el país) requiere US\$120.070 millones.

La Academia China de Tecnologías de Información y Comunicación, el ente de investigación vinculado al Ministerio de Industria y Tecnología de Información de China, realizó un análisis de la inversión necesaria para desplegar 5G en ese país. La premisa de este estudio es el despliegue agresivo de 5G a nivel nacional, que requiere una inversión total de US\$232.200 millones para el año 2025. La estimación de inversión, en este caso, se basó en una proyección del número de radiobases 5G que deben instalarse y el costo promedio de despliegue (CAICT, 2020).

En conclusión, los estudios de estimación de la inversión requerida para el despliegue de 5G cubren un rango muy amplio, desde los extremadamente simples como el estudio presentado a la Comisión Europea a los más rigurosos, como el de Oughton y Frias para Gran Bretaña. Corresponde mencionar asimismo que todos estos estudios fueron realizados con anticipación al inicio de despliegue de redes. Al contar con series estadísticas desde 2020 hasta la fecha, es posible construir modelos econométricos que permitan estimar la inversión y la cobertura a partir de datos reales (como el que se realiza en el presente estudio).

## Estimación de costos de tecnologías complementarias o alternativas

Paralelamente a las estimaciones de la inversión en tecnologías específicas, como las presentadas arriba para casos exclusivos de FTTH o 5G, se desarrolló una serie de investigaciones en las cuales el análisis se enfoca en tecnologías complementarias. En otras palabras, la estimación está precedida de un análisis técnico-económico que determina cuáles son las tecnologías más adecuadas para servir una región a partir de características específicas de densidad y topografía.

En el primer ejemplo de este abordaje, Feijoo y Gómez-Barroso (2013) encararon un análisis considerando las opciones de FTTH, VDSL, DOCSIS y LTE para servir al 100% de hogares y empresas en España. Los autores clasificaron cada una de las municipalidades españolas de acuerdo a su densidad poblacional, determinándose que la banda ancha fija es más adecuada para municipalidades urbanas, mientras que las rurales, definidas de acuerdo a un umbral de 100 habitantes por kilómetro cuadrado, serían servidas con LTE, con una velocidad de descarga de 30 Mbps. Los autores estiman que para alcanzar una cobertura del 100% de habitantes y empresas en España se requerirían €12.600 millones (a valores actuales).

Con un foco exclusivo en el contexto rural español, Ovando et al. (2015) calcularon la inversión necesaria de cobertura de acuerdo con escenarios alternativos de competencia por infraestructura y compartición de redes LTE. El análisis aborda cada una de las municipalidades rurales y estima si es posible servirla mediante operadores de infraestructura en competencia ofreciendo servicio de LTE para 30 Mbps de velocidad, y si esto no es factible, considerando un modelo de compartición de infraestructura. El estudio concluye determinando una inversión total de entre €755 millones y €917 millones.

Otro estudio de inversión comparada de diferentes tecnologías es el de Katz (2022), donde el autor estima el costo de despliegue requerido para cubrir comunidades urbanas y rurales en Estados Unidos. El análisis utiliza como punto de partida una comunidad de 19.000 usuarios y compara el costo de adquisición de servicio de un operador privado con la inversión requerida si la comunidad decide desplegar una red privada en tecnología LTE o Wi-Fi. El estudio calcula la inversión requerida para cada opción y estipula las condiciones demográficas y topográficas que determinan la conveniencia de una u otra tecnología.

Este tipo de análisis incorpora los análisis de sensibilidad relacionados con escenarios y costos de despliegue de tecnologías alternativas. Sin embargo, en términos de la cuantificación, todos están basados en datos de densidad poblacional o de establecimientos industriales.

## Cálculo agregado de inversión requerida

Para ALC, hasta la fecha se han realizado dos estudios que estimaron las necesidades de inversión agregada para el cierre de la brecha digital.

El primero de ellos fue realizado por Convergencia Latina (2013), para el que se estimaron cifras de inversiones tomando como referencia los niveles de penetración de una muestra de 25 países de Europa. Un aspecto relevante con respecto a ese estudio es que no consideraba metas de cobertura, sino de penetración (banda ancha fija cada 100 hogares y banda ancha móvil cada 100 habitantes). Las metas aspiracionales establecidas por el estudio para igualar los niveles europeos en un lapso de 8 años consistían en alcanzar un 75% de penetración de banda ancha fija y un 95% de penetración de banda ancha móvil. Sin embargo, tales umbrales eran genéricos y no se aplicaban a todos los países: en aquellos que presentaban puntos de partida muy rezagados las metas eran sensiblemente menores. Por ejemplo, para Perú se estableció como meta alcanzar un 39% de penetración de banda ancha fija y 57% de banda ancha móvil. Para Colombia, los umbrales eran 52% y 66%, mientras que para Ecuador eran 52% y 67%, y para Bolivia 30% y 70%, respectivamente. Ello ha llevado a que la estimación se realizara para un escenario en el que, en promedio, la región alcanzaría 56% de penetración de banda ancha fija y 79% de banda ancha móvil, muy alejado de la aspiración inicial. Esta adecuación de las metas a la realidad de cada país, sumada a la ausencia de una referencia a tecnología específica para los servicios fijos y móviles, contribuyó a que las cifras finales fuesen muy moderadas en comparación con el escenario tendencial. Los resultados indicaron que los países de ALC deberían invertir en conjunto un total de US\$355.820 millones entre 2013 y 2020, lo que representaba un 10% más de lo que invertiría la industria según las previsiones tendenciales hasta la fecha.

Más recientemente, Analysys Mason (2019) presentó estimaciones para que ALC alcanzara lo que los analistas llamaban "infraestructuras de clase mundial", que consiste básicamente en alcanzar como meta una cobertura de fibra óptica del 65% de los hogares y una cobertura de 4G del 95% de la población durante el período 2019-2025. Se establecía asimismo un 0,9% de cobertura móvil por medios satelitales, por encima del 95% establecido antes. Durante ese lapso, la inversión necesaria total debería ascender a US\$161.000 millones, mientras que las tendencias sugerían que la inversión ascendería a US\$100.000 millones. Por lo tanto, para alcanzar la meta, la región debería invertir durante un lapso de 7 años un 61% más que lo que indicaban las previsiones tendenciales. Esta inversión permitiría cumplir con el objetivo de alcanzar prácticamente la universalización del acceso a la banda ancha en la región, aumentar drásticamente la cobertura de la banda ancha móvil, así como impulsar el despliegue de redes de fibra que permitirían proveer servicios de datos con altas velocidades. Cabe destacar que la cifra estimada no incluía inversiones en espectro radioeléctrico.

## Conclusión

La revisión de la investigación desarrollada con el objetivo de determinar el monto de inversión para el despliegue de tecnologías ha permitido identificar diez estudios con ventajas y desventajas metodológicas distintas (véase el cuadro 19).

Como puede observarse, una parte de los estudios se basan en extrapolaciones de tendencias, mientras que los más sofisticados cuantitativamente usan modelos técnico-económicos de cálculo de costo de infraestructuras. En ningún caso se usan modelos econométricos que permitan estimar el costo requerido para alcanzar una cobertura de la brecha digital en la región a partir de paneles de series estadísticas. Este será el objetivo del presente estudio.

Cuadro 19. Estudios de estimación de inversión requerida para el despliegue de infraestructura de redes

Tipo de estudio	Estudio	Metodología	Ventajas/desventajas
Estimación de inversión para tecnologías específicas para cobertura de FTTH	Cartesian (2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segmentación del territorio no cubierto por densidad poblacional</li> <li>• Cálculo del costo de despliegue para cada grupo basándose en experiencias de operadores y puntos de referencia</li> <li>• Construcción de un modelo logarítmico para calcular el costo por hogar a cubrir en cada geografía</li> <li>• Basándose en los hogares no cubiertos por segmento de densidad, calcular los costos totales de despliegue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventaja: análisis cuantitativamente robusto</li> <li>• Desventaja: requiere de información censal para categorizar zonas y número de hogares por zonas y análisis de costos unitarios de despliegue basados en información de operadores y puntos de referencia</li> </ul>
Inversión para despliegue de 5G	Tech4i et al. (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyección lineal del costo por usuario para 5G basándose en costos de 2G, 3G y 4G</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desventaja: Altamente cualitativo y no verificable</li> </ul>
	Oughton y Frias (2017)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de arquitecturas de 5G basadas en modelos de tráfico, adopción de banda ancha móvil y densidad poblacional aplicadas a cada código postal para cuatro escenarios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventaja: rigurosidad analítica y replicabilidad</li> <li>• Desventaja: análisis profundo de densidad poblacional y cobertura de redes actuales; complejidad analítica implica costos altos de aplicación de la metodología por país</li> </ul>
	Katz y Cabello (2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de CAPEX por Pop de Oughton y Frias a la estructura de países latinoamericanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventaja: replicabilidad sencilla con datos de población por área geográfica</li> <li>• Desventaja: errores potenciales en la extrapolación de datos</li> </ul>
	Academia China de Tecnologías de Información y Comunicación (2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de inversión, en este caso, fue basada en una proyección del número de radiobases 5G a ser instaladas y el costo promedio de despliegue</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventaja: basado en estadísticas de despliegue de radiobases 5G</li> <li>• Desventaja: uso de costos promedios</li> </ul>

Tipo de estudio		Estudio	Metodología	Ventajas/desventajas
Estimación de inversión considerando tecnologías alternativas	Inversión requerida para tecnologías complementarias	Feijoo y Gómez-Barroso (2013)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificar municipalidades de acuerdo con su densidad poblacional, determinándose que la banda ancha fija es más adecuada para municipalidades urbanas, mientras que las rurales, de acuerdo a un umbral de 100 habitantes por kilómetro cuadrado, serían servidas con LTE, con una velocidad de descarga de 30 Mbps</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventaja: selección de tecnología de acuerdo con umbrales de densidad</li> <li>• Desventaja: necesidad de datos de densidad poblacional por municipio</li> </ul>
	Inversión requerida bajo escenarios de competencia de infraestructura y compartición	Ovando et al. (2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El análisis aborda cada una de las municipalidades rurales estimando si es posible servirla mediante operadores de infraestructura en competencia ofreciendo servicio de LTE para 30 Mbps de velocidad, y si esto no es factible, consideran un modelo de compartición de infraestructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventaja: considera la compartición de infraestructura como variable de reducción de costos</li> <li>• Desventaja: necesidad de datos de densidad poblacional por municipio; complejidad analítica implica costos altos de aplicación de la metodología por país</li> </ul>
	Inversión comparada para tecnologías alternativas en escenarios de densidad y topografía	Katz (2020)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación del costo de despliegue requerido para cubrir comunidades urbanas y rurales, comparando el costo de adquisición de servicio de un operador privado con la inversión requerida si la comunidad decide desplegar una red privada en tecnología LTE o Wi-Fi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventaja: costos desagregados por componente de red</li> <li>• Desventaja: el análisis requiere estudio profundo de experiencia de operadores para construir modelos</li> </ul>
Cálculo de inversión agregada	Inversión requerida para cerrar brechas de conectividad en ALC	Convergencia Research	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos de regresión vinculando la inversión por segmento fijo o móvil (variable dependiente) con el nivel de penetración (variable explicativa).</li> <li>• Contempla inversión en dispositivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventaja: adecuación flexible a la realidad de cada país</li> <li>• Desventaja: el indicador de referencia no era el idóneo (penetración en lugar de cobertura), referencias a banda ancha fija y móvil sin especificar tecnología asociada (3G, 4G, FTTH)</li> </ul>
		Analysys Mason (2019)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyecciones basadas en datos de GSMA, Fiber Broadband Association e IDATE y en criterios de extrapolación a partir de las tendencias observadas en los años anteriores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventaja: metas de cobertura específicas por tecnología (4G y FTTH)</li> <li>• Desventaja: inversión posiblemente subestimada dado que no incorporaba espectro</li> </ul>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

## Modelos para estimar los requerimientos de inversión para cerrar las brechas existentes en la infraestructura digital

En esta sección se presentan los detalles de los modelos para estimar las necesidades de inversión requeridas para cerrar la brecha de cobertura en ALC. Para ello, apalancando la disponibilidad de datos de panel, se procede a desarrollar una serie de modelos econométricos, tanto para el segmento fijo (FTTH) como móvil (4G y 5G), vinculando los niveles de cobertura que se deben alcanzar con la inversión requerida. En el diseño de estos modelos, se tendrán en cuenta una serie de consideraciones. En primer lugar, se evalúa la posibilidad de incluir la variable de CAPEX con retardos temporales, en la medida que las inversiones pueden requerir un cierto tiempo para materializarse en mayores niveles de cobertura. Para ello, se consideran estimaciones con valores contemporáneos y hasta con dos períodos de retardo para los segmentos fijo y móvil.

En segundo lugar, se toma en cuenta la no linealidad potencial en los modelos. Por ejemplo, una potencial no linealidad puede asociarse con el impacto de la inversión en los niveles de cobertura, dado que los despliegues de redes suelen comenzar por las áreas más rentables (centros urbanos), relegando para el final aquellas zonas con menor densidad poblacional. Por ello, es de esperar que en las etapas tempranas del despliegue de redes el retorno de la inversión sea mayor (en términos de incrementos en cobertura) que en fases avanzadas. Dicho de otra forma, se espera que el impacto de la inversión dependa críticamente de cuál es el punto de partida en términos de cobertura.

Una segunda dimensión de no linealidad se relaciona con las trayectorias de cobertura. Los procesos de difusión tecnológica suelen no ser lineales, sino que siguen una curva en “S”: primero un crecimiento inicial moderado, luego un crecimiento acelerado y finalmente un crecimiento lento nuevamente al acercarse a la madurez o saturación. Ello implica que una estimación de los niveles de crecimiento de cobertura desde un año base (por ejemplo, 2022) hasta un período de T años después (2022+T) debe tomar en cuenta que la misma no evolucionará linealmente en ese período, sino que seguirá una evolución como la mencionada arriba.

La primera sección presenta los datos de panel utilizados en el desarrollo de los modelos que relacionan la inversión con la cobertura de 4G, 5G y FTTH. En la segunda sección se presenta una serie de modelos para cada tecnología con el objetivo de identificar la relación de contemporaneidad o eventual retardo temporal entre la inversión y la cobertura. En la tercera sección se presenta una metodología que considera la heterogeneidad en la distribución de la variable dependiente (es decir, la cobertura), que permite en este caso estimar las diferentes elasticidades que vinculan la inversión con los incrementos de cobertura para los diferentes niveles de la distribución incondicional de esta última variable. En la cuarta sección, considerando que la trayectoria de cobertura no es lineal, se toma como referencia la trayectoria que las coberturas han seguido en mercados maduros como los de la OCDE y se aplica a países latinoamericanos. Finalmente, en la quinta sección se realiza una estimación separada de los costos asociados con expandir la conectividad a través de la tecnología satelital, que será muy importante especialmente en áreas rurales que no puedan ser cubiertas con 4G. Con base en todos estos insumos, en la sección sobre “Estimación de necesidades de inversión para el cierre de cobertura” se definen escenarios de inversión a partir de metas presentadas.

### Datos y análisis descriptivo

Para calcular las estimaciones de la inversión necesaria, se construyó una muestra con datos de 109 países para el período 2012–2021 (que incluye 23 economías latinoamericanas). Se

consideró una muestra mundial de países (y no únicamente regional) porque se requiere una muestra amplia de observaciones para poder estimar los modelos econométricos con las metodologías seleccionadas. De esas estimaciones se obtendrán elasticidades de inversión a cobertura, que luego se aplicarán a los países latinoamericanos.

Para confeccionar la muestra, se tomó una serie de variables de diversas fuentes (véase el cuadro 20).

Las variables de cobertura móvil (4G y 5G), definidas como el porcentaje de la población cubierta, provienen de la base de GSMA Intelligence. En promedio, la cobertura 4G para el período considerado es de 61,9% (84,8% si se considera únicamente el año 2021) y para 5G es 4,5% (22,9% en 2021). Para el caso de cobertura de fibra óptica, el proceso de confección de la serie ha sido un poco más complicado, dada la ausencia de una base mundial consolidada de este indicador. Para ello, se ha construido esta variable recopilando datos de IDATE, de la OCDE y de relevamientos llevados a cabo por Telecom Advisory Services. En promedio, la cobertura de FTTH, como porcentaje de hogares, es del 26,2% (38,2% en 2021).

En cuanto a la variable de inversión, se toman diferentes indicadores dependiendo del segmento (fijo o móvil). En el primer caso, se utilizará la variable provista por UIT sobre inversión sectorial total (por habitante), sobre la que se aplicará el porcentaje de inversión atribuible a redes fijas según la empresa consultora de investigaciones OMDIA. Para el segmento móvil, en cambio, se toma en cuenta el CAPEX para redes inalámbricas provisto por GSMA Intelligence. Para el período considerado, el CAPEX fijo per cápita promedio es de US\$37,5, mientras que para el segmento móvil este valor promedio es de US\$37,2.

Como variables de control, se toman otros indicadores que potencialmente podrían incidir en los niveles de cobertura más allá del CAPEX, como la densidad de población (con una población más densa debería esperarse mayor cobertura), la población (para controlar por tamaño del mercado) y el PIB per cápita (como indicador de ingreso medio y proxy del nivel de desarrollo). Además, las estimaciones incorporarán efectos fijos por país, lo que permitirá controlar por factores inobservables que sean constantes en el tiempo (idiosincrasia y cultura local, instituciones, topografía, etc.).

Cuadro 20. Estadísticos descriptivos de las variables a utilizar

Variable	Media	Desviación estándar	Observaciones	Fuente
Cobertura 4G (% población)	0,619	0,377	1.090	GSMA Intelligence
Cobertura 5G (% población)	0,045	0,147	1.090	GSMA Intelligence
Cobertura FTTH (% hogares)	0,262	0,321	1.090	IDATE, OECD, TAS
CAPEX fijo per cápita (US\$)	37,505	49,114	1.090	UIT / OMDIA
CAPEX móvil per cápita (US\$)	37,170	31,879	1.090	GSMA Intelligence
Densidad poblacional (hab./km <sup>2</sup> )	243,742	778,713	1.090	Banco Mundial
Población	6,06e+07	1,86e+08	1.090	Banco Mundial
PIB per cápita (US\$)	19.686,680	22.673,760	1.090	Banco Mundial

Fuente: Compilado por Telecom Advisory Services.

## Estimación en la media e identificación del retardo temporal entre inversión y cobertura

En esta sección se estiman una serie de regresiones para poder identificar la relación de contemporaneidad o eventual retardo temporal entre la inversión y la cobertura. Desde el momento en que una inversión se decide hasta que finalmente los resultados de tal inversión se materializan en términos de mayor cobertura, puede transcurrir un lapso debido a diferentes factores asociados (tiempos de construcción, obtención de permisos, demoras en importación de equipos, etc.). Para evaluar este aspecto, se tomará el siguiente modelo de regresión lineal:

$$\log(COBERTURA_{it}) = \alpha_i + \beta \log(CAPEX_{pc, it-n}) + \delta X_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde los términos  $i$  y  $t$  representan respectivamente país y año. Como se puede apreciar, entre los regresores figura el logaritmo del CAPEX per cápita para el período  $t-n$ , lo que implica que se probarán distintas alternativas ( $n=0, 1$  o  $2$ ) hasta decidir el retardo adecuado. Finalmente, el término  $X$  se refiere al vector de variables de control mencionadas más arriba. El cuadro 21 presenta los resultados para la cobertura de FTTH, estimados a través de un modelo con efectos fijos.

En la columna [I] se presenta el modelo incorporando el valor contemporáneo de CAPEX fijo per cápita como regresor para explicar los niveles de cobertura de FTTH. El coeficiente asociado es positivo y significativo. A continuación, en la columna [II] se estima el modelo incorporando el primer retardo, verificado el resultado positivo y significativo. Según esta estimación, un incremento en la inversión por habitante de un 1% conlleva un aumento de cobertura de un 0,35% al año siguiente. Finalmente, en la columna [III] se estima el modelo con dos retardos temporales para la variable CAPEX fijo, presentando esta un coeficiente no significativo. En cuanto al ajuste del modelo, este presenta los mejores resultados para el caso del valor contemporáneo y del primer retardo (niveles casi idénticos). Por lo tanto, se concluye que el valor contemporáneo o el primer retardo temporal serían los modelos adecuados para proseguir el análisis.

Cuadro 21. Modelo de efectos fijos: determinantes de cobertura de FTTH

Var. dep. = Log (COB FTTH)	[I]	[II]	[III]
Log (CAPEX FX pc)	0,371** [0,157]		
Log (CAPEX FX pc) <sub>t-1</sub>		0,345** [0,151]	
Log (CAPEX FX pc) <sub>t-2</sub>			0,252 [0,156]
Log (Densidad)	-0,594 [2,400]	-0,545 [2,315]	-0,548 [2,223]
Log (Población)	8,256*** [2,824]	8,086*** [2,720]	8,349*** [2,663]
Log (PIB pc)	-0,108 [0,397]	-0,068 [0,385]	0,063 [0,386]
<b>Efectos fijos por país</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
<b>R-cuadrado (within)</b>	<b>0,631</b>	<b>0,630</b>	<b>0,625</b>
<b>Observaciones</b>	<b>723</b>	<b>723</b>	<b>723</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: \*\*\* p<1%, \*\* p<5%. Todas las estimaciones incorporan efectos fijos por país y una tendencia temporal.

Cuadro 22. Modelo de efectos fijos: Determinantes de cobertura de 4G

Var. dep. = Log (COB 4G)	[I]	[II]	[III]
Log (CAPEX MOB pc)	0,347*** [0,092]		
Log (CAPEX MOB pc) <sub>t-1</sub>		0,464*** [0,086]	
Log (CAPEX MOB pc) <sub>t-2</sub>			0,544*** [0,098]
Log (Densidad)	1,128 [2,254]	0,453 [0,378]	0,721 [2,288]
Log (Población)	6,425** [2,519]	6,488*** [2,366]	5,310** [2,575]
Log (PIB pc)	0,415 [0,406]	0,406 [0,378]	0,394 [0,349]
<b>Efectos fijos por país</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
<b>R-cuadrado (within)</b>	<b>0,294</b>	<b>0,317</b>	<b>0,342</b>
<b>Observaciones</b>	<b>940</b>	<b>940</b>	<b>940</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: \*\*\* p<1%, \*\* p<5%. Todas las estimaciones incorporan efectos fijos por país.

A continuación, en el cuadro 22 se presenta la estimación del modelo para la cobertura 4G. Nuevamente, se estima en la columna [I] el modelo incorporando el valor contemporáneo de la inversión, presentando en este caso un coeficiente positivo y significativo. En la columna [II] se replica el modelo incorporando únicamente el primer retardo, con un coeficiente significativo que sugiere que un 1% de incremento en la inversión móvil por habitante conlleva un aumento del 0,46% en la cobertura 4G al año siguiente.

Sin embargo, al estimar en la columna [II] el modelo con un segundo retardo temporal, este también es fuertemente significativo. El hecho de que tanto el valor contemporáneo (columna [I]), como el primer retardo (columna [II]) y el segundo retardo (columna [III]) sean significativos puede deberse al elevado nivel de correlación entre los diferentes retardos. Sin embargo, el valor contemporáneo se descarta al perder significación cuando se introduce juntamente con el primer retardo. Por otra parte, si bien el segundo retardo es fuertemente significativo y el modelo presenta mejor ajuste, se descarta también porque no parece razonable que las redes móviles tomen más tiempo en el despliegue que las redes fijas. De esta forma, se tomará el primer retardo como la referencia tanto para redes fijas como móviles.

Una vez identificado el nivel de retardo a considerar, se procede a realizar la estimación para las redes 5G. En este caso, la muestra se ve reducida considerablemente (131 observaciones) dado que son pocos los países que han comenzado a desplegar redes de esta tecnología. Por otra parte, a diferencia de los modelos anteriores, en este caso la metodología empírica más adecuada para la estimación es la de efectos aleatorios, que provee resultados más eficientes (véase el test de Hausman en el cuadro A1 del Anexo). Los resultados se sintetizan en el cuadro 23.

En el cuadro 23 se estima el modelo verificando la significación del primer retardo de la variable de CAPEX móvil per cápita, de donde se desprende que un incremento de un 1% en la inversión se traduce en un aumento del 0,44% en la cobertura 5G al año siguiente. Sin embargo, conviene



### Cuadro 23. Modelo de efectos aleatorios: determinantes de cobertura de 5G

Var. dep. = Log (COB 5G)	
Log (CAPEX MOB pc) <sub>t-1</sub>	0,436*** [0,169]
Log (Densidad)	0,033 [0,052]
Log (Población)	0,002 [0,060]
Log (PIB pc)	0,419*** [0,150]
<b>Efectos aleatorios por país</b>	<b>Sí</b>
<b>R-cuadrado (within)</b>	<b>0,660</b>
<b>Observaciones</b>	<b>131</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Nota: \*\*\* p<1%, \*\* p<5%, \* p<10%. Todas las estimaciones incorporan efectos aleatorios por país y una tendencia temporal.

tener en cuenta que la evolución de la cobertura de 5G no es independiente de los avances llevados a cabo para la tecnología previa, 4G. En concreto, cabe suponer que los operadores suelen esperar a tener avanzados sus despliegues de 4G antes de comenzar a invertir en 5G. Esto quizá se deba a que los operadores pueden necesitar rentabilizar las inversiones en tecnologías anteriores antes de invertir en las siguientes. Vinculado a lo anterior, también es de esperar que cuanto más avanzados estén los despliegues de 4G más se faciliten los despliegues de 5G, dado que se pueden aprovechar las infraestructuras construidas para la tecnología anterior. Por tanto, a la hora de estimar las necesidades de inversión de forma agregada, se tendrá en cuenta un determinado porcentaje de inversión compartida entre diferentes tecnologías, de acuerdo con la opinión de especialistas de la industria.

### Estimación para diferentes niveles de la distribución de la variable de cobertura

Las estimaciones presentadas en la sección “Estimación en la media e identificación del retardo temporal” se refieren a regresiones “en la media”, es decir, se basan en el impacto de la inversión en la cobertura para el caso de un país promedio o representativo, lo que implícitamente supone asumir que el efecto es homogéneo para todos los casos. Este supuesto no es realista en este estudio, dado que cabe esperar que el impacto de la inversión en los niveles de cobertura varíe considerablemente dependiendo de cuál sea el nivel de cobertura real en cada período. Ello se debe a que, cuando se invierte en despliegue de redes de telecomunicaciones, estos despliegues no son aleatorios dentro de un país, sino que siempre comienzan por zonas densamente pobladas, donde la inversión es más rentable. A medida que se cubren las zonas urbanas, los despliegues comienzan a cubrir progresivamente zonas semiurbanas, y quedan relegadas para el final aquellas áreas rurales o menos densamente pobladas donde la inversión es escasamente rentable, o directamente no lo es.

Por lo tanto, es de esperar que cada dólar invertido al inicio (cuando los niveles de cobertura son bajos) generará un rendimiento superior (en términos de personas u hogares cubiertos) que si fuese invertido cuando ya se ha alcanzado un desarrollo medio o avanzado en el despliegue de esa tecnología. En otras palabras: se espera que el impacto de la inversión en los niveles de cobertura sea positivo, pero decreciente a medida que esta se va incrementando. Es por este motivo que la inversión debe ser mucho más cuantiosa cuando se habla de áreas rurales.

Por ello, las regresiones “en la media”, como las expuestas en la sección anterior, pueden ser útiles para ilustrar un ejemplo representativo, pero son inadecuadas para el propósito de este estudio, que consiste en estimar las necesidades de inversión para una muestra amplia de países, muy diversa en cuanto al estado actual de sus despliegues en las diferentes tecnologías. En esta sección se presenta una metodología que considera esa heterogeneidad en la distribución

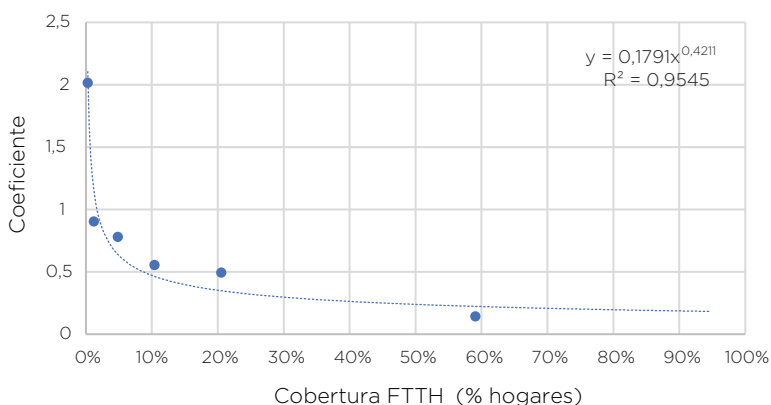
de la variable dependiente, lo que permite en este caso estimar las diferentes elasticidades que vinculan la inversión con los aumentos de cobertura para los diferentes niveles de la distribución incondicional de esta última variable. Esa metodología se denomina regresión cuantil incondicional (UQR, por sus siglas en inglés), dado que identifica coeficientes específicos para los diferentes cuantiles de la distribución de la variable dependiente.

Para estimar las regresiones UQR, se utiliza la metodología propuesta por Firpo, Fortin y Lemieux (2009). El procedimiento consiste en correr una regresión transformada (una función de influencia “recentrada”, en palabras de los autores) de la variable dependiente (cobertura de banda ancha) con respecto a las variables explicativas (CAPEX y demás controles). Por lo tanto, la interpretación del parámetro  $\beta$  expuesto en el modelo de la sección “Estimación en la media e identificación del retardo temporal” se refiere al efecto en el nivel de cobertura en el cuantil seleccionado en caso de aumentar el CAPEX en un 1%. Las estimaciones se harán para los siguientes percentiles de la distribución de cobertura: P5, P10, P20, P30, P40, P50, P60, P70, P80, P90 y P95.

En el cuadro 24 se presentan los resultados para el caso de cobertura de FTTH. Todas las estimaciones incorporan efectos fijos por país. Del análisis de determinantes de cobertura de FTTH, se percibe, como era de esperar, una tendencia a que el impacto de la inversión en los niveles de cobertura se reduzca a medida que esta aumenta. Por ejemplo, al inicio de la distribución de la cobertura (P5), el coeficiente toma un valor de 2,015; en el P30, el coeficiente es de 0,555; en el P70, el coeficiente es de 0,144; mientras que sobre el final de la distribución (P95), el coeficiente incluso toma un valor negativo, algo que no parece razonable en sí, pero que sirve para ilustrar esa tendencia decreciente del coeficiente. En algunos casos, los resultados son no significativos.

Tomando los casos que son positivos y estadísticamente significativos, y considerando cuál es el nivel de cobertura específico en cada percentil de la distribución, en el gráfico 10 se muestra cada coeficiente estimado, junto con una función que mejor se ajusta a esa nube de puntos, de forma exponencial. La tendencia es clara: a mayor nivel de cobertura, menos “rendimiento” de cada dólar invertido, o, dicho de otra forma, se necesita invertir cada vez más para obtener una misma cantidad de nuevos hogares conectados (lo que fue verificado en el estudio de Cartesian (2019)). Por ejemplo, cuando la cobertura es nula, aumentar el CAPEX en un 1% genera incrementos de cobertura de un 2% en el siguiente período (porque se trata de los primeros despliegues en áreas densamente pobladas), mientras que, cuando la cobertura ya es de 60% de los hogares, un aumento similar de la inversión genera un incremento de cobertura de “solo” 0,22%, dado que en este contexto las áreas a cubrir están menos densamente pobladas.

Gráfico 10. Coeficiente de impacto de CAPEX per cápita en la cobertura FTTH



Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Cuadro 24. Modelo UQR: Determinantes de cobertura de FTTH

Var. dep. = Log (COB FTTH)	Percentil de cobertura de FTTH										
	P5	P10	P20	P30	P40	P50	P60	P70	P80	P90	P95
Log (CAPEX)	2,015** [1,004]	0,905* [0,523]	0,781** [0,393]	0,555** [0,235]	0,494*** [0,189]	0,157 [0,153]	0,100 [0,108]	0,144* [0,085]	0,078 [0,096]	-0,086 [0,095]	-0,212** [0,085]
Log (Densidad)	31,673 [27,108]	30,190* [17,090]	7,187 [8,892]	-9,368 [7,931]	-9,214** [4,631]	-13,212*** [2,309]	-8,317*** [2,425]	-7,059*** [1,855]	-7,509*** [1,787]	-7,494*** [2,598]	-2,261 [2,402]
Log (Pob.)	29,550 [25,152]	6,583 [18,125]	6,588 [9,500]	15,508** [7,292]	11,140*** [4,261]	10,794*** [2,486]	7,456*** [2,589]	5,239** [2,124]	5,044*** [1,959]	4,664 [3,084]	-1,418 [2,965]
Log (PIBpc)	4,046 [3,804]	-0,230 [1,472]	-0,756 [1,050]	-0,609 [0,769]	-10,42** [0,519]	-1,024** [0,419]	-0,393 [0,341]	0,322 [0,330]	0,071 [0,246]	0,129 [0,295]	0,564** [0,230]
<b>Efectos fijos por país</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
<b>R-cuadrado (within)</b>	<b>0,147</b>	<b>0,208</b>	<b>0,231</b>	<b>0,299</b>	<b>0,323</b>	<b>0,344</b>	<b>0,318</b>	<b>0,326</b>	<b>0,246</b>	<b>0,181</b>	<b>0,165</b>
<b>Obs.</b>	<b>723</b>	<b>723</b>	<b>723</b>	<b>723</b>	<b>723</b>	<b>723</b>	<b>723</b>	<b>723</b>	<b>723</b>	<b>723</b>	<b>723</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

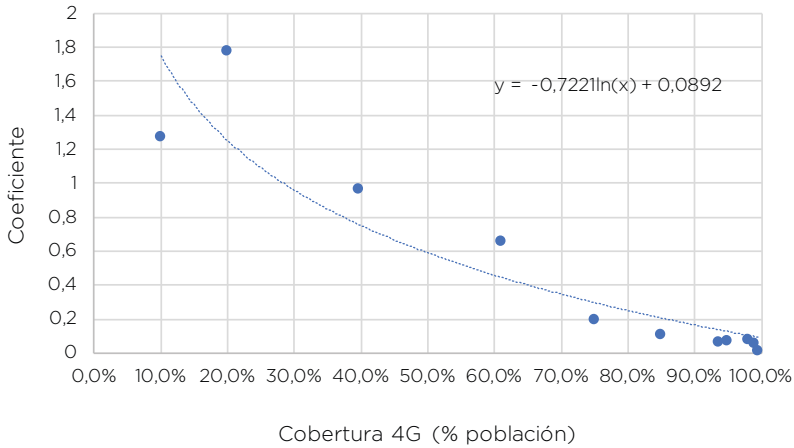
Nota: \*\*\* p&lt;1%, \*\* p&lt;5%, \* p&lt;10%. Todas las estimaciones incorporan efectos fijos por país y una tendencia temporal.

Cuadro 25. Modelo UQR: Determinantes de cobertura de 4G

Var. dep. = Log(COB 4G)	Percentil de cobertura de 4G										
	P5	P10	P20	P30	P40	P50	P60	P70	P80	P90	P95
Log (CAPEX MOB pc) <sup>t-1</sup>	1,277* [0,731]	1,778*** [0,653]	0,969*** [0,241]	0,656*** [0,175]	0,198*** [0,064]	0,108*** [0,037]	0,066*** [0,021]	0,069*** [0,020]	0,077*** [0,024]	0,056*** [0,016]	0,013** [0,007]
Log (Densidad)	2,169 [8,724]	9,150 [12,211]	0,907 [4,950]	0,636 [2,953]	0,565 [1,140]	0,137 [0,751]	0,108 [0,537]	0,053 [0,550]	-0,588 [0,578]	0,040 [0,323]	0,056 [0,249]
Log (Población)	13,352 [10,379]	19,704 [12,541]	17,657*** [5,096]	10,179*** [3,197]	3,919*** [1,163]	1,840** [0,821]	1,218** [0,611]	1,151** [0,473]	1,304** [0,634]	0,465 [0,342]	0,095 [0,222]
Log (PIB pc)	1,774 [1,251]	1,158 [1,132]	0,341 [0,489]	0,085 [0,335]	0,133 [0,190]	0,003 [0,074]	0,101*** [0,035]	0,107** [0,047]	0,088*** [0,029]	0,062* [0,032]	-0,009 [0,014]
<b>Efectos fijos por país</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>	<b>Sí</b>
<b>R-cuadrado (within)</b>	<b>0,127</b>	<b>0,203</b>	<b>0,239</b>	<b>0,201</b>	<b>0,164</b>	<b>0,115</b>	<b>0,102</b>	<b>0,092</b>	<b>0,067</b>	<b>0,045</b>	<b>0,017</b>
<b>Obs.</b>	<b>940</b>	<b>940</b>	<b>940</b>	<b>940</b>	<b>940</b>	<b>940</b>	<b>940</b>	<b>940</b>	<b>940</b>	<b>940</b>	<b>940</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.  
Nota: \*\*\* p<1%, \*\* p<5%, \* p<10%. Todas las estimaciones incorporan efectos fijos por país

Gráfico 11. Coeficiente de impacto de CAPEX móvil per cápita en cobertura 4G



Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

El cuadro 25 resume los resultados para la estimación de los determinantes de cobertura 4G, para los mismos percentiles escogidos anteriormente. Todas las estimaciones incorporan efectos fijos por país.

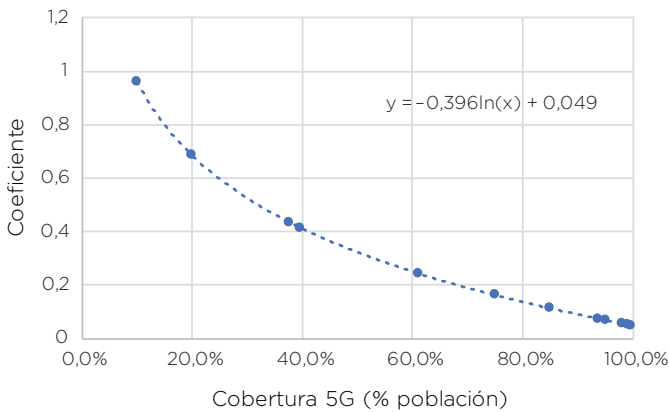
Al igual que en el caso de la fibra óptica, para 4G se percibe una tendencia decreciente del impacto de la inversión en la cobertura a medida que esta aumenta. Por ejemplo, en P10, un 1% de aumento en el CAPEX móvil se traduce en un incremento de 1,78% en la cobertura 4G al año siguiente, mientras que en la mediana ese efecto es de 0,11% y en P90 es de 0,06%. A diferencia del caso de fibra óptica, en lo que respecta al segmento 4G, en todos los percentiles estimados los coeficientes son positivos y estadísticamente significativos, incluso a muy altos niveles de la distribución de cobertura. Ello puede explicarse por la mayor facilidad de desplegar redes inalámbricas en entornos rurales o densamente poblados, en comparación con la fibra.

El gráfico 11 presenta los coeficientes junto con la tendencia logarítmica que mejor se ajusta a esa nube de puntos. Nuevamente, es evidente que, a mayor nivel de cobertura, menor es el impacto de la inversión en la misma.

Para el caso de la tecnología 5G, lamentablemente no se cuenta con una base de datos amplia que permita estimar satisfactoriamente el impacto de la inversión en la cobertura para diferentes niveles de la distribución de esta. Apenas se cuenta con 131 observaciones, por lo que solo se considera posible realizar una estimación en la media. Por ello, se tomarán los coeficientes de la regresión en la media, estimados en el apartado anterior, y se asumirá que la trayectoria que sigue el coeficiente para niveles inferiores o superiores a la media es similar a la de 4G.

En primer lugar, se proyecta el coeficiente de impacto de la inversión móvil en la cobertura 5G tomando como referencia el de la regresión en la media (0,436, proveniente del cuadro 23). Cabe mencionar que el nivel medio de cobertura 5G en la muestra si se consideran solo las 131 observaciones con niveles positivos es de 37,6%. Para niveles de cobertura inferiores y superiores, se proyecta la tendencia siguiendo una trayectoria similar a 4G (véase el gráfico 12).

Gráfico 12. Coeficiente de impacto de CAPEX móvil per cápita en cobertura 5G

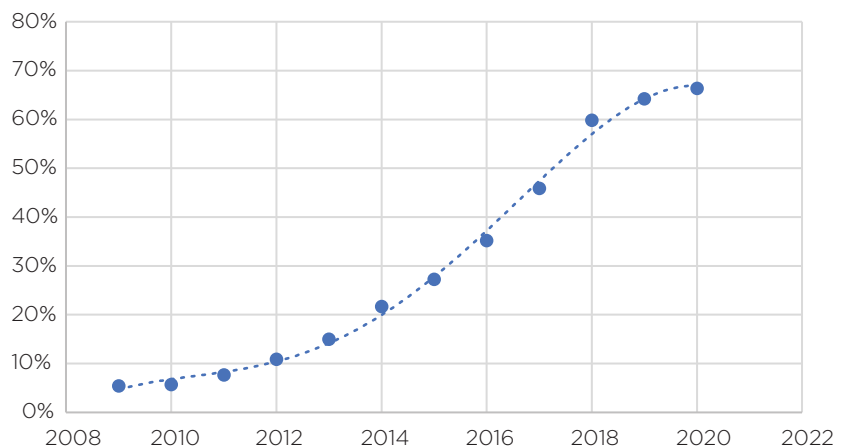


Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

## Trayectoria de cobertura

Otro aspecto a tener en cuenta en las estimaciones es que, para calcular las inversiones necesarias en cada período, es necesario proyectar cómo evolucionará la cobertura en cada uno. Y para ello debe tenerse en consideración que la trayectoria de la cobertura no suele ser lineal. En efecto, la literatura sobre trayectoria de difusión tecnológica suele identificar a la misma bajo una curva con forma de “S”, de la cual se pueden identificar tres fases evolutivas diferenciadas: en primer lugar, un crecimiento lento; en segundo lugar, un fuerte crecimiento; y finalmente, un período de madurez o saturación (Overby y Audestad, 2018). La transición desde la primera fase (crecimiento lento) a la segunda fase (crecimiento fuerte) suele asociarse con

Gráfico 13. Trayectoria de cobertura de referencia para FTTH (OCDE)



Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

la obtención de cierta masa crítica. Si bien el tiempo que toma cada una de las tres fases varía según la tecnología, el patrón suele repetirse en la mayoría de los casos.

Un ejemplo de mercado maduro es el de la OCDE. En el gráfico 13 se muestra la trayectoria de la cobertura de FTTH para este grupo de países, desde 2008 hasta 2020, cuando se alcanzó la madurez en torno a un 70% de hogares pasados. El gráfico exhibe claramente una forma de “S”.

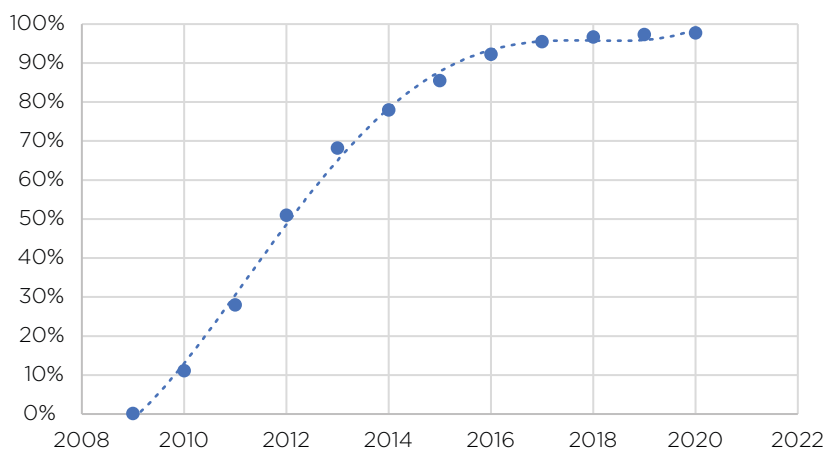
De forma similar, el gráfico 14 resume la trayectoria de 4G en la OCDE. Nuevamente, se aprecia una forma de “S”, aunque con algunas diferencias en comparación con la cobertura de FTTH. En el caso inalámbrico, el crecimiento exponencial parece comenzar antes (la fase inicial de lento crecimiento es mucho más breve), mientras que la madurez se alcanza para niveles de cobertura superiores al 90% de la población, algo que es razonable dado que las tecnologías móviles presentan mayor potencial en términos de cobertura en geografías aisladas en comparación con las alámbricas.

Por tanto, a efectos de diseñar la trayectoria de cobertura de cada país para las diferentes tecnologías, se tomará como referencia la que estas han seguido en un mercado maduro como es el de la OCDE (tanto para el caso de 4G como el de FTTH). Para ello, se estima a través de regresiones no lineales los parámetros de velocidad de difusión, punto de inflexión y punto de saturación, que luego se aplicarán a los países de ALC para proyectar las tendencias y los escenarios meta. Además, se tendrá en cuenta que los diferentes países difieren en los puntos de saturación, dependiendo del nivel de desarrollo relativo de cada uno y de las metas que se establezcan en cada caso.

## Modelización de costos asociados con la tecnología satelital

Dada la relevancia de la tecnología satelital para la universalización de la conectividad, se han estimado los costos de la red de retorno (*backhaul*) celular para satélite. Para ello, se han tomado en cuenta los costos de CAPEX actuales relativos al despliegue de la solución de *backhaul* celular (instalación y equipamiento satelital), así como los costos de OPEX considerando la capacidad por usuario (sobre la base de costos de capacidad y su proyección estimada

Gráfico 14. Trayectoria de cobertura de referencia para 4G (OCDE)



Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Cuadro 26. Análisis de costos de backhaul celular vía satélite

Segmento	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
GB/Usuario	6,0	7,3	8,7	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0
Usuarios por radiobase	1.000,0	1.000,0	1.000,0	1.000,0	1.000,0	1.000,0	1.000,0	1.000,0
Capacidad dedicada por radiobase	27,1	33,1	39,1	45,1	56,4	67,7	79,0	90,3
Pago inicial por enlace (CAPEX) en US\$	6.348,5	6.348,5	6.348,5	6.348,5	6.348,5	6.348,5	6.348,5	6.348,5
Pago mensual por enlace (OPEX) en US\$/mes	4.766,4	5.680,0	6.428,5	7.110,4	8.590,8	10.077,4	11.502,9	12.869,1
Pago mensual equivalente por usuario en US\$/usuario/mes	4,8	5,7	6,4	7,1	8,6	10,1	11,5	12,9

Fuente: Información de Hispasat.

de acuerdo con la industria). Se han incluido otros costos que enfrenta la industria satelital, como los gastos de soporte y de mantenimiento. Las estimaciones se basan en un escenario de crecimiento que llega a los 20 GB mensuales por usuario en 2030 (véase el cuadro 26).

En conclusión, en la sección se han presentado una serie de modelos para cada tecnología con el objeto de identificar:

- La relación de contemporaneidad o eventual retardo temporal entre la inversión y la cobertura.
- La heterogeneidad en la distribución de la variable dependiente (es decir, la cobertura), que permite en este caso estimar las diferentes elasticidades que vinculan la inversión con los aumentos de cobertura para los diferentes niveles de la distribución incondicional de esta última variable.
- Dado que la trayectoria de la cobertura no es lineal, se toma como referencia la trayectoria que las coberturas han seguido en un mercado maduro como el de la OCDE y se aplican a países latinoamericanos.
- Los costos específicos asociados con la tecnología satelital en áreas rurales.

A partir de todos estos modelos, se definen escenarios de inversión considerando múltiples modelos de sensibilidad presentados en la sección siguiente.

### Estimación de necesidades de inversión para el cierre de brechas de cobertura

El análisis de necesidades de inversión se realiza para la misma muestra de países que los considerados para el módulo I del estudio: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, Jamaica, México, Paraguay, Perú, Trinidad y Tobago y Uruguay. La media regional se construye a partir del promedio ponderado de los países de la muestra.



Cuadro 27. Cobertura de FTTH (en % hogares)

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Argentina	4,4	6,5	9,6	11,6	14,1	17,0	20,6	25,0	37,0	54,7	54,7
Bolivia	0,0	0,1	0,2	0,5	1,4	3,6	9,3	24,0	24,7	25,5	25,5
Brasil	4,3	5,0	5,8	7,8	10,4	13,9	18,7	25,0	37,5	56,4	56,4
Chile	0,0	0,0	5,5	7,8	11,1	15,8	22,5	32,0	46,2	66,8	66,8
Colombia	0,0	0,3	1,7	2,7	4,2	6,5	10,2	16,0	16,0	27,5	27,5
Costa Rica	0,0	0,0	5,6	6,9	8,5	10,5	13,0	16,0	16,0	23,6	23,6
Ecuador	0,2	0,6	2,4	3,9	6,4	10,3	16,7	27,0	30,1	33,5	33,5
Honduras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Jamaica	0,7	1,3	2,5	4,8	9,1	17,4	33,1	63,0	65,9	67,8	67,8
México	4,3	8,3	15,8	19,6	24,2	30,0	37,2	46,0	46,0	46,1	46,1
Paraguay	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,2	1,9	3,1	5,0	5,0
Perú	11,0	11,9	12,9	13,9	15,0	16,3	17,6	19,0	20,5	22,2	22,2
Trinidad y Tobago	0,9	1,5	2,5	4,0	6,4	10,3	16,7	27,0	50,6	94,7	94,7
Uruguay	5,9	17,6	52,6	57,8	63,4	69,7	76,5	84,0	87,4	90,9	90,9
<b>ALC</b>	<b>3,8</b>	<b>5,3</b>	<b>8,4</b>	<b>10,6</b>	<b>13,4</b>	<b>17,1</b>	<b>22,0</b>	<b>28,8</b>	<b>35,4</b>	<b>46,4</b>	<b>46,4</b>

Fuente: Relevamiento de Telecom Advisory Services basado en IDATE y OECD.

La inversión se estima para el año 2030 a partir de dos escenarios:

- Escenario tendencial: este es esencialmente una extrapolación de las tendencias históricas con ajustes basados en perspectivas de analistas y operadores.
- Escenario de metas aspiracionales: esta estimación se construye a partir de metas de cobertura que responden a los imperativos de cierre de la brecha digital.

De esta manera, la diferencia entre el escenario tendencial y el escenario de metas refleja el esfuerzo de inversión adicional que los operadores de la región deberían realizar.

### Punto de partida

Los países de la región han venido realizando un importante esfuerzo de inversión para el despliegue de redes de última generación. Los avances de los últimos años son notables en muchos aspectos: por ejemplo, en 2021 el 46% de los hogares latinoamericanos ya contaba con cobertura de FTTH (véase el cuadro 27).

Más allá del promedio regional, algunos países se destacan por sobre el resto. Este es el caso de Trinidad y Tobago (94,7%), Uruguay (90,9%) y Jamaica (67,8%), aunque podría argumentarse que se trata de países pequeños cuyas características geográficas facilitan el avance de estos despliegues. Por otra parte, dentro de los países más grandes, cabe destacar los avances de Chile (66,8%), Brasil (56,4%), Argentina (54,7%) y México (46,1%). En todos esos casos se trata de países que la proyección tendencial hacia 2030 ya los dejaría en una buena posición, por los grandes avances hechos en años recientes. Por el contrario, los países más rezagados de la muestra son Honduras y Paraguay, y en menor medida, Perú, Colombia, Bolivia y Costa Rica, por lo que es de esperar que sea necesario en estos casos un importante esfuerzo de inversión para acelerar el ritmo de despliegue.

Cuadro 28. Cobertura 4G (en % población)

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina	0,0	0,0	0,0	15,0	65,0	75,5	85,0	88,0	92,0	91,6	95	95
Bolivia	0,0	5,0	10,4	21,5	40,1	64,2	77,2	80,0	80,0	80,0	80	80
Brasil	0,0	10,0	29,9	40,6	54,0	74,0	91,0	93,0	94,0	95,0	98	98
Chile	0,0	0,0	32,2	64,0	76,0	79,0	89,0	94,0	96,0	98,0	98	98
Colombia	0,0	14,4	18,5	23,7	42,0	51,5	65,0	67,6	71,0	74,8	79	83
Costa Rica	0,0	0,0	10,0	21,4	41,1	64,1	78,3	89,0	89,0	89,0	90	90
Ecuador	0,0	0,0	10,0	15,5	24,3	36,9	53,4	71,0	86,9	88,0	88	88
Honduras	0,0	0,0	0,0	10,0	18,0	18,0	49,0	62,6	75,0	77,2	75	88
Jamaica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,3	48,4	65,0	79,0	90,0	90	90
México	0,0	9,7	18,4	31,6	58,0	58,0	78,8	86,0	90,0	93,7	93	96
Paraguay	0,0	2,8	4,3	6,5	10,0	20,7	58,1	80,8	84,1	87,5	91	95
Perú	0,0	0,0	0,0	36,0	62,0	65,0	72,0	74,0	77,0	80,0	83	86
Trinidad y Tobago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	90,0	95,0	95,0	95,0	95	95
Uruguay	15,7	29,1	42,5	63,8	77,5	88,0	88,0	88,0	88,0	88,0	90	90
<b>ALC</b>	<b>0,1</b>	<b>7,8</b>	<b>19,8</b>	<b>32,9</b>	<b>53,2</b>	<b>64,5</b>	<b>81,1</b>	<b>85,7</b>	<b>88,7</b>	<b>90,6</b>	<b>92,5</b>	<b>94,0</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services basado en GSMA Intelligence.

En lo que respecta a la cobertura 4G, los datos de GSMA Intelligence para 2022 sugieren que la región ya se encuentra en la fase de madurez o saturación (94%). A pesar de ello, algunos grandes países se encuentran todavía rezagados, como es el caso de Bolivia (80%), Colombia (83%) o Perú (86%), mientras que otros están cerca de alcanzar el 90% de la población cubierta (Ecuador u Honduras), lo que sugiere que existe cierto camino pendiente para avanzar hacia la universalización (véase el cuadro 28).<sup>6</sup>

Cuadro 29. Cobertura 5G  
(en % población)

País	2020	2021	2022
Argentina	0,0	0,0	0,0
Bolivia	0,0	0,0	0,0
Brasil	4,0	17	24
Chile	0,0	1,9	9,2
Colombia	0,0	0,0	0,0
Costa Rica	0,0	0,0	0,0
Ecuador	0,0	0,0	0,0
Honduras	0,0	0,0	0,0
Jamaica	0,0	0,0	0,0
México	0,0	3,0	13,5
Paraguay	0,0	0,0	0,0
Perú	0,0	0,0	0,0
Trinidad y Tobago	0,0	0,0	0,0
Uruguay	0,0	0,0	0,0
<b>ALC</b>	<b>1,5</b>	<b>7,3</b>	<b>12,7</b>

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services basado en GSMA Intelligence.

Finalmente, para el caso de 5G, para 2022 la región cuenta con una cobertura promedio de 12,7% de la población (véase el cuadro 29), por lo tanto, los despliegues de esta tecnología se encuentran en su etapa inicial. Solamente Brasil (24%), Chile (9,2%) y México (13,5%) presentan niveles de cobertura positivos en la actualidad, mientras que se estima que Argentina y Perú se sumarán a ellos en 2023.

<sup>6</sup> Un aspecto de importancia en ALC es que los niveles de cobertura como los expuestos más arriba para el caso de 4G podrían estar levemente por encima de los reales, o al menos, que pueden existir nichos de población que, si bien se contabilizan como cubiertos por 4G, cuentan con una calidad del servicio inferior a la esperada. El motivo es que en la región existen numerosos núcleos poblacionales definidos como asentamientos, que pese a considerarse formalmente cubiertos en muchos casos, ello no siempre refleja la realidad por la dificultad que enfrenta la industria de telecomunicaciones para realizar las tareas de instalación de equipos y mantenimiento en tales áreas.

Cuadro 30. Criterio para la definición del escenario tendencial de FTTH para 2030

Grupo	País	Cobertura FTTH 2021 (%)	2030
Valores atípicos	Trinidad y Tobago	95	Toda la población urbana y suburbana
	Uruguay	91	
	Jamaica	68	
Avanzado	Chile	67	Toda la población urbana (>500.000 habitantes) y hasta 50% de la población suburbana, según el país
	Brasil	56	
	Argentina	55	
Medio	México	46	70%-90% de la población urbana (>500.000 habitantes)
	Ecuador	34	
	Colombia	28	
	Bolivia	26	
	Costa Rica	24	
En desarrollo	Perú	22	50% de la población urbana (>500.000 habitantes)
	Paraguay	5	
	Honduras	0	

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

De lo anterior se desprende que el desarrollo digital relativo por país es muy dispar, lo que implica la necesidad de un especial cuidado a la hora de diseñar las metas que deben estimarse, dado que algunas de ellas pueden ser insuficientes para algunos países, mientras que para otros pueden resultar muy difíciles de alcanzar. Se procurará diseñar metas equilibradas, considerando la situación de los diferentes países.

## Escenario tendencial

Los escenarios tendenciales para 2030 deben cubrir tanto la evolución de la cobertura para las tres tecnologías seleccionadas como para la inversión. Tales escenarios tendenciales serán tomados en cuenta *a posteriori* para la definición de las metas.

Para el caso de 4G, se prevé que en la mayor parte de los países la evolución de la cobertura se mantendrá sin cambios, con aumentos marginales hacia 2030, exceptuando aquellos países hoy rezagados que experimentarán un aumento mayor. En cambio, para el caso de FTTH, se asumen una serie de criterios sobre cuál podría ser la población cubierta en 2030 de acuerdo con el escenario tendencial, sobre la base del nivel de desarrollo relativo de cada país y el porcentaje de población que vive en áreas urbanas y suburbanas (véase el cuadro 30).<sup>7</sup>

De forma similar, para el caso de 5G, se toman las proyecciones de GSMA para 2025, y sobre la base de las mismas, se proyectan tendencias hacia 2030 nuevamente tomando en cuenta a la población que vive en áreas urbanas y semiurbanas, y el desarrollo relativo en los despliegues de esa infraestructura de acuerdo con el último dato proyectado (véase el cuadro 31).

<sup>7</sup> El porcentaje de población que no vive en áreas rurales en cada país proviene del Banco Mundial, mientras que para identificar las áreas urbanas con más de 500.000 habitantes se realizó un relevamiento de todas las áreas metropolitanas por país que cumplen con tal condición (detalle completo en el cuadro A2 del Anexo). La diferencia entre el total de población no rural y la que vive en áreas de más de 500.000 habitantes se considera población suburbana. Hacia 2030, se proyectan las tasas de variación del porcentaje de habitantes por área de acuerdo a las tendencias históricas.

Cuadro 31. Criterio para la definición del escenario tendencial de 5G para 2030

Grupo	País	Cobertura 5G 2025 (%)	2030
Avanzado	Chile	45	Toda la población urbana (>500.000 habitantes) + 40%-70% de la semiurbana, según el país
	México	43	
	Brasil	45	
Medio	Ecuador	40	95%-100% de la población urbana (>500.000 habitantes)
	Argentina	35	
	Colombia	30	
	Paraguay	30	
	Perú	27	
	Uruguay	25	
	Costa Rica	20	
En desarrollo	Bolivia	17	70%-75% de la población urbana (>500.000 habitantes)
	Honduras	0	
	Jamaica	0	
	Trinidad y Tobago	0	

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

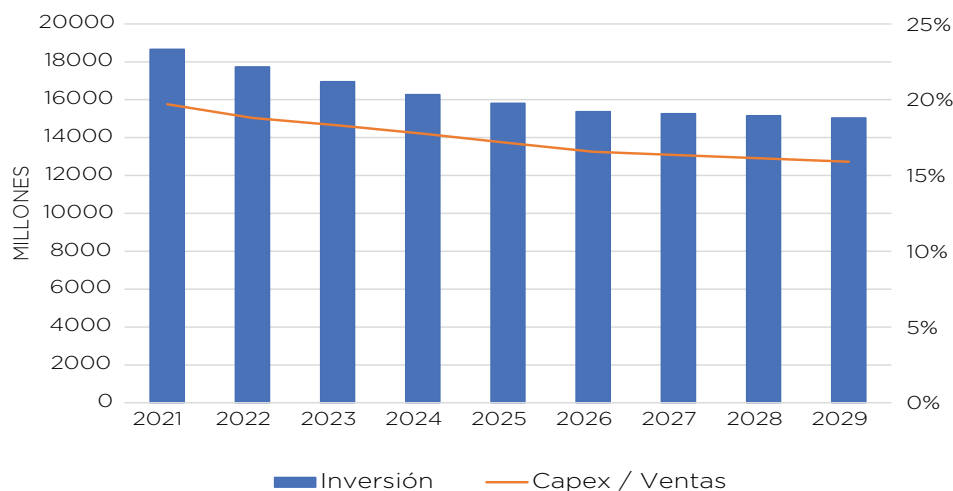
Cuadro 32. Proyección de la ratio CAPEX / VENTAS hacia 2029

País	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Argentina	18,0	17,8	17,6	17,4	17,2	17,0	16,8	16,5	16,3
Bolivia	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,5	16,3
Brasil	21,7	19,5	18,7	18,4	17,7	17,0	16,8	16,5	16,3
Chile	19,6	19,1	18,5	18,0	17,5	17,0	16,8	16,5	16,3
Colombia	23,2	23,2	23,2	20,9	18,9	17,0	16,8	16,5	16,3
Costa Rica	30,8	27,3	24,3	21,6	19,1	17,0	16,8	16,5	16,3
Ecuador	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3
Honduras	19,9	19,3	18,7	18,1	17,5	17,0	16,8	16,5	16,3
Jamaica	26,1	24,0	22,0	20,2	18,5	17,0	16,8	16,5	16,3
México	19,3	18,8	18,4	17,9	17,4	17,0	16,8	16,5	16,3
Paraguay	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4
Perú	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6	15,6
Trinidad y Tobago	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9
Uruguay	17,9	17,7	17,5	17,3	17,2	17,0	16,8	16,5	16,3

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services basado en UIT y Business Wire.

En cuanto a la inversión, las proyecciones tendenciales se basan en una serie de supuestos. En primer lugar, se prevé cómo evolucionará la intensidad de inversión hasta el año 2029 (debido al rezago de un año entre inversión y despliegue, la inversión se proyecta hasta 2029). Para ello se toman como punto de partida los niveles de 2021 presentados en la última columna del cuadro 6. El motivo para tomar estos niveles, y no los extraídos de balances, es que se procura

Gráfico 15. América Latina y el Caribe: Escenario tendencial de inversión (2021–29) (millones de USD a precios constantes de 2021)



Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

evitar incluir el espectro en el cálculo de inversión.<sup>8</sup> Sobre la base de esos niveles de 2021, se proyecta la evolución de dicha ratio hasta 2029 tomando en cuenta el nivel de intensidad de inversión de largo plazo que reporta Business Wire para el sector (MTN Consulting, 2021). De acuerdo con Business Wire, la ratio CAPEX/ingresos de largo plazo se encuentra entre el 16% y el 17%, por lo que se asume que en el mediano plazo la intensidad de capital en ALC tendrá una tendencia a ubicarse en ese rango (véase el cuadro 32).

Una vez definidas tales ratios, se aplican sobre las proyecciones de ingresos asociados al sector. La proyección de ingresos futuros del sector surge de tomar el peso porcentual del sector en el PIB de cada país, proyectarlo hacia 2030 sobre la base de las tendencias recientes (decrecientes), y tal porcentaje aplicarlo a las estimaciones del PIB a precios constantes que hace el Fondo Monetario Internacional hasta el año 2027 (la serie se extiende hasta 2029 tomando en cuenta la tasa de crecimiento de largo plazo por país).<sup>9</sup>

Una vez aplicadas las ratios CAPEX/VENTAS sobre los ingresos sectoriales se obtienen cifras de inversión en términos reales previstas hasta 2019 (véase el gráfico 15).<sup>10</sup>

<sup>8</sup> Si bien se ha logrado excluir el espectro de las tendencias de inversión, no ha sido posible excluir obligaciones asociadas al otorgamiento de las licencias, debido a la imposibilidad de obtener datos que permitan hacerlo.

<sup>9</sup> Como excepción, se decidió utilizar un criterio diferente para el caso de Argentina dado que realizar proyecciones a partir de valores estimados con el tipo de cambio oficial podría generar distorsiones en los flujos de inversión estimados. Por ello, se tomaron en este caso los ingresos en pesos que salen de balances, y se convirtieron a dólares utilizando un tipo de cambio ponderado a partir del cambio oficial (25%) y el valor Blue (75%), umbrales que surgen de estimar en 25% el porcentaje de CAPEX que se destina a la importación de equipamiento (lo que se realiza al cambio oficial). Para proyectar esta serie hasta 2029, se tomaron las tasas de crecimiento del PIB a precios constantes y del peso del sector en el mismo.

<sup>10</sup> Dado que los cálculos de la estimación de inversión requieren distinguir la inversión por tipo de tecnología, una vez obtenida la serie de CAPEX agregado, esta se prorratea entre los segmentos de tecnología fija y móvil tomando en cuenta los datos de porcentaje de inversión en tecnología fija y móvil por país reportados por OMDIA. Una vez realizados los cálculos correspondientes, se obtiene la evolución del escenario tendencial asociado a la inversión en tecnología fija y móvil hasta el año 2029.

Cuadro 33. Metas de cobertura para 2030

País	Metas para 2030 (en %)			
	Cobertura 4G	Cobertura 4G + Satélite	Cobertura 5G	Cobertura FTTH
Argentina	98,0	99,0	85,0	68,0
Bolivia	95,0	96,0	55,0	35,0
Brasil	98,5	99,0	85,0	68,0
Chile	98,5	99,0	98,5	85,0
Colombia	98,0	99,0	75,0	60,0
Costa Rica	98,0	99,0	80,0	60,0
Ecuador	95,0	96,0	60,0	60,0
Honduras	95,0	96,0	50,0	35,0
Jamaica	98,0	99,0	50,0	80,0
México	98,0	99,0	86,0	68,0
Paraguay	98,5	99,0	60,0	45,0
Perú	97,0	98,0	65,0	45,0
Trinidad y Tobago	98,0	99,0	50,0	96,0
Uruguay	98,5	99,0	98,5	96,0
<b>ALC</b>	<b>98,0</b>	<b>99,0</b>	<b>80,9</b>	<b>64,7</b>

Fuente: Telecom Advisory Services.

Como puede apreciarse en el gráfico 15, la inversión tendencial esperable es decreciente. Ello se debe a que los ingresos esperados registran decrecimiento y, a su vez, el porcentaje de los ingresos destinados a la inversión de capital tiende a disminuir. Para confirmar, la reducción de los ingresos sectoriales es un patrón que viene registrándose desde los últimos 10 años, con caídas de ingresos reales en los principales mercados del orden del 3,5% anual.<sup>11</sup>

## Escenario de metas de cierre de la brecha digital

El escenario de metas aspiracionales se construye a partir de objetivos de cobertura que responden a los imperativos de cierre de la brecha digital. La definición de las metas a estimar se presenta en el cuadro 33.

Para definir las metas, se ha tomado en cuenta el desarrollo relativo de cada país, así como las proyecciones tendenciales de evolución de cobertura hacia el año 2030. Para el caso de 4G, se establece como meta promedio 98% de cobertura, aunque con algunas variaciones menores por país. En el caso de países que ya han alcanzado tal porcentaje (como Chile o Brasil), o que por sus características son propicios para ello (Uruguay), se establece una meta de 98,5%. Para aquellos países que aún están lejos de ese porcentaje, se establece una meta algo menor (es el caso de Bolivia, Ecuador y Honduras). Por otra parte, se establece que en promedio un 1% adicional de la población podría ser cubierto por la tecnología satelital. Con todo, el promedio ponderado deja a la región en un nivel de cobertura 4G de 98% y de 99% contemplando el satélite, según estas metas. Para el caso de las tecnologías 5G y FTTH, se proponen como escenarios aspiracionales niveles de cobertura variables por país. Para el caso de 5G se toman como referencia las previsiones de GSMA Intelligence para 2030 como metas, que en

<sup>11</sup> Fuente: análisis de JP Morgan.

promedio reflejarían un nivel de cobertura algo mayor al 80% en 2030. Para el caso de FTTH, se prevé que aproximadamente dos de cada tres hogares estén pasados en 2030.

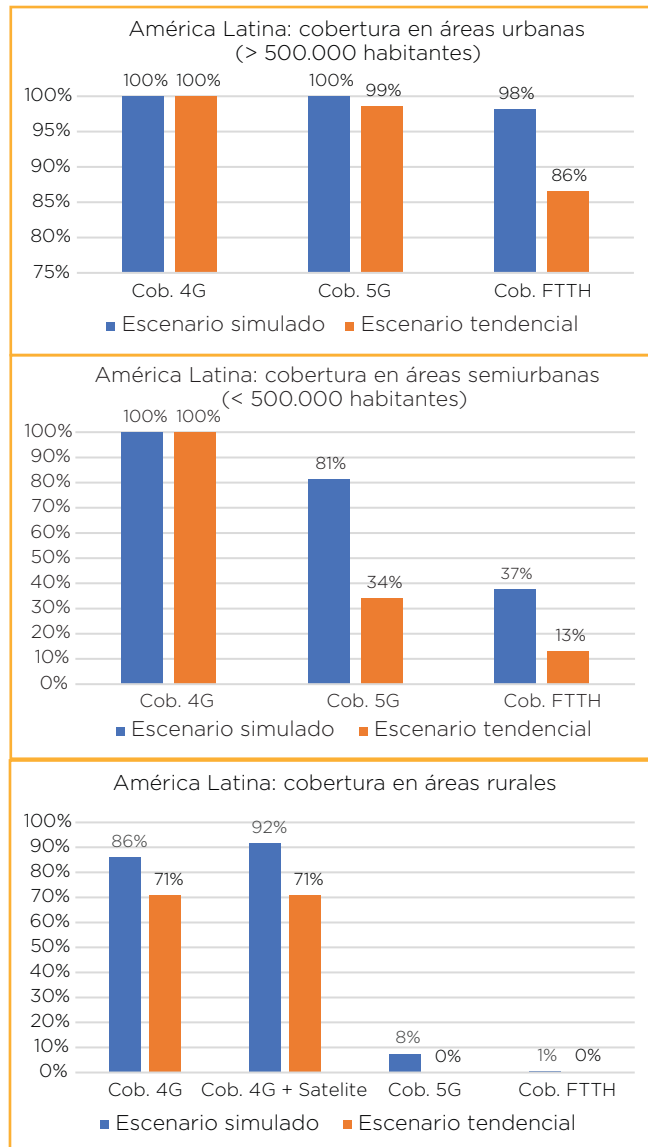
Estas metas pueden desagregarse por área geográfica (véase el gráfico 16). En las áreas más urbanas (aglomeraciones con más de 500.000 habitantes), las mismas prevén una cobertura prácticamente total de las tres tecnologías. Para el caso de 4G y de 5G, no hay mayores diferencias con el escenario tendencial que ya preveía estos niveles de cobertura. Sin embargo, en el caso de FTTH, la meta implicará pasar de cubrir el 86% de los hogares altamente urbanos en 2030 (escenario tendencial) a 98%.

Más allá de tales áreas, en zonas suburbanas se prevé una cobertura total de 4G, aunque nuevamente eso ya estaba previsto en el escenario tendencial. Sin embargo, existen diferencias en lo que respecta al caso de 5G y de FTTH. En el primer caso, de una tendencia que llevaría a un 34% de personas cubiertas en áreas suburbanas, se alcanzaría el 81% bajo el escenario aspiracional, lo que implica un esfuerzo considerable. Por otra parte, en el caso de FTTH se pasaría de solo 13% de hogares cubiertos en estas áreas a un 37%.

Finalmente, en el caso rural la conectividad será básicamente a través de 4G y satélite. Las metas establecidas procuran avanzar de un 71% de áreas con cobertura 4G en 2030 según el escenario tendencial a un 86%, ampliándose a 92% si se incluye el satélite.

En resumen, en el caso de FTTH, la meta aspiracional supone un esfuerzo de inversión adicional para áreas urbanas y semiurbanas. Para el caso de 5G, el esfuerzo principal abarca a las áreas semiurbanas. Finalmente, en el caso de 4G y de satélite, los aumentos de cobertura con respecto a la tendencia son exclusivos para las áreas rurales.

Gráfico 16. América Latina y el Caribe: Metas de cobertura en áreas suburbanas y rurales para 2030



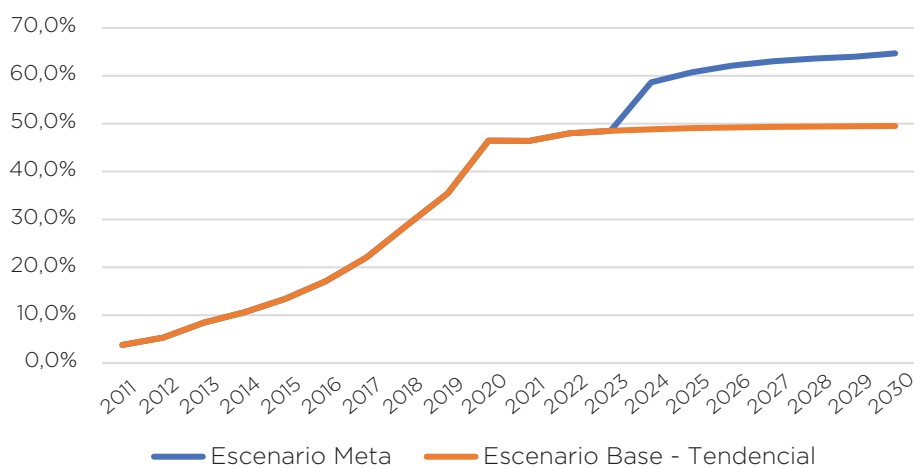
Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Para el cálculo del esfuerzo de inversión asociado a 4G, 5G y FTTH, se han tomado en cuenta los coeficientes que vinculan la inversión con la cobertura estimados a través de la metodología UQR descrita arriba, y representados en los gráficos 10, 11 y 12. Para el caso de la tecnología satelital, se toman en cuenta las estimaciones de costos reportadas en la sección “Modelización de costos asociados a la tecnología satelital”. El procedimiento se realiza de forma inversa, es decir, identificando cuál es la inversión necesaria para que el crecimiento de la cobertura sea el establecido en la meta. Como se mencionó más arriba, se trata de coeficientes que decrecen a medida que se alcanza mayores niveles de cobertura, precisamente porque el esfuerzo de inversión debe ser comparativamente mayor en la medida que se dejan atrás los despliegues en áreas urbanas y se avanza hacia poblaciones de menor densidad. Por otra parte, la trayectoria de cobertura establecida para alcanzar la meta sigue el patrón no lineal establecido por una función logística, tal como se ilustró en los gráficos 13 y 14. En el cuadro 34 se presenta el esfuerzo de inversión asociado al cumplimiento de las metas que surge de la simulación realizada.

Para el conjunto de la región, **el esfuerzo de inversión necesario para alcanzar las metas establecidas asciende a US\$125.462 millones acumulados entre 2022 y 2029, cifra que representa un 16% superior a las proyecciones tendenciales de inversión acumuladas para ese mismo período.** Se trata por tanto de un esfuerzo de inversión considerable, lo que implica que la inversión por habitante promedio del período asociada a los servicios fijos y móviles debe pasar de US\$27,5 a US\$31,2. Naturalmente, la situación varía por país, debido a los diferentes puntos de partida y a las metas establecidas en cada caso. En los países que están más cerca de alcanzar los niveles de metas aspiracionales el esfuerzo de inversión tiende a ser menor.

El gráfico 17 resume la trayectoria de cobertura de FTTH hasta el año 2030 tanto para el escenario tendencial como para el escenario de metas. La región llegaría a prácticamente un 65% de hogares pasados por fibra según las metas simuladas.

Gráfico 17. América Latina y el Caribe: evolución de cobertura de FTTH por escenario



Fuente: Telecom Advisory Services.

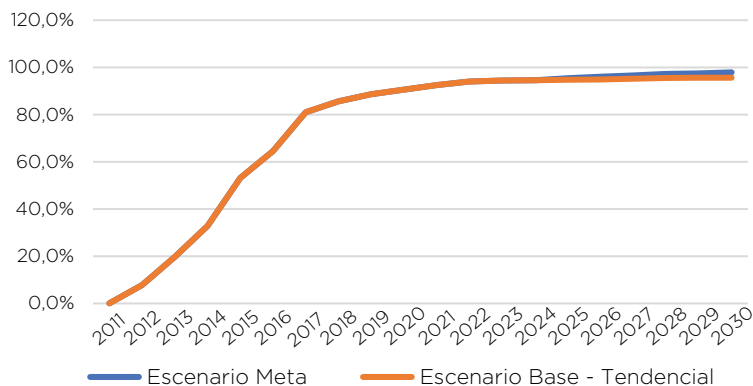


Cuadro 34. América Latina y el Caribe: Inversión necesaria para escenario de metas (acumulado 2022-2029)

País	Escenario tendencial (2030)			Escenario metas (2030)						
	Inversión anual per cápita (US\$)	Inversión acumulada (2022-29) (millones US\$)	Cobertura 4G (%)	Cobertura 4G + Satélite (%)	Cobertura 5G (%)	Cobertura FTTH (%)	Inversión anual per cápita (US\$)	Inversión acumulada (2022-29) (millones US\$)	Diferencia con el escenario tendencial (%)	
Argentina	21	7.098	98	99	85	68	25	8.455	19	
Bolivia	22	1.907	95	96	55	35	26	2.350	23	
Brasil	25	36.477	99	99	85	68	27	40.851	12	
Chile	83	11.734	99	99	99	85	95	13.742	17	
Colombia	26	9.600	98	99	75	60	32	12.091	26	
Costa Rica	59	2.122	98	99	80	60	65	2.355	11	
Ecuador	19	2.479	95	96	61	60	20	2.747	11	
Honduras	15	1.168	95	96	50	35	18	1.387	19	
Jamaica	47	864	98	99	50	80	55	1.052	22	
México	28	26.602	98	99	86	68	33	30.958	16	
Paraguay	18	997	99	99	60	45	20	1.108	11	
Perú	23	5.695	97	98	65	45	26	6.432	13	
Trinidad y Tobago	37	370	98	99	50	96	40	409	11	
Uruguay	50	1.246	99	99	99	96	59	1.525	22	
<b>ALC</b>	<b>27,5</b>	<b>108.361</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>81</b>	<b>65</b>	<b>31,2</b>	<b>125.462</b>	<b>16</b>	

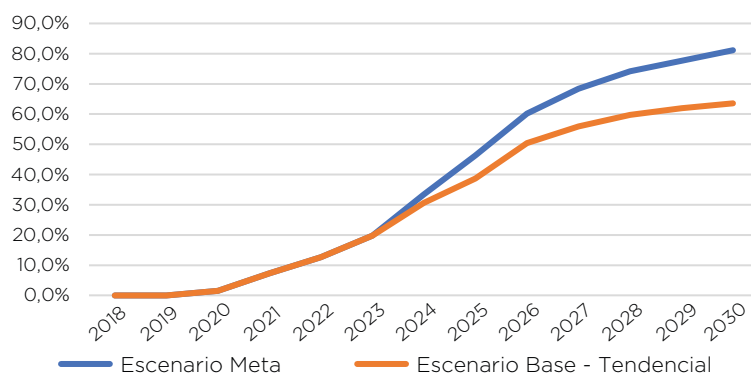
Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Gráfico 18. América Latina y el Caribe: evolución de cobertura 4G por escenario



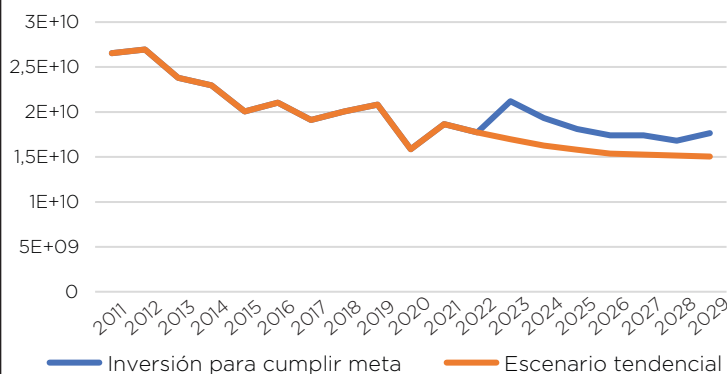
Fuente: Telecom Advisory Services.

Gráfico 19. América Latina y el Caribe: evolución de cobertura 5G por escenario



Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Gráfico 20. América Latina y el Caribe: inversión necesaria por escenario (a dólares constantes de 2021)



Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

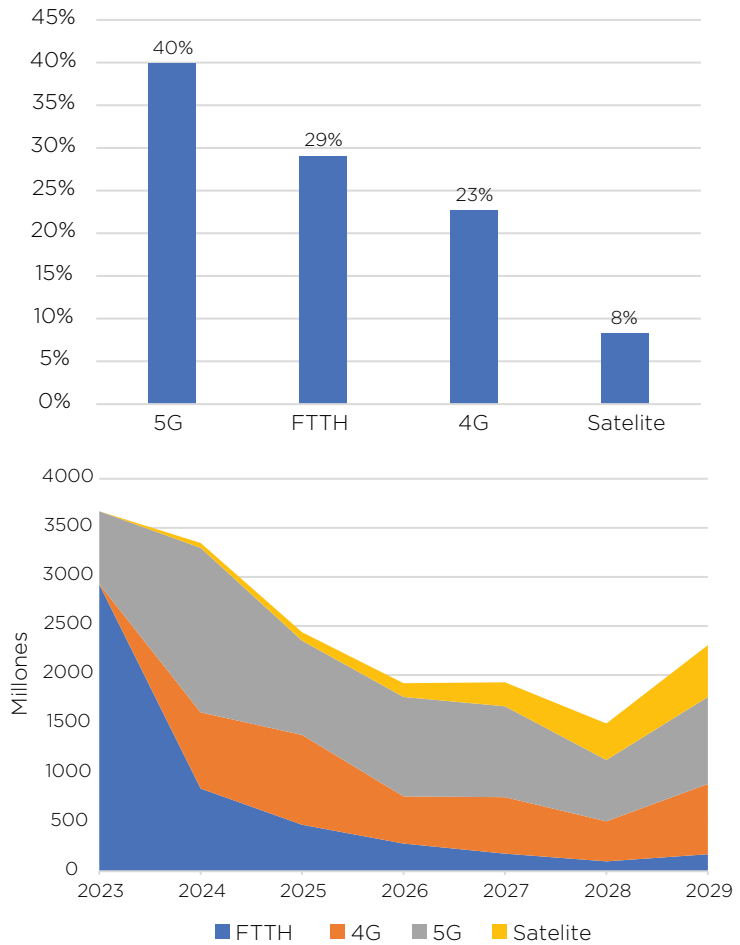
El gráfico 18 presenta la evolución de la cobertura 4G. En este caso, los incrementos bajo el escenario meta son muy moderados, dado que la región ya está en una fase madura de difusión de esta tecnología.

En cambio, las metas generarían un importante aceleramiento en el despliegue de 5G (véase el gráfico 19). La región alcanzaría casi un 81% de cobertura en esta tecnología.

El gráfico 20 presenta la inversión necesaria bajo los diferentes escenarios. Como es de esperar, el salto en inversión es muy relevante con respecto al caso tendencial, aunque el incremento fuerte se concentra en los años iniciales del período simulado, dado que los incrementos relativos en cobertura serán más fuertes al inicio, debido a la naturaleza de la proyección generada por la función de difusión logística. Una vez alcanzados los niveles de cobertura meta, la inversión tendería a acercarse a sus niveles “naturales”.

Por otra parte, el gráfico 21 presenta el destino de la nueva inversión (por encima de la tendencial) bajo el escenario de metas. La mayor parte de la inversión se destina a 5G, seguido por FTTH. El tercer destino de la inversión sería 4G, que a pesar de ser una tecnología cercana a la madurez, aún representará un monto considerable, debido a dos motivos: 1) debido a que en la fase avanzada en la que se encuentra la difusión de esta tecnología, el esfuerzo de inversión relativo aumenta considerablemente; y 2) debido a que gran parte de la inversión en esta tecnología debe destinarse a aumentar la capacidad de las redes existentes, lo que reduce los fondos disponibles para la expansión de la cobertura. Finalmente, la tecnología satelital representa el 8% de toda la nueva inversión, una cifra que incluye no solamente el CAPEX correspondiente a los pagos iniciales por enlace, sino también el OPEX mensual asociado.

Gráfico 21. América Latina y el Caribe: destino de la inversión extra



Fuente: Telecom Advisory Services.

## Conclusiones

En este módulo se han estimado las necesidades de inversión requeridas para cerrar la brecha de cobertura en ALC. Para ello, se han desarrollado una serie de modelos econométricos, tanto para el segmento fijo (FTTH) como móvil (4G y 5G), vinculando los niveles de cobertura con la inversión. El diseño de tales modelos ha tenido en cuenta el retardo que lleva a que la inversión se materialice en mayor cobertura, así como las no linealidades del vínculo entre la inversión y los aumentos de cobertura. También se ha tomado en consideración que las trayectorias de cobertura no suelen seguir una evolución lineal.

El diseño de escenarios ha considerado tanto una proyección tendencial como metas simuladas de aceleramiento en el despliegue de redes. El escenario tendencial consiste en la proyección tendencial de los indicadores de cobertura hacia el año 2030. El escenario de metas consiste en asumir que la región contaría con una cobertura 4G del 98% (99% incluida la tecnología satelital), mientras que la de 5G y de FTTH representarían respectivamente el 81% y el 65% de personas y hogares pasados.

Para el escenario tendencial, se asume que en cada país la inversión como porcentaje de las ventas convergerá hacia un nivel de largo plazo situado entre el 16% y 17%, cifra que se aplica a las proyecciones de ingresos para obtener la inversión tendencial. Tales cifras de inversión representan una cantidad de US\$108.361 millones, lo que equivale a US\$27,5 anuales per cápita. Por otra parte, el cumplimiento del escenario meta implica un gasto acumulado en el mismo período de US\$125.462 millones, lo que equivale en promedio a US\$31,2 anuales per cápita. Este esfuerzo de inversión es un 16% superior al del escenario tendencial.

El escenario meta aspiracional supone un importante crecimiento en el esfuerzo de inversión latinoamericano con respecto al escenario tendencial. Ello refleja que los operadores de telecomunicaciones deberían realizar un esfuerzo extra que hoy en día no se encuentran en condiciones de hacer dadas las circunstancias actuales, especialmente atendiendo a las recientes tendencias decrecientes de los ingresos sectoriales. Por tanto, para que un esfuerzo de inversión de tal magnitud sea posible, necesariamente las condiciones de entorno en la región deberían generar un marco facilitador de la inversión. Ello se analiza en la siguiente sección.

# MÓDULO



## RECOMENDACIONES DE MODELOS DE INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO PARA RESPONDER A LOS REQUISITOS DE INVERSIÓN

El módulo II del estudio concluyó estableciendo la diferencia entre los escenarios tendencial y de metas de cobertura e inversión, con lo cual se pudo medir la brecha entre los recursos dedicados a la inversión de capital y lo requerido para cumplir las metas de cobertura de las diferentes tecnologías. La conclusión de la sección precedente es que, para poder cerrar las brechas de cobertura, la región necesita invertir 16% más de lo que invierte actualmente.

La complejidad de este requerimiento es que, en las condiciones actuales, los operadores presentes en la región ya están invirtiendo el 23,40% de sus ingresos (20% si se descuentan los desembolsos en espectro). De cara al futuro, la reducción de ingresos ocasionada por ARPU decrecientes, combinada con la concreción de ciertos programas de despliegue resulta en una disminución de la inversión, con lo cual la brecha entre la proyección de inversión tendencial y la requerida en el escenario aspiracional tiende a aumentar. Es en este contexto que se deben considerar cambios fundamentales en el marco regulatorio, tributario y de políticas públicas que permitan generar una modificación en el monto de inversiones destinadas al despliegue de redes.

Este concepto se hace eco de un planteamiento hecho por economistas convocados por la Unión Internacional de Telecomunicaciones cuando establecieron las siguientes conclusiones:

- “Si hay una conclusión importante a extraer de COVID-19 es que no podemos volver a hacer las mismas cosas que hacíamos antes de la pandemia. (...) Desde una perspectiva regulatoria y de política pública, no podemos seguir haciendo lo mismo y esperar resultados diferentes. Debemos embarcarnos en la experimentación de nuevos marcos regulatorios, especialmente en países en vías de desarrollo que estarán limitados cada vez más en su capacidad de inversión. (...) Esto requiere reevaluar todos los temas que hasta el momento consideramos como inamovibles, yendo de cómo asignamos espectro, sobre cómo abordamos la gobernanza del sector y cómo financiamos bienes públicos como la conectividad a Internet” (UIT, 2020, pág. 21).
- “Los marcos regulatorios de la industria de telecomunicaciones deben ser modificados para estimular la inversión en infraestructura de redes, mientras se preserva un nivel ‘razonable’ de intensidad competitiva, migrando de una concepción de la regulación ‘purista’ a una ‘pragmática’” (UIT, 2020, pág. 22).

En esta sección se presenta una serie de recomendaciones que pueden ayudar a resolver la encrucijada planteada por las necesidades de aumento de la inversión en el marco de las limitaciones de la industria.

## Compartición de infraestructura

La compartición de infraestructuras pasivas puede realizarse de acuerdo con varios modelos. En el segmento móvil, en su nivel más básico, esta supone compartir la ubicación geográfica de las radiobases, por lo que todos los componentes de la red en el emplazamiento pertenecen a cada operador. Este modelo ahorra esencialmente el costo de alquiler o compra de un emplazamiento, aunque a veces es difícil encontrar una ubicación fija que responda a las necesidades de ingeniería de red de todos los operadores.

El siguiente nivel de compartición pasiva de redes móviles se refiere a las torres, en las que cada operador despliega sus propios equipos y tiene el control sobre ellos. En este caso, aunque el acuerdo de compartición se firma entre dos o más operadores, este puede incluir empresas independientes que actúan como anfitriones neutrales. En este modelo, los costos pueden reducirse significativamente cuando los operadores comparten activos físicos y redes de transporte. En este escenario, la compartición puede ser gestionada por el propietario de la torre, que actúa como terrateniente para los operadores que lo alquilan. El propietario puede ser un operador que comparte el emplazamiento o una empresa de torres independiente que proporciona la infraestructura. En el sector de la telefonía fija, la compartición pasiva puede incluir el uso de ductos proporcionados por un operador de infraestructuras (compañía eléctrica, compañía de agua, metro, etc.) o postes de una empresa de distribución de electricidad que cobra un canon por el uso del poste.

La compartición activa se extiende a los componentes electrónicos de la red y al espectro radioeléctrico, según diferentes modelos. En el modelo RAN,<sup>1</sup> el equipo compartido incluye las estaciones base, el Nodo B y los controladores de la red radioeléctrica, y puede extenderse a los cables de alimentación y las antenas, dejando que la red de transmisión y la red central funcionen de forma independiente. Bajo este modelo, los operadores controlan las celdas de su red central y tienen una operación independiente. El modelo de compartición de red de retorno (*backhaul*), añade a la infraestructura RAN compartida el canal de transmisión punto a punto. Este enfoque es útil para acelerar el despliegue y centrarse en la prestación de servicios de calidad. En el escenario de compartición de *backhaul*, existen varias opciones: el *backhaul* puede ser desplegado por una empresa conjunta de los operadores móviles participantes o por un tercero que desplegaría y operaría la infraestructura y la ofrecería a los operadores a través de un modelo de “plataforma como servicio”. El nivel más alto de compartición es el de la red básica, en la que pueden compartirse el registro de localización de hogares, la plataforma de facturación y los sistemas de valor añadido.

El análisis empírico de los beneficios de la compartición se enfoca en los efectos de la misma con base en datos históricos. Más recientemente, Hounghonon, Rossotto y Strusani (2021) presentaron un análisis que demostraba cómo la compartición de infraestructuras puede acelerar la conectividad digital a menor costo (especialmente en los mercados menos desarrollados, donde el rendimiento de la inversión puede ser limitado), reducir los costos de inversión y los gastos operativos para los operadores, al tiempo que beneficia a los consumidores al mejorar la competencia, reducir los precios y aumentar la calidad del servicio. Del mismo modo, Cabello, Rooney y Fernández (2021) llegaron a proyectar que la compartición de infraestructuras aumentaría hasta en 16 puntos porcentuales para 2030, impulsada, por un lado, por la creciente cuota de mercado de las empresas de infraestructuras (naturalmente más propensas a la compartición que los operadores de redes móviles), que se espera que alcance más del 67% para el total de emplazamientos; y, por otro lado, por un mayor nivel de compartición de redes a medida que los espacios públicos estén más fácilmente disponibles y se realicen acuerdos con otros sectores, como los servicios públicos. En esta línea, Wang y Sun (2022), centrándose en la industria de las telecomunicaciones móviles de China, demostraron que el uso compartido de la infraestructura de telecomunicaciones promueve la inversión total en redes de la industria.

Un análisis recientemente publicado por autores de este estudio demuestra asimismo que la compartición de infraestructura pasiva en el sector inalámbrico representa una palanca fundamental para acelerar el despliegue de tecnología (Katz et al., 2022).

## Impacto económico

Desde el punto de vista del cálculo de beneficios económicos, los análisis están típicamente basados en una desagregación de costos de componentes, calculando ahorros a partir del número de operadores que estarían compartiendo la inversión y las operaciones. Por ejemplo, Deloitte y APC (2015) plantea beneficios económicos para el despliegue de tecnologías fijas tanto en la fibra óptica de largo alcance como en las torres de redes inalámbricas. El estudio estipula que el costo anualizado de capital amortizado y operativo de una torre urbana es de US\$67.000 y una rural de US\$82.000. A partir de estas estimaciones, se asume un ahorro de US\$38.000 y US\$45.000 para dos operadores. De la misma manera, el costo de despliegue de 1 km de fibra óptica (en este caso en África) es de un rango entre US\$4.000 (para despliegue aéreo) y US\$20.000 (para despliegue en trinchera). El ahorro por operador depende del número de empresas que acuerdan compartir dicha infraestructura. De manera similar, en una encuesta de

<sup>1</sup> RAN, del inglés, *Radio Access Network*: Red de acceso de radio.

### Cuadro 35. Costo de una torre celular en US\$

	CAPEX	OPEX (mensual)
Urbano	30.000	200
Suburbano	100.000	400
Rural	200.000	800

Fuente: Telecom Advisory Services.

operadores de la República Dominicana, Vidal (2017) reporta que si bien solo el 10% del total de torres en dicho país son compartidas entre operadores, las empresas consultadas expresan que obtienen ahorro en inversión y operaciones. La compartición también se extiende a las empresas de banda ancha fija que comparten postes con empresas de distribución eléctrica. Asimismo, basado en los modelos económicos del estudio de

Deloitte (2015) citado arriba, el autor estima una reducción del 50% en el costo de construcción de una torre de 20 metros de altura compartida entre dos operadores.

Estimamos que en América Latina, el costo de capital de torres se ubica en un rango de US\$30.000 para medios urbanos, US\$100.000 para áreas suburbanas y US\$200.000 para zonas rurales (véase el cuadro 35).

Cada torre puede acomodar hasta cuatro operadores, con lo cual una compartición permite dividir los costos de infraestructura pasiva de manera proporcional. Alternativamente, si los operadores adquieren espacio en una torre operada por una empresa independiente, el costo mensual es aproximadamente US\$2.000. El radio de cobertura varía por zona (de 25 km en zona rural a 1 km en áreas urbanas).

### Ejemplos exitosos en ALC

ALC ya dispone de ejemplos exitosos de compartición de infraestructura:

- El caso de Internet para Todos en Perú demuestra el potencial de la compartición para resolver los desafíos de la brecha digital en zonas rurales.
- El régimen de compartición de infraestructura de Ecuador ha contribuido a resolver el problema de sobrepoblación de infraestructura móvil en medios urbanos.

#### *Internet para Todos (Perú)*

La Ley No. 30083 para el fortalecimiento de la competencia en la industria de telecomunicaciones móviles de Perú publicada en el Boletín Oficial el 6 de septiembre de 2013<sup>2</sup> hace referencia en su capítulo 2 a la creación de la figura del Operador de Infraestructura Móvil Rural<sup>3</sup> (OIMR) como de interés público y social. Esta ley determina que estos operadores deben brindar acceso al uso de su infraestructura a todo operador que lo solicite y que no tenga infraestructura propia desplegada. El mecanismo de compartición establecido en dicha ley no fue en realidad aprovechado suficientemente hasta la creación de Internet para Todos (IPT), cuyos clientes son los concesionarios móviles.<sup>4</sup> A través de la gestión del negocio, IPT obtiene prestado el espectro que las operadoras han comprado por concesión y lo usa para el despliegue de infraestructura para ser compartida. El modelo básico de la operación consiste en la entrega de Red como Servicio (*Network as a Service*), combinado con la compartición de infraestructura. Mediante este modelo, IPT vende a cada operador adherido al emprendimiento

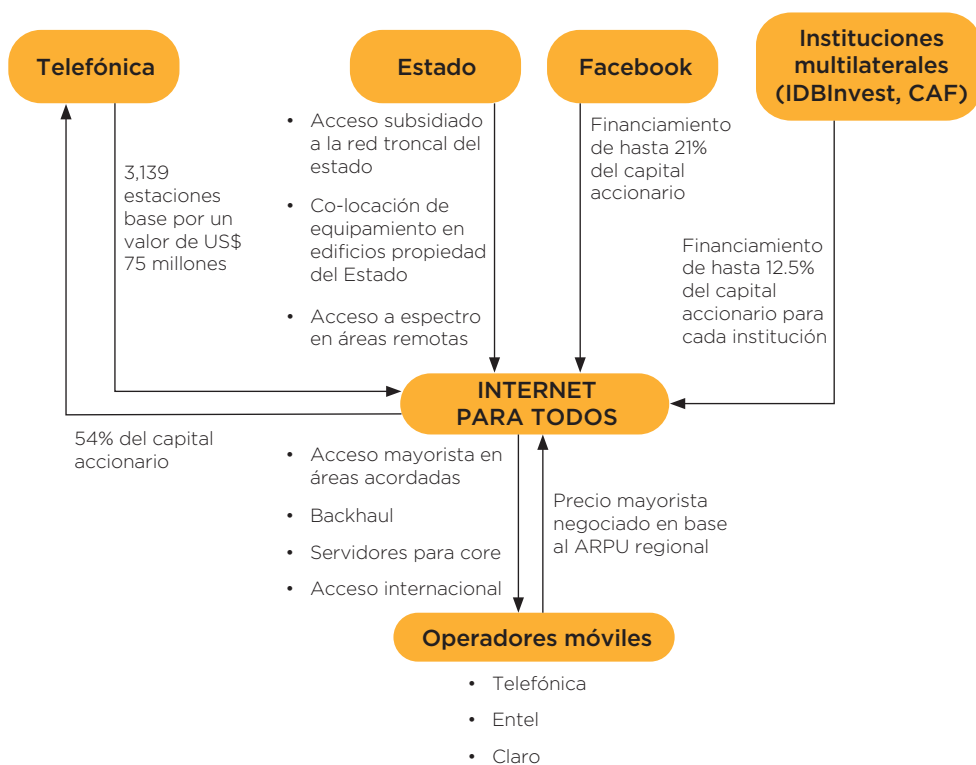
<sup>2</sup> Fuente: Ley 30083 - <https://bit.ly/3AlgKny>

<sup>3</sup> Para ser proveedor OIMR, se debe solicitar una concesión o licencia, así como una concesión de larga distancia.

<sup>4</sup> Fuente de la información: Entrevista a Teresa Gómez, Gerente General (Internet para Todos).



Diagrama 3. Internet para Todos: estructura del emprendimiento



Fuente: Telecom Advisory Services.

minutos y megabytes para el servicio de datos a precio mayorista. En este caso de análisis, IPT despliega estaciones de radiobases y construye red de retorno (*backhaul*) por fibra o microondas a la red de transporte de los operadores. Por otro lado, el *Core* (gestión de red, centrales telefónicas, salidas internacionales) es controlado por cada operador. En lo referente al transporte hasta la red de los operadores, IPT puede desplegar o subalquilar capacidad de transporte existente en la zona (a los operadores móviles o a redes regionales gestionadas por el Estado, como parte del programa de Red Dorsal).<sup>5</sup>

En mayo de 2022, la empresa cumplió tres años de operaciones. Al momento, los operadores participantes incluyen a Movistar, Entel y Claro (con un total de 2.500.000 usuarios). De las 3.200 torres que forman parte de la infraestructura del emprendimiento, 1.900 ya han migrado a 4G, de las cuales 60% ya cuentan con *backhaul* terrestre. Más allá de Telefónica, Entel está montado en 1.200 torres y ha recibido beneficios sustanciales en el aumento de abonados en zonas rurales. La estructura accionaria del emprendimiento se presenta en el diagrama 3.

En el cuadro 36 se presenta la cobertura poblacional del Perú por departamento provista por IPT. En general, a nivel nacional, la cobertura poblacional incrementó 1,85% entre 2020 y 2022.

<sup>5</sup> La Red Dorsal del Perú involucra el tendido de 13.500 km de fibra óptica en todo el país. Al momento, la red cubre 180 capitales de provincia de las 195. Con fines de proporcionar capilaridad, la Red Dorsal esta complementada con 21 redes regionales en proceso de despliegue.

Cuadro 36. IPT: Cobertura poblacional por departamento (en %)

ID	DEPARTAMENTO	2019	2020	2021	2022
1	Amazonas	0,00	8,33	11,21	10,98
2	Ancash	0,00	3,89	4,61	4,79
3	Apurímac	0,00	9,15	19,78	22,35
4	Arequipa	0,00	1,65	2,08	2,28
5	Ayacucho	0,00	8,89	15,92	16,73
6	Cajamarca	0,00	3,46	6,31	7,74
7	Callao	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Cusco	0,00	5,39	11,12	11,44
9	Huancavelica	0,00	11,50	23,72	24,14
10	Huanuco	0,00	5,20	6,82	6,81
11	Ica	0,00	0,05	0,05	0,83
12	Junín	0,00	1,00	2,61	4,07
13	La Libertad	0,00	2,10	2,69	2,78
14	Lambayeque	0,00	0,00	0,00	0,27
15	Lima	0,00	0,18	0,19	0,20
16	Loreto	0,00	0,24	2,14	2,26
17	Madre de Dios	0,00	3,38	3,61	8,15
18	Moquegua	0,00	0,72	1,51	1,46
19	Pasco	0,00	11,22	11,81	11,68
20	Piura	0,00	2,14	5,29	6,24
21	Puno	0,00	3,33	4,68	5,08
22	San Martín	0,00	4,62	6,39	6,60
23	Tacna	0,00	0,57	0,63	0,97
24	Tumbes	0,00	0,00	0,00	0,00
25	Ucayali	0,00	1,16	2,07	2,12
	<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>2,16</b>	<b>3,65</b>	<b>4,01</b>

Fuente: IPT.

En esa misma línea, entre 2016 y 2021, el acceso a Internet en el hogar incrementó en 23,35 puntos porcentuales (de 43,35% de la población a 66,70% de la población), en parte como consecuencia del emprendimiento Internet para Todos.

El modelo de IPT puede ser replicado en diversos ámbitos en la región, no solamente en áreas rurales o apartadas. Por ejemplo, dado lo costoso que resulta la cobertura en múltiples asentamientos de la región, un operador “neutro” que siga el modelo de IPT podría constituir una alternativa económicamente viable para mejorar la calidad de la conectividad de millones de personas en la región.

#### *Régimen de compartición en Ecuador*

El marco general para la compartición de infraestructura en Ecuador fue legislado mediante la expedición de la Resolución 163-06-CONATEL-2009 (Reglamento sobre el acceso y uso compartido

de infraestructura física necesaria para fomentar la sana y leal competencia en la prestación de servicios de telecomunicaciones). En el mismo año, mediante la Resolución 382-14-CONATEL-2009 se declaró la infraestructura física de compartición obligatoria a ciertos elementos de las redes. Por otra parte, en el año 2012, la Resolución TEL-803-29-CONATEL-2012 aprobó el método mediante el cual se determinaría el valor de la contraprestación del acceso y uso compartido, específicamente para casos de emisión de disposiciones solicitadas al regulador. El último marco normativo fue emitido en el año 2017, mediante la Resolución ARCOTEL-2017-0807, donde se expide la Norma Técnica para Uso Compartido de Infraestructura Física de los Servicios del Régimen General de Telecomunicaciones, y se estipula la presentación de Ofertas Básicas a los prestadores para conocimiento de quienes requieran el acceso a la infraestructura.

Como resultado de este marco normativo, entre 2015 y 2019, el número total de parroquias que tienen al menos un sitio compartido aumentó de 79 a 104. Es importante señalar que, con respecto al número promedio de sitios que poseen los operadores (alrededor de 2.700 en el año 2019 para cada operador), las infraestructuras compartidas (242 sitios en total) representarían un 3,14%. Vale mencionar que, a pesar de presentar mayor compartimiento en parroquias rurales, la característica principal de la tendencia es la compartición de sitios físicos en las zonas urbanas. Esto ocurre como resultado de la promoción de la compartición en espacios con alta saturación de torres donde los operadores deben acomodar la demanda creciente de tráfico.

## Mejores prácticas de compartición de infraestructura a difundir en ALC

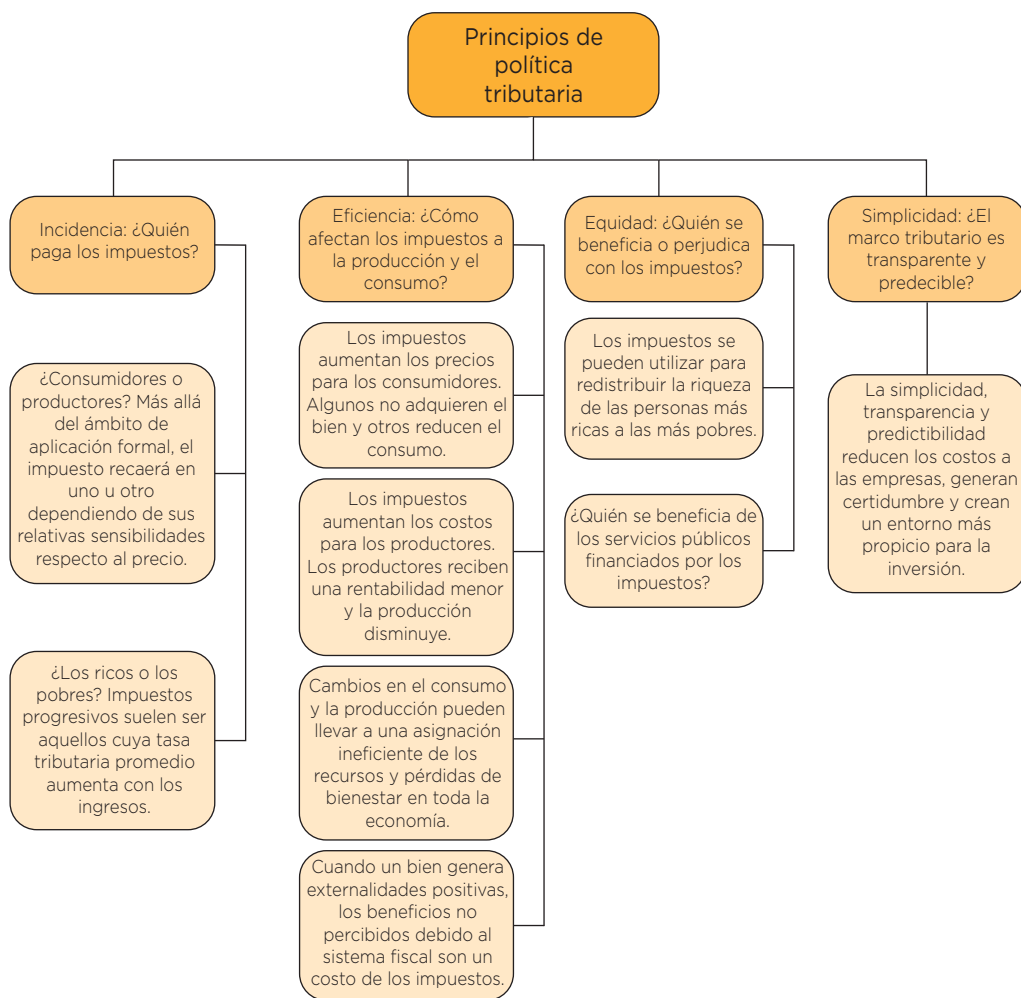
La evidencia plantea que, más allá del beneficio económico que la compartición de infraestructura representa para los operadores de telecomunicaciones, esta conlleva un impacto socioeconómico fundamental: el aumento en la adopción de tecnologías digitales. Los gobiernos de ALC deben avanzar en la reglamentación de la compartición de infraestructura, sobre todo en lo referente a tecnologías inalámbricas, dado que estas representan una contribución al cierre de la brecha digital rural. En este sentido, el modelo de Internet para Todos representa una combinación ideal de acuerdos entre operadores móviles y plataformas de Internet, con la contribución del sector público y de bancos de desarrollo. Sin embargo, la posibilidad de extensión del modelo a otros países de la región es difícil porque todavía no existe en otros países una figura regulatoria de OIMR como está reglamentado en Perú, y todavía no se han estipulado condiciones de despliegue e incentivo en zonas rurales sobre aspectos como calidad, tarifas por uso de frecuencias, compartición de espectro, entre otros.

A nivel de mejores prácticas, se puntualiza la necesidad de permitir y estimular la compartición de componentes activos y pasivos de manera voluntaria a través de acuerdos comerciales. Asimismo, se recomienda no introducir un sesgo regulatorio a la compartición activa, sobre todo en lo referente al control de las tendencias anticompetitivas que pueden desencadenarse en una compartición sin controles. Además, se menciona que si bien la compartición de infraestructura puede bajar las barreras de entrada en las redes de acceso, también puede crear problemas o distorsiones en mercados adyacentes o relacionados. Por ejemplo, la compartición puede ocasionar una reducción de incentivos a invertir en redes o innovar el desarrollo de productos. En términos de obstáculos a la implantación de reglamentos de compartición, la ausencia de compartición está principalmente ligada a la falta de reglamentación en la compartición intersectorial, sobre todo con las empresas de electricidad, y la ausencia de marcos regulatorios estables y transparentes.

## Modificaciones en el marco tributario

Un análisis de la experiencia internacional indica que el aceleramiento de la inversión en telecomunicaciones y el avance de la economía digital están condicionados por una modificación del marco tributario. Una política tributaria efectiva debe considerar una serie de factores

Diagrama 4. Principios a considerar en el diseño de un marco tributario



Fuente: Adaptado de Deloitte (2012).

que deben equilibrarse, que abarcan desde las propias necesidades fiscales de los gobiernos, hasta cómo evitar ineficiencias y distorsiones que afecten negativamente al desempeño de los mercados. El diagrama 4 sintetiza los principales principios a considerar.

Un primer elemento para considerar es el de la **incidencia** de un potencial impuesto, es decir, sobre quién recae el pago del mismo. Más allá del sujeto gravado desde el punto de vista formal, el impuesto terminará recayendo más en uno u otro actor (vendedor o comprador) dependiendo de sus respectivos niveles de elasticidad respecto al precio.

Un segundo atributo relevante es la **eficiencia**. Los impuestos incrementan los precios a los consumidores y los costos a las empresas, por lo que reducen las cantidades transadas en los mercados, así como los recursos disponibles para invertir. En este sentido, un sistema tributario eficiente debería estar basado en bajas tasas impositivas aplicadas en una amplia base imponible (y no en sentido contrario). De esta manera se minimizan los posibles efectos negativos en consumidores y empresas.

En línea con el concepto de eficiencia, los impuestos deben promover o desestimular la generación de externalidades, dependiendo de si estas son de carácter positivo o negativo. Así, la teoría económica sugiere gravar de forma reducida o moderada aquellos servicios que se pretende estimular su consumo, mientras que, por el contrario, se incrementan los gravámenes de aquellos bienes que se entiende que generan efectos negativos sobre la sociedad (tal es el caso del tabaco, el alcohol o los juegos de azar). Cabe tener en cuenta que la aplicación de impuestos genera un aumento de la barrera de asequibilidad para los consumidores, al incrementar los costos de adquisición. Es en este sentido que la tributación aplicable al sector de las telecomunicaciones no debería ser superior al promedio de los sectores de la economía, y en esa línea, la aplicación de impuestos específicos genera ineficiencias al incrementar los precios y por tanto reducir el nivel de consumo de servicios que se deberían estimular, dados los efectos socioeconómicos positivos que genera.

Un principio que deben seguir los esquemas tributarios es el de **equidad**, entendida tanto desde el punto de vista vertical (evitando efectos regresivos sobre los sectores más vulnerables) como horizontal (empresas de características similares deberían estar gravadas de forma equivalente). En este sentido, los impuestos específicos a la adquisición de servicios de tecnologías de la información y las comunicaciones suelen generar inequidades en el sentido regresivo-vertical, dado que afectan a todos los consumidores, independientemente de su nivel de ingreso.

Finalmente, es importante resaltar la **simplicidad**, otro atributo relevante de todo marco tributario. La simplicidad está asociada a características como la transparencia y la predictibilidad. Estas propiedades son deseables en la medida que reducen los costos a las empresas, generan certidumbre y crean un entorno más propicio para la inversión.

Si bien el objetivo primario de un marco tributario es generar financiamiento para solventar el costo de operaciones de la administración pública y la provisión de servicios, los impuestos pueden ser introducidos para satisfacer otros objetivos como la protección de industrias nacionales, o capturar fondos para objetivos específicos de política pública (por ejemplo, reducir la brecha digital). Para satisfacer dichos objetivos, naciones y entes subnacionales (provincias, municipalidades) introducen un cúmulo de impuestos, tasas y permisos para maximizar objetivos de diferente índole.

Los impuestos a las ventas son considerados como un tributo alternativo para recaudar ingresos, en la medida en que ciertas administraciones dependen principalmente de esta imposición para evitar la recaudación de impuesto a la renta. Asimismo, ciertos impuestos pueden ser introducidos para reducir el consumo de algunos bienes y servicios (por ejemplo, licor, tabaco y automóviles de alta gama). Por otra parte, algunos impuestos pueden modificarse por exenciones para facilitar la adquisición de bienes por parte de poblaciones económicamente vulnerables (Katz y Callorda, 2015).

Los aranceles a la importación son impuestos cuya finalidad es proteger industrias nacionales en desarrollo hasta que las mismas avancen en la creación de ventajas comparativas, defender industrias estratégicas (como el acero, el armamento y la energía), proteger recursos no renovables, o limitar prácticas anticompetitivas. Estos se calculan como porcentaje del precio de importación *ad valorem*.

En general, el arancel implica un aumento en el precio de adquisición del bien, con la erosión natural del excedente del consumidor. Sin embargo, es importante reconocer que dicha reducción debe ser comparada con la ganancia en el excedente del productor resultante de la protección de industrias locales, así como la creación de puestos de trabajo. La investigación demuestra, sin embargo, que la reducción en excedente del consumidor como resultado del arancel tiende a ser

### Cuadro 37. América Latina y el Caribe: situación actual del marco tributario

	Suma de tasas regulatorias (en %)	Impuestos específicos a servicios móviles (en %)	Aranceles de importación equipamiento (en %)	Aranceles de importación de teléfonos inteligentes (en %)
Argentina	1,50	26,26	7,90	2,10
Bolivia	2,29	16	9,80	15
Brasil	2,50	28,74	12,90	10,70
Chile	0	0	6	6
Colombia	2,06	23	0	0
Costa Rica	3,25	15	0	0
Ecuador	NA <sup>1</sup>	10	7,60	15
El Salvador	0,10	13	0	0
Guatemala	0,02	12	0	0
Honduras	2,73	15	0	0
México	0	16	4,20	0
Nicaragua	1,42	15	20% impuesto selectivo	20% impuesto selectivo
Panamá	2,44	12	0	0
Paraguay	1,00	10	2,90	1,95
Perú	2,00	0	0	0

Fuentes: UIT, GSMA, OMC, entrevistas a operadores, Telecom Advisory Services.

<sup>1</sup> El pago por concentración del mercado fue derogado en 2023.

mayor que el excedente del productor. Por ejemplo, el incremento en el precio de adquisición del bien puede resultar en una disminución en el ritmo de difusión de las tecnologías de avanzada.

Finalmente, pueden introducirse impuestos específicos para recaudar fondos con objetivos específicos de política pública. Estos impuestos son ventajosos en términos de su predictibilidad y bajos costos de transacción, aunque al incrementar el precio de adquisición pueden afectar el consumo de ciertos bienes por parte de la población económicamente vulnerable. Desde una perspectiva institucional, estos impuestos presentan una dificultad en términos de poder ser asignados al objetivo para el cual fueron concebidos, y podrían ser usados para financiar otras actividades del Estado.

La implementación de un marco tributario y de contribuciones equilibrado incluye la imposición de tasas regulatorias moderadas, niveles de contribución al fondo de servicio universal (FSU) en línea con las mejores prácticas internacionales, la eliminación de impuestos específicos a las telecomunicaciones y la eliminación de aranceles a la importación de equipamiento, como la fibra óptica y el cableado, y a los dispositivos para consumidores, como teléfonos inteligentes. En particular, más allá de estar sujetos a una imposición moderada, los aportes hechos por operadores al FSU deberían ser utilizados en el sector, de forma ágil y transparente con un claro énfasis en la reducción de la brecha de cobertura en áreas rurales. En caso de

que queden remanentes sin asignar, sería deseable disminuir la contribución obligada hasta que se produzca el uso efectivo de esos recursos ociosos.

En el cuadro 37 se sintetiza la situación actual en 12 países de la región. Cabe destacar que, atendiendo a las limitaciones en los datos disponibles, se consideran como suma de tasas regulatorias exclusivamente a la tasa por licencia que se paga al regulador, la contribución al FSU, tasas por activación o numeración, e impuestos por concepto de seguridad. Es decir, no se están incluyendo todas las contribuciones de naturaleza regulatoria dado que no se cuenta con datos congruentes por país para todas ellas (por ejemplo, sobre los pagos por concepto de espectro). Los datos que sirven de base son el relevamiento de documentación oficial y entrevistas llevadas a cabo con reguladores y operadores de telecomunicaciones locales.

Dada la carga tributaria actual en diferentes países de la región, se puede resumir que los niveles son elevados, especialmente en comparación con los aplicables en las economías más avanzadas digitalmente. Por ejemplo, los países más desarrollados no suelen imponer impuestos específicos a servicios móviles, ni aranceles a la importación de equipos o de teléfonos inteligentes. Por otra parte, la aplicación de tasas regulatorias suele limitarse a cubrir exclusivamente los costos asociados a la regulación. En definitiva, existe un importante espacio para reducir tributos que permitiría dinamizar al sector.

Cuadro 38. Modelo de impacto de la tributación en la inversión

Variable dependiente: Log (CAPEX)	
Log (CAPEX) <sub>t-1</sub>	0,667*** [0,066]
Log (Ingresos) <sub>t-1</sub>	0,343*** [0,067]
Log (HHI)	0,073 [0,075]
Población urbana	0,001 [0,001]
Log (PIB per cápita) <sub>t-1</sub>	-0,080** [0,032]
Tasas regulatorias	-0,016* [0,010]
Impuesto a la renta empresarial	-0,009** [0,005]
Aranceles a importación de equipos (binaria)	-0,147*** [0,042]
IVA	0,008 [0,006]
Impuestos laborales	-0,003 [0,003]
Otros impuestos	-0,000 [0,002]
<b>Efectos fijos de año</b>	<b>Sí</b>
<b>Arellano-Bond test para AR(1) en primeras diferencias</b>	<b>-3,63***</b>
<b>Arellano-Bond test para AR(2) en primeras diferencias</b>	<b>-1,40</b>
<b>Test de Hansen</b>	<b>31,71</b>
<b>Observaciones</b>	<b>368</b>
<b>Método de estimación</b>	<b>GMM Arellano-Bond</b>

Fuente: Telecom Advisory Services.  
Notas: \*p<10%, \*\*p<5%, \*\*\*p<1%. Errores estándar robustos entre paréntesis.

### Impacto de reducciones fiscales en la inversión de capital

A efectos de simular el impacto de potenciales reducciones fiscales en la inversión, se modeliza una ecuación que cuenta con el CAPEX como variable dependiente y una serie de tributos que afectan a la disponibilidad de recursos financieros para la inversión como regresores (véase el cuadro 38).<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Este modelo fue desarrollado para 108 países para el período comprendido entre 2009 y 2018, con una muestra total de 368 observaciones.

Cuadro 39. Modelo de impacto de la calidad regulatoria  
en la inversión de telecomunicaciones

Variable dependiente: Log (CAPEX)	
Log (CAPEX) <sub>t-1</sub>	0,336* [0,180]
Log (Ingresos) <sub>t-1</sub>	0,583*** [0,179]
Regulatory Tracker	0,017** [0,007]
Log (PIB per cápita) <sub>t-1</sub>	-0,013 [0,187]
Población urbana	-0,004 [0,008]
<b>Efectos fijos de año</b>	<b>Sí</b>
<b>Arellano-Bond test para AR(1) en primeras diferencias</b>	<b>-2,00**</b>
<b>Arellano-Bond test para AR(2) en primeras diferencias</b>	<b>-0,78</b>
<b>Test de Hansen</b>	<b>110,43</b>
<b>Observaciones</b>	<b>875</b>
<b>Método de estimación</b>	<b>GMM Arellano-Bond</b>

Fuente: Telecom Advisory Services.

Notas: \*p<10%, \*\*p<5%, \*\*\*p<1%. Errores estándar robustos entre paréntesis. Variable regulatoria tratada como endógena utilizando instrumentos externos.

Tomando en cuenta los coeficientes presentados en el cuadro 38, cada punto de reducción de la tasa regulatoria, de reducción de impuesto a la renta empresarial o la eliminación de aranceles a la importación de equipos generan un impacto positivo en la inversión.

## Cambios en el marco regulatorio

La regulación se concibe como mecanismos de monitoreo y control de un sector de la economía con el propósito de proteger a los consumidores contra los efectos de abuso monopólico, proteger a los inversionistas, monitorear el desempeño de operadores en términos de la calidad del servicio y proteger el medio ambiente. La regulación es, por tanto, un medio para obtener ciertos resultados, no un fin en sí mismo.

El estudio de la regulación en la industria de las telecomunicaciones y la economía digital ha evolucionado con el desarrollo de la industria, desde la protección de consumidores en contextos monopólicos en los orígenes al estímulo de la competencia y el desarrollo de incentivos para la generación de eficiencias estáticas y dinámicas. Si bien es frecuente que los reguladores se ocupen de las eficiencias estáticas (relacionadas con la disminución de precios), las dinámicas son también importantes. Estas están vinculadas al mejoramiento de las opciones para consumidores (nuevos productos), desempeño y calidad de las ofertas, y están relacionadas con la inversión de capital. Como se mencionaba arriba, si la inversión no acompaña el crecimiento del tráfico, la calidad del servicio se resiente. De manera similar, si la inversión de capital no se destina a la innovación, las opciones para los consumidores disminuyen. El punto



central en este aspecto es determinar cómo puede el marco regulatorio ejercer un impacto en la tasa de inversión de capital del sector.

Una modernización del marco regulatorio de las telecomunicaciones debería incluir, entre otras iniciativas, el otorgamiento de licencias convergentes, la disponibilidad de cantidades suficientes de espectro radioeléctrico a precios razonables, el permiso para transar este recurso en el mercado secundario con la aquiescencia del regulador, así como llevar adelante el reordenamiento (*refarming*) del mismo, y la definición del concepto de poder significativo de mercado con base en criterios que vayan más allá de la simple cuota de mercado.<sup>7</sup>

### *Impacto de la modernización regulatoria en la inversión de capital*

A efectos de estimar el incremento potencial de la inversión de capital de telecomunicaciones como resultado de potenciales reformas regulatorias, se recurrió al indicador del rastreador regulatorio *ICT Regulatory Tracker* de la UIT, que mide el nivel de calidad regulatoria de los países a partir del relevamiento acerca del cumplimiento de las mejores prácticas en la materia. Se toma en cuenta la última edición del índice (2022), que analiza los regímenes regulatorios en más de 190 países del mundo.

El índice del *ICT Regulatory Tracker* está compuesto por 50 indicadores agrupados en cuatro pilares: Autoridad regulatoria, Mandato regulatorio, Régimen regulatorio y Entorno competitivo. Los datos se obtienen de encuestas llevadas a cabo por la UIT a las autoridades regulatorias de cada país, con regularidad anual desde el año 2007. La identificación de las buenas prácticas por parte de la UIT se basa en los lineamientos emitidos en el Simposio Mundial para Organismos Reguladores (GSR) promovido por dicha entidad. Ello implica que se trata de buenas prácticas validadas en los ámbitos de discusión de los reguladores a nivel mundial, por lo que constituye una herramienta útil para medir y comparar el estado de la regulación en cada país.

En el cuadro 39 se presentan las estimaciones econométricas que identifican que cada punto de incremento en el índice del *Regulatory Tracker* se asocia con un aumento del CAPEX de telecomunicaciones del 1,7%.<sup>8</sup>

La región cuenta con un importante espacio de potencial mejora en el ámbito regulatorio, según las propias clasificaciones de la UIT sobre generaciones regulatorias, que abarcan desde el nivel G1 hasta G4. Actualmente, ALC se encuentra situado en el nivel de generación G3 (clasificación para puntajes mayores a 70 y menores a 85), dado que el puntaje promedio es de 81 (véase el cuadro A2 del Anexo). En esa categoría se ubican varios países de la región, junto con otras economías de Asia Pacífico y algunas europeas, por ejemplo. La potencial mejora regulatoria de la región pasaría por alcanzar la generación G4, grupo en el que suelen situarse los países de la OCDE.

Si la región logra avanzar hacia una mejora regulatoria como la planteada por las mejores prácticas de la UIT, la inversión debería incrementarse, como sugieren los resultados del cuadro 39.

<sup>7</sup> Otros criterios que pueden influir en el poder de mercado son el geográfico, el control de facilidades esenciales, el acceso a recursos financieros y las economías de escala. A su vez, un enfoque moderno debería revisar de forma periódica las fronteras de los mercados dado que, en parte debido a la convergencia, estos pueden transformarse como resultado de la irrupción de servicios provistos desde plataformas diferentes pero que pueden ser sustitutivos a los ojos de los usuarios.

<sup>8</sup> Este modelo fue desarrollado para 145 países para el período comprendido entre 2008 y 2019, y la muestra total contó con 875 observaciones.

## Disponibilidad de espectro a precios razonables

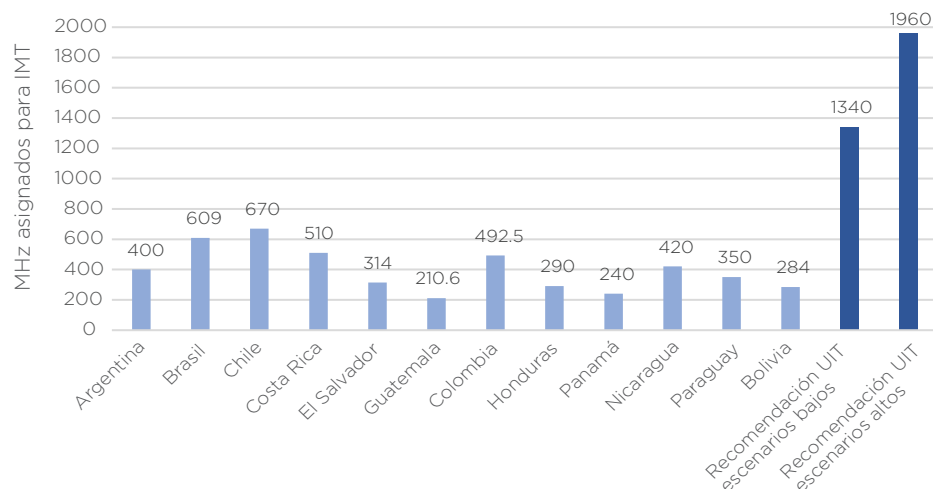
De los elementos regulatorios antes mencionados, cabe destacar, en particular, el caso del espectro radioeléctrico, en primer lugar, por la falta de cantidades asignadas de este recurso (lejos de las recomendaciones de UIT) (véase el gráfico 22).

En segundo lugar, los precios del espectro en la región son considerablemente más elevados que en otros países más avanzados digitalmente. Por ejemplo, el costo del espectro en ALC es, en promedio, 1,7 veces superior al de Europa en bandas bajas. A efectos comparativos, se han relevado 87 concursos de espectro llevados a cabo en Europa y en ALC desde el año 2010. Ajustando por ancho de banda, duración de licencias y por diferencias en población y capacidad de pago (PIB per cápita), es posible comparar tales valores, que ilustran lo excesivo de los pagos por este recurso en ALC.

Existen casos en la región para los que este recurso ha alcanzado costos muy significativos, como es el caso de las subastas de banda 700 MHz en Panamá (2015), Colombia (2019), Bolivia (2013), Perú (2016) y Paraguay (2018). En cambio, es de destacar que lo pagado por la banda de 700 MHz en Argentina, Brasil y Uruguay es un valor cercano al promedio europeo, mientras que el caso chileno se destaca por los bajos costos de este recurso, debido a que la modalidad predominante de concurso no ha sido subasta, sino concurso público por revisión comparativa (*Beauty Contest*), donde los operadores compiten por proyectos de despliegue. Este tipo de mecanismos de asignación es mucho más eficiente en términos de inversión y de cobertura (véase el gráfico 23).

Algo similar ocurre con las bandas medias (mayores de 1 GHz pero menores de 2,5 GHz). En promedio, el costo del espectro en ALC es más de dos veces superior al de Europa. Resultaron excesivamente costosas las subastas llevadas a cabo en 1700 MHz en Honduras (2013), Uruguay (2013), Argentina (2014) y Bolivia (2014); en la banda de 1800 MHz en Costa Rica (2017); y en 1900 MHz en Nicaragua (2010) (véase el gráfico 24). En el otro extremo, destacan nuevamente Chile y Brasil por sus niveles razonables, por debajo incluso que la media de Europa.

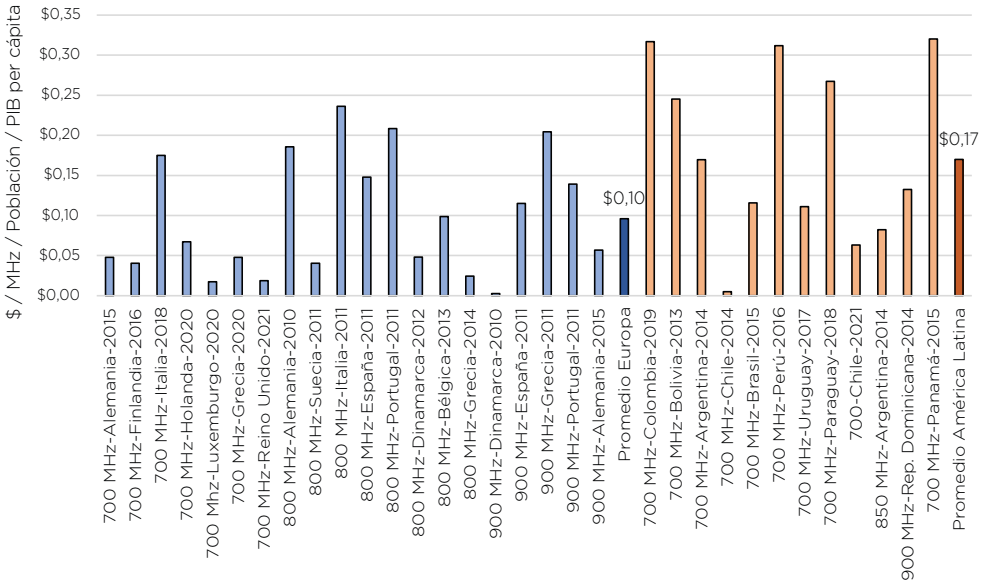
Gráfico 22. Espectro asignado para las telecomunicaciones móviles internacionales en ALC (2021)



Fuente: 5G Américas.

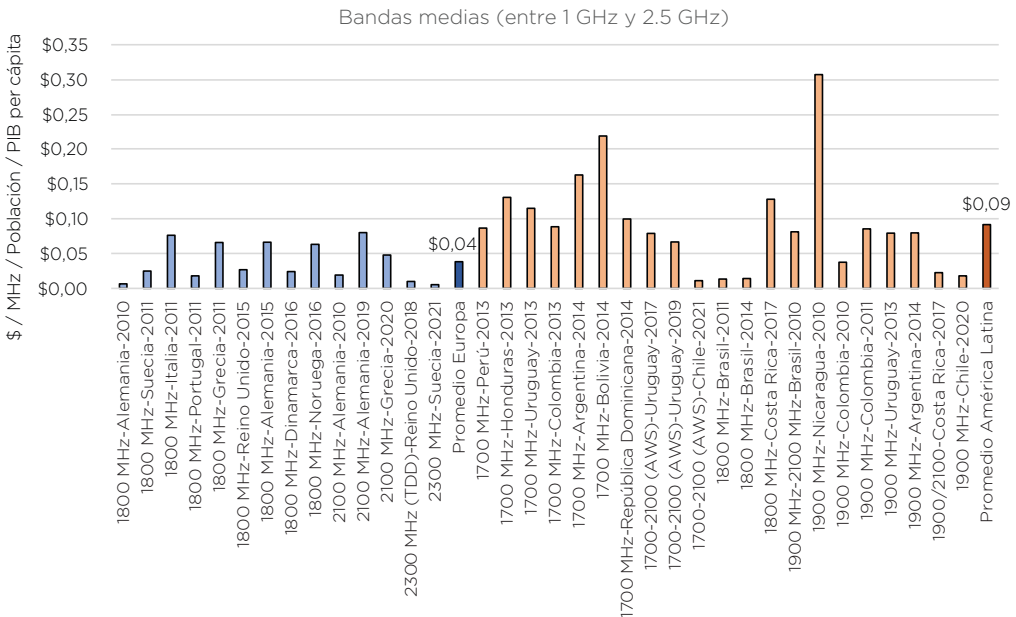
Nota: IMT = Telecomunicaciones Móviles Internacionales (por sus siglas en inglés).

Gráfico 23. Precio pagado por espectro en bandas bajas (1 GHz o menor)



Fuente: Información sobre MHz asignados y montos resultantes de concursos relevada de medios de prensa.

Gráfico 24. Precio pagado por espectro de bandas medias (entre 1 GHz y 2,5 GHz)



Fuente: Información sobre MHz asignados y montos resultantes de concursos relevada de medios de prensa.

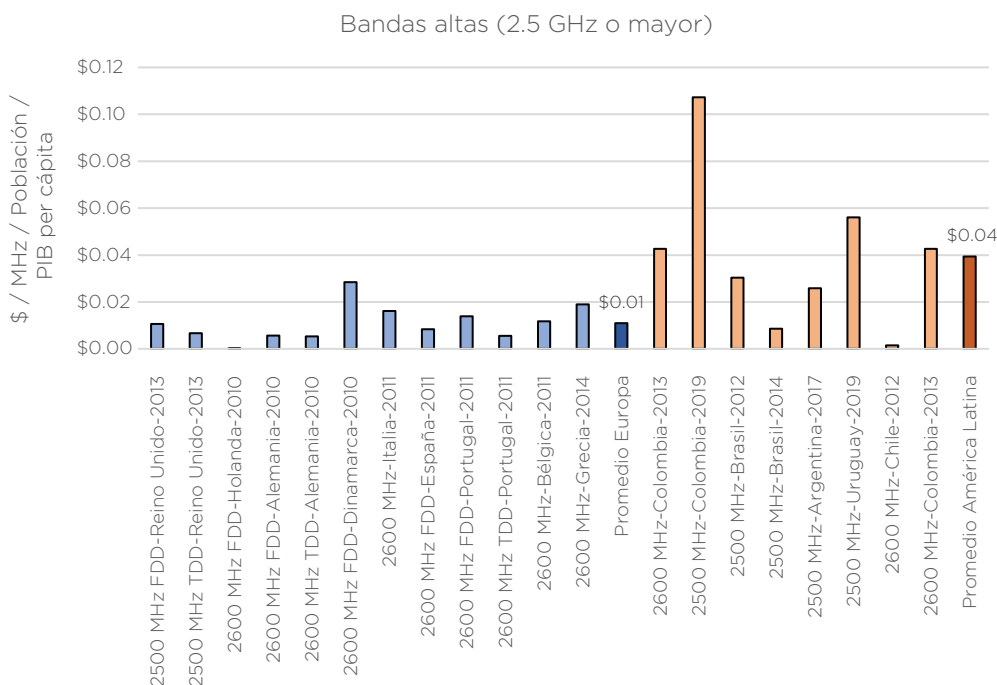
En bandas altas (gráfico 25), por encima de 2,5 GHz, los concursos no han sido tan frecuentes, pero en los casos identificados se repite el patrón anterior: precios por espectro considerablemente más elevados que en los países europeos, por muy amplio margen. Colombia y Uruguay destacan como casos de precios excesivos, considerando el concurso de 2,5 GHz que ambos países llevaron a cabo. Al igual que en la comparación de bandas bajas y medias, en este caso nuevamente Chile (banda de 2,6 GHz en 2012) y Brasil (banda de 2,5 GHz en 2014) se destacan en relación con los restantes países de la región por no perseguir un afán recaudatorio en la asignación de espectro.

La evidencia empírica demuestra que cuando se prioriza la recaudación a la hora de asignar el espectro, los despliegues de redes una vez asignado este recurso pueden comprometerse seriamente. Alternativamente, una reducción de 1% en los pagos de espectro está asociada con un incremento de 0,45% de cobertura 4G en países en desarrollo (Bahía y Castells, 2021). Los beneficios de la reducción del costo del espectro son muy relevantes, tanto de forma directa (mayor inversión y adopción de servicios) como indirecta (por el crecimiento del PIB asociado a una mayor penetración). Una mayor penetración de servicios de telecomunicaciones y el crecimiento del PIB asociado generarán aumentos en la recaudación tributaria que podrían compensar lo que el Estado deja de recaudar por bajar el costo del espectro.

### ***Impacto de la reducción de precios de espectro en los despliegues de redes***

En lo que respecta al impacto de la modificación en los precios de espectro, se toman en cuenta las estimaciones ya mencionadas de Bahía y Castells (2021) que asocian una

Gráfico 25. Precio pagado por espectro en concursos de bandas altas (más de 2,5 GHz)



Fuente: Información sobre MHz asignados y montos resultantes de concursos relevada de medios de prensa.

reducción de 1% en los precios de espectro con un incremento de 0,45% de cobertura 4G en países en desarrollo.

Para simular en qué porcentaje podrían reducirse los precios de espectro, se toma como referencia los valores cobrados en concursos de países europeos, ajustados por ancho de banda, población, PIB per cápita y duración de licencia (véase el cuadro 40).

**Cuadro 40.** Aumento en la cobertura por reducción de precios de espectro (valores en US\$ ajustados por MHz, población, PIB per cápita y años de licencia)

Item	Concepto	Valor	Fuente
(1)	Precio pagado por espectro en concursos de bandas bajas (1 GHz o menor) en Europa	0,10	Concursos llevados a cabo en Alemania, Finlandia, Italia, Holanda, Luxemburgo, Grecia, Reino Unido, Suecia, España, Portugal, Dinamarca, Bélgica (2010-2021)
(2)	Precio pagado por espectro en concursos de bandas bajas (1 GHz o menor) en América Latina	0,17	Concursos llevados a cabo en Colombia, Bolivia, Argentina, Chile, Brasil, Perú, Uruguay, Paraguay, Panamá, República Dominicana (2010-2021)
(3)	Precio pagado por espectro en concursos de bandas medias (entre 1 GHz y 2,5 GHz) en Europa	0,04	Concursos llevados a cabo en Alemania, Suecia, Italia, Portugal, Grecia, Reino Unido, Dinamarca, Noruega (2010-2021)
(4)	Precio pagado por espectro en concursos de bandas medias (entre 1 GHz y 2,5 GHz) en América Latina	0,09	Concursos llevados a cabo en Perú, Honduras, Uruguay, Colombia, Argentina, Bolivia, República Dominicana, Chile, Brasil, Costa Rica, Nicaragua (2010-2020)
(5)	Precio pagado por espectro en concursos de bandas altas (más de 2,5 GHz) en Europa	0,01	Concursos llevados a cabo en Reino Unido, Holanda, Alemania, Dinamarca, Italia, España, Portugal, Bélgica, Grecia (2010-2014)
(6)	Precio pagado por espectro en concursos de bandas altas (más de 2,5 GHz) en América Latina	0,04	Concursos llevados a cabo en Colombia, Brasil, Argentina, Uruguay, Chile (2012-2019)
(7)	Promedio precio de espectro en Europa	0,05	$((1)+(3)+(5))/3$
(8)	Promedio precio de espectro en América Latina	0,10	$((2)+(4)+(6))/3$
(9)	Reducción porcentual en precios de espectro para alcanzar niveles europeos	50,0%	$-((7)-(8))/(8)$
(10)	Aumento en la cobertura 4G por reducción de espectro de 1%	0,45%	Bahia y Castells (2021)
(11)	Aumento porcentual de la cobertura 4G por llevar el precio del espectro a niveles promedio de países europeos	22,5%	$(9) \times (10) \times 100$

Fuente: Telecom Advisory Services.

De acuerdo con los datos presentados en el cuadro 40, en la región el espectro es considerablemente más costoso que en los países europeos, aunque la magnitud de la diferencia varía por tipos de bandas, siendo especialmente pronunciada en el caso de las bandas altas. Tomando como promedio los precios de espectro asociados con los diferentes grupos de bandas, puede afirmarse que el precio del espectro en ALC es el doble que en Europa, una vez realizados los ajustes correspondientes.

Por tanto, el ejercicio a simular en este caso consiste en cuál sería el aumento potencial en la cobertura de banda ancha móvil en caso de que los precios de espectro tomaran los valores europeos de referencia, es decir, que se reduzcan en un 50%. En este caso, la cobertura de banda ancha móvil crecería en un 22,5%. A modo de ejemplo, un nivel de cobertura hipotético de 80% podría incrementarse hasta el 98% de esta forma. Naturalmente, es importante tomar tal dato con cautela, dado que los aumentos de cobertura no son lineales, ya que a medida que esta avanza, el esfuerzo de inversión tiende a incrementarse.

Sin menoscabo de lo anterior, resulta evidente que una reducción en los precios de espectro contribuiría significativamente a acelerar los despliegues de redes en la región para alcanzar las metas de conectividad estipuladas.

## Estructura de mercado eficientes

El análisis económico ha demostrado que en industrias de capital intensivo como las telecomunicaciones existe un grado de concentración industrial óptimo que genera beneficios a consumidores al mismo tiempo que asegura la sostenibilidad del sector. Este postulado está sustentado por tres razones:

- Las importantes economías de escala
- La eficiencia operacional de grandes operadores
- La mayor capacidad de inversión y despliegue de infraestructura

En primer lugar, todos los análisis de la estructura de costos de la industria de telecomunicaciones concluyen en señalar que las economías de escala son significativas. Dadas las elevadas economías de escala, el acrecentamiento de la rentabilidad en telecomunicaciones resulta de una optimización en el uso de infraestructura y economías de aprovisionamiento de insumos, entre otros efectos. Los operadores con una base de abonados más extensa tienen una ventaja de costos significativa comparados con los operadores más pequeños. Estas economías de escala están determinadas principalmente por el componente de infraestructura en la estructura de costos. Asimismo, el retorno a escala se multiplica por el hecho de que los servicios móviles representan una industria de un producto único, esencialmente apalancada por volumen. Finalmente, también es posible que las economías de operaciones de planta múltiple (múltiples centros de atención al cliente, mantenimiento y logística) también tengan cierta influencia.

En este sentido, la competencia moderada es concebida como el modelo que permite incrementar el estímulo a la inversión de capital en la medida en que, en contraposición al modelo de competencia abierta e irrestricta, este permite al operador asumir una tasa de retorno adecuada. El argumento se basa en la premisa de que cierto nivel de poder de mercado es necesario para estimular un nivel adecuado de inversión e innovación.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Este es el mismo argumento que fundamenta la necesidad del sistema de protección intelectual por medio de patentes para asegurar la inversión y estimular la innovación.

Este argumento se basa en el trabajo seminal de Philippe Aghion y sus colaboradores de la Universidad de Harvard sobre el concepto de la llamada 'U' invertida.<sup>10</sup> Este establece que la relación entre competencia e innovación no es lineal, sino que semeja a una 'U' invertida que describe que la innovación e inversión se incrementa con el crecimiento de la competencia hasta un punto óptimo de competencia moderada, a partir del cual, si la competencia se intensifica, el incentivo para innovar (y por lo tanto invertir, en tanto variable intermedia) comienza a disminuir. La razón de esta dinámica es que, si la expectativa de rentabilidad más alta es la causal del incentivo a innovar, el aumento indiscriminado de competencia (y la consecuente reducción en rentabilidad) reduce el incentivo a innovar. El objetivo es determinar cuál es el punto óptimo de competencia que maximiza el incentivo a innovar e invertir.

La evidencia empírica da cuenta de ello. Por ejemplo, para las telecomunicaciones móviles, Friesenbichler (2007) ha encontrado una relación de U-inversa entre concentración e inversión, afirmando que existe un nivel de concentración óptimo. En particular, el autor afirma que, en mercados poco concentrados, un mayor nivel de concentración podría ser deseable para fomentar la inversión. De forma similar, Hounghonon y Jeanjean (2016) encuentran una relación de U-invertida entre el margen obtenido por los operadores móviles y el nivel de inversión, con una muestra de 2770 observaciones para el período 2005 a 2012. De acuerdo con los autores, la inversión se maximiza cuando los beneficios brutos representan entre el 37% y el 40% de los ingresos de los operadores. Es de esperar que estos umbrales sean superiores en el caso de países con mayor nivel de riesgo (por ejemplo, de tipo de cambio), como es el caso de los latinoamericanos. Por otra parte, Genakos, Valletti y Verboven (2018) analizan el impacto del número de operadores en el mercado móvil, la entrada y salida de operadores, así como el efecto del grado de concentración sobre la inversión, utilizando datos de la OCDE para el período 2006–2014. La evidencia hallada por los autores sugiere que un incremento del IHH de 10% aumenta en más de un 20% la inversión por operador. En tanto, Jeanjean (2013) ha encontrado evidencia de que cuando la intensidad competitiva es muy alta, las empresas pueden invertir por debajo de las cantidades deseables, debido a que la expectativa de retornos de la inversión se ve deteriorada. Kang, Hauge y Lu (2012) han encontrado una relación positiva entre concentración de mercado y nivel de inversión en el segmento móvil en China. Incluso, Grajek y Röller (2012) han encontrado evidencia de que la regulación de acceso para facilitar la irrupción de nuevos entrantes afecta negativamente los incentivos para invertir en banda ancha fija. De forma similar, los resultados de Bacache, Bourreau y Gaudin (2014) no han encontrado evidencia de que la regulación de acceso incrementa la inversión de los nuevos entrantes en banda ancha fija.

## Acomodamiento de cambios en el ecosistema digital

La presencia de un ecosistema digital cada vez más diverso y transformado sobre la base del fenómeno de la convergencia ha erosionado las fronteras tradicionales de los mercados, convirtiéndolas en algo mucho más difuso, tanto a nivel de servicios como en cuanto a infraestructura de conectividad. Por ejemplo, los servicios de voz, de mensajería o audiovisuales hoy día son provistos desde plataformas muy diferentes situadas en distintos eslabones del ecosistema digital, que compiten entre sí. A nivel de conectividad, las soluciones tecnológicas capaces de ofrecer servicios de alta calidad son cada vez más diversas (y varían según el ámbito geográfico), desde la conectividad fija (fibra, ADSL, cable), la móvil, la satelital o las propias soluciones de ISP inalámbricos.

<sup>10</sup> Véase Aghion et al. (2005). En realidad, la idea de la relación de 'U' invertida entre competencia e innovación fue identificada primero por Scherer (1967).

Por todo lo anterior, ya sea que se analice desde la óptica de servicios, como de acceso, es que las formas tradicionales de medir los niveles de competencia como el índice Herfindahl basado en las cuotas de mercado de operadores de telecomunicaciones, pierden cada vez más sentido. Por ejemplo, ¿es realmente un problema de competencia que en un país haya solamente dos operadores móviles, si estos compiten también con otro tipo de redes de conectividad, y los servicios que proveen compiten con los de plataformas mundiales de Internet? Debido a las características del ecosistema digital en la actualidad esto podría no ser un problema, dado que los usuarios están acrecentando beneficios económicos y de posibilidad de elección. Es más, es posible que la consolidación sea un elemento necesario en este tipo de condiciones, en el que los retornos a la inversión se ven amenazados por estos niveles de competencia cada vez más transversales. Este tipo de reflexiones deberá ser tenido en cuenta a la hora de analizar las estructuras de mercado eficientes en los países de la región.

Las recientes transformaciones dentro del ecosistema digital han generado nuevos debates, como el referido a la sostenibilidad de las inversiones en infraestructura y vinculado a ello, a la necesidad de generar mecanismos más horizontales de contribución fiscal desde el ecosistema digital hacia los Estados. Tales debates han emergido tanto en Europa (Álvarez-Pallete et al., 2022) como en Estados Unidos (Reardon, 2021).

En particular, se destaca una reciente propuesta desarrollada por el comisionado de la FCC de Estados Unidos, Brendan Carr (2021), vinculada al mecanismo de financiamiento de los fondos de servicio universal (FSU). Tradicionalmente, los FSU han recolectado recursos de la industria de telecomunicaciones para financiar las inversiones de despliegue de banda ancha en zonas no rentables para el mercado, por ejemplo, en el medio rural. Ese modelo, de acuerdo con el comisionado Carr, es obsoleto. Así lo manifiesta, argumentando que la red dominante de las telecomunicaciones ya no es la telefonía, sino Internet, lo que lleva a la necesidad de repensar como financiar las redes de alta velocidad en entornos no rentables. Carr propone incluir a las plataformas de Internet como posibles contribuyentes. El argumento es que, solo 5 compañías —Netflix, YouTube, Amazon Prime, Disney+ y Microsoft— representan el 75% del tráfico de Internet de banda ancha rural en Estados Unidos (Layton y Potgieter, 2021), y la mayor parte de las inversiones son para agregar capacidad y adecuar las redes para soportar tales servicios de *streaming*.



# MÓDULO

# IV

## CONCLUSIONES DEL ESTUDIO

El futuro de la conectividad de ALC y el cumplimiento de los objetivos en materia de cobertura de servicios de telecomunicaciones de cara a la siguiente década se encuentra ante una diversidad de desafíos. Uno de los factores más relevantes para acelerar el despliegue de redes y la adopción de nuevas tecnologías para la conectividad es la capacidad de operadores, gobiernos y organismos multilaterales para sostener el esfuerzo de inversión requerido para cumplir con las metas regionales.

La sostenibilidad financiera de la capacidad inversora de la industria de telecomunicaciones, así como la planificación estratégica de largo plazo de gobiernos, reguladores, organizaciones internacionales y operadores son fundamentales para el despliegue de infraestructura y el cumplimiento de metas de conectividad y penetración de servicios de telecomunicaciones.

El objetivo principal de este estudio ha sido estimar las necesidades de inversión para resolver la brecha digital y recomendar fuentes y mecanismos de financiamiento para abordarla. Para ello, en primer lugar, se llevó a cabo un análisis de la situación financiera de las empresas del sector de telecomunicaciones. Tal análisis ha permitido ilustrar la situación actual de las operadoras en la región.

La contribución económica del sector continúa siendo importante para los países latinoamericanos, especialmente en un contexto de recuperación económica y transición a modelos de desarrollo, trabajo y producción industrial basadas cada vez más en la transformación digital. En ese sentido, las ventas totales de la industria de telecomunicaciones suman en el año 2021 US\$88.500 millones, lo que representa 1,91% del PIB de la región.

Actualmente operadores de toda la región se enfrentan a un crecimiento importante del tráfico en sus redes, acompañado de una disminución progresiva de ingresos y registran márgenes de rentabilidad frágiles pero necesarios para financiar inversiones en infraestructura y tecnología. El EBITDA agregado para los 14 países estudiados representa alrededor del 32,28% de las ventas brutas, aunque el rango varía significativamente del 59,24% en Trinidad y Tobago a 15,1% en Argentina. Cabe mencionar que los ingresos sectoriales vienen experimentando una caída relevante desde el año 2012, lo que refleja las dificultades en las que se encuentra la industria en la región. En cualquier caso, es importante considerar que estos montos no incluyen los efectos indirectos resultantes del impacto en la productividad en el resto de la economía, que fueron estimados por separado. En ese sentido, un 1% de incremento de la penetración de banda ancha fija genera un crecimiento del 0,147% del PIB por los efectos de derrame que genera en el resto de la economía, mientras que para el caso de la banda ancha móvil el impacto correspondiente ante un incremento porcentual similar es de 0,170%.

Sin embargo, el esfuerzo de inversión de operadores de telecomunicaciones ha sido considerable. En el período entre 2018 y 2021, el sector de telecomunicaciones de ALC invirtió aproximadamente US\$78.000 millones. El crecimiento se interrumpió en el año 2020, debido a la crisis del COVID, donde se registró un importante descenso del 18,2% en la inversión con respecto al año anterior. Durante 2021, la inversión volvió a crecer, situándose en niveles cercanos a los de 2019. A 23,40% de las ventas, la inversión es más alta de lo que es universalmente considerado como aceptable aun en un sector intensivo en capital como las telecomunicaciones. Descontando los gastos en espectro, a través de fuentes secundarias, el porcentaje de ingresos que se destina a inversión rondó el 20% en 2021, una cifra considerable.

Por otra parte, las contribuciones, impuestos y tasas representan de manera ponderada 8,07% de las ventas, alcanzando en ciertos países más del 10% (Colombia: 12,82%; Perú: 13,67%).

Para una correcta planeación del desarrollo de la conectividad se requiere definir los montos de inversión necesarios para alcanzar metas de cobertura regionales y por país en los siguientes años, así como estimar el esfuerzo de inversión adicional que se debería materializar en contraste con el escenario tendencial del sector bajo condiciones actuales de regulación, tributación e impulso de la inversión.

Se han estimado las necesidades de inversión requeridas para cerrar la brecha de cobertura en la región. Para ello, se han desarrollado una serie de modelos econométricos, tanto para el segmento fijo (FTTH) como móvil (4G y 5G), vinculando los niveles de cobertura con la

inversión. El diseño de tales modelos ha tenido en cuenta el retardo que lleva a que la inversión se materialice en mayor cobertura, así como las no linealidades del vínculo entre inversión y aumentos de cobertura. También se ha tomado en consideración que las trayectorias de cobertura no suelen seguir una evolución lineal.

El diseño de escenarios ha considerado tanto una proyección tendencial como metas simuladas de aceleramiento en el despliegue de redes. El escenario de metas consiste en asumir que la región contaría con una cobertura 4G del 98% (99% incluyendo la tecnología satelital), mientras que la de 5G y de FTTH representarían respectivamente el 81% y el 65% de personas y hogares pasados. El cumplimiento del escenario meta implica un gasto acumulado hasta 2030 de US\$125.462 millones, lo que equivale en promedio a US\$31,2 anuales per cápita. El esfuerzo de inversión para cumplir las metas es un 16% superior al del escenario de inversión tendencial.

El escenario meta supone un importante crecimiento en el esfuerzo de inversión latinoamericano, con respecto al escenario tendencial. Ello refleja que los operadores de telecomunicaciones deberían realizar un esfuerzo extra que hoy en día no se encuentran en condiciones financieras de hacer dadas las circunstancias actuales de los mercados y las economías locales y mundiales. Para que ello sea posible, las condiciones de entorno en la región deberían necesariamente generar un marco facilitador de la inversión.

Una de las medidas a incentivar es la de compartición de infraestructuras. La investigación académica y de política pública ya ha demostrado teóricamente los beneficios económicos para operadores que comparten infraestructura en el caso de tecnologías legadas y avanzadas, tanto desde el punto de vista teórico como a partir de investigaciones empíricas. Cabe destacar que, en ese sentido, ALC ya dispone de ejemplos exitosos de compartición de infraestructura que podrían expandirse a otros países, tales como el caso de Internet para Todos en Perú, o el régimen de compartición de infraestructura de Ecuador. Los gobiernos de ALC deben avanzar en la reglamentación de la compartición de infraestructura, sobre todo en lo referente a tecnologías inalámbricas dado que estas representan una contribución al cierre de la brecha digital rural.

En adición a lo anterior, la experiencia internacional indica que el aceleramiento de la inversión en telecomunicaciones y el avance de la economía digital están condicionados por una modificación del marco tributario. Una política tributaria efectiva debe considerar una serie de factores a balancear, que incluyen las propias necesidades fiscales de los gobiernos, así como evitar ineficiencias y distorsiones que afecten negativamente al desempeño de los mercados. Al respecto, es importante recalcar que la carga tributaria actual en diferentes países de la región es muy elevada, especialmente en comparación con la carga tributaria en las economías más avanzadas digitalmente. Por ejemplo, los países más desarrollados no suelen imponer tributos específicos a servicios móviles, ni aranceles a la importación de equipos o de teléfonos inteligentes. Por otra parte, la aplicación de tasas regulatorias suele limitarse a cubrir exclusivamente los costos asociados a la regulación. En definitiva, existe un importante espacio para reducir tributos que permitiría dinamizar al sector.

La implementación de un marco tributario y de contribuciones equilibrado incluye la limitación de tasas regulatorias, contribuciones al FSU alineadas a prácticas internacionales, la eliminación de impuestos específicos a las telecomunicaciones y la eliminación de aranceles a la importación de equipamiento, como la fibra óptica, el cableado y los dispositivos para consumidores como teléfonos inteligentes. En particular, más allá de estar sujetos a una imposición moderada, los aportes hechos por operadores al FSU deberían ser utilizados en el sector, de forma ágil y transparente con un claro énfasis en reducción de la brecha de cobertura en áreas rurales.

Por otra parte, las estimaciones econométricas desarrolladas en este estudio han permitido identificar que una mejora de la calidad regulatoria puede ayudar a estimular la inversión en la región. En particular, cada punto de incremento en el índice del *Regulatory Tracker* de la UIT se asocia con un aumento del CAPEX de telecomunicaciones del 1,7%.

Asimismo, la evidencia empírica demuestra que cuando se prioriza la recaudación a la hora de asignar el espectro, los despliegues de redes una vez asignado este recurso pueden comprometerse seriamente. Alternativamente, una reducción de 1% en los pagos de espectro está asociada con un incremento de 0,45% de cobertura 4G en países en desarrollo. Los beneficios de la reducción del costo del espectro son muy relevantes, tanto de forma directa (mayor inversión y adopción de servicios) como indirecta (por el crecimiento del PIB asociado a una mayor penetración). De acuerdo con los datos relevados en este estudio, el precio del espectro en ALC duplica al de Europa, una vez realizados los ajustes correspondientes. Las simulaciones realizadas indican que, si los costos de espectro se redujeran en un 50%, la cobertura de banda ancha móvil crecería en un 22,5%.

Finalmente, es importante tener en cuenta la realidad actual del ecosistema digital. La presencia de un ecosistema digital cada vez más diverso y transformado sobre la base del fenómeno de la convergencia ha erosionado las fronteras tradicionales de los mercados, convirtiéndolas en algo mucho más difuso, tanto a nivel de servicios como en cuanto a infraestructura de conectividad. Las recientes transformaciones dentro del ecosistema digital han generado nuevos debates, como el referido a la sostenibilidad de las inversiones en infraestructura y vinculado a ello, a la necesidad de generar mecanismos más horizontales de contribución fiscal desde el ecosistema digital hacia los estados. Tales debates han emergido tanto en Europa como en los Estados Unidos, y, por lo tanto, deberían ser puestos en consideración en ALC también.

En resumen, ALC cuenta con la posibilidad de finalizar la presente década cerrando la brecha de cobertura en la región, asegurando que prácticamente la totalidad de sus ciudadanos estén cubiertos por una red de banda ancha de alta calidad. Poder lograrlo pasa por un esfuerzo colectivo, donde las empresas invierten en el despliegue de redes y los gobiernos generan las condiciones adecuadas para ello. Solo de esta forma podrá la región tomar una posición de relevancia mundial en la revolución digital durante los próximos años, y dejar atrás una estructura económica primaria y básicamente vinculada a la producción en industrias de bajo valor agregado.

El análisis presentado por este trabajo es capaz de informar y ofrecer insumos valiosos para la toma de decisiones de política pública y regulatoria para el desarrollo de las telecomunicaciones, el impulso de la inversión para el cierre de brechas de conectividad, así como recomendaciones para el mejoramiento de los modelos de inversión y financiamiento de despliegue de redes en ALC.

# Anexos - Cuadros

Cuadro A1. Test de Hausman para seleccionar entre modelo de efectos fijos y efectos aleatorios

	Efectos fijos	Efectos aleatorios	Diferencia	Desvío estándar
Log (CAPEX MOB pc) <sub>t-1</sub>	-0,109	0,436	-0,545	0,191
Log (Densidad)	-5,362	0,033	-5,395	3,832
Log (Población)	1,193	0,002	1,190	5,248
Log (PIB pc)	-0,288	0,419	-0,706	0,598
<b>Hipótesis nula</b>	<b>Diferencia de coeficientes no sistemática</b>			
<b>Chi-cuadrado</b>	<b>8,80</b>			
<b>P-valor</b>	<b>0,117</b>			

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Cuadro A2. Áreas metropolitanas con más de 500.000 habitantes por país

País	Área metropolitana
Argentina	Gran Buenos Aires
	Gran La Plata
	Mar del Plata
	Gran Córdoba
	Gran Santa Fe
	Gran Rosario
	Gran Mendoza
	Gran San Juan
	Gran Salta
	Gran Tucumán - Tafi Viejo
Bolivia	Santa Cruz de la Sierra
	El Alto
	Nuestra Señora de La Paz
	Cochabamba
Brasil	Sao Paulo - SP
	Rio de Janeiro - RJ
	Belo Horizonte - MG
	Porto Alegre - RS

País	Área metropolitana
Brasil (cont.)	Salvador - BA
	Recife - PE
	Fortaleza - CE
	Curitiba - PR
	Belem - PA
	Región Integrada de Desarrollo del DF y Entorno
	Región metropolitana de Campinas
	Región metropolitana de Goiânia
	Región metropolitana de Manaus
	Región metropolitana de Vitória
	Región metropolitana de la Baixada Santista
	Región metropolitana de Natal
	Región metropolitana de São Luís
	Región metropolitana de João Pessoa
	Región metropolitana de Maceió
	Región Integrada de Desarrollo de Grande Teresina
	Región metropolitana del Norte/Nordeste Catarinense
	Región metropolitana de Florianópolis
	Región metropolitana de Aracaju
	Región metropolitana del Vale de Río Cuiabá
	Región metropolitana de Londrina
	Región Integrada de Desarrollo del Polo Petrolina y Juazeiro
	Región metropolitana de Vale do Itajaí
Región metropolitana de Campina Grande	
Región metropolitana del Valle de Aço	
Región metropolitana de Maringá	
Región metropolitana del Agreste	
Región metropolitana del Cariri	
Región metropolitana de Foz do Rio Itajaí	
Región metropolitana de Macapá	
Chile	Gran Santiago
	Gran Concepción
	Gran Valparaíso
	Gran área urbana de La Serena
Colombia	Región Metropolitana Bogotá - Cundinamarca
	Área metropolitana del Valle de Aburrá
	Área metropolitana de Cali
	Área metropolitana de Barranquilla
	Área metropolitana de Cartagena de Indias
Área metropolitana de Bucaramanga	

País	Área metropolitana
Colombia (cont.)	Área metropolitana de Cúcuta
	Área metropolitana de Montería
	Área metropolitana de Santa Marta
	Área metropolitana de Centro Occidente
	Área metropolitana de Villavicencio
	Área metropolitana de Manizales
	Área metropolitana de Ibagué
	Urabá
	Área metropolitana de Valledupar
	Área metropolitana de Armenia
	Área metropolitana de Neiva
	Área metropolitana de Popayán
	Área metropolitana de Sincelejo
	Subregión del Centro (Nariño)
Costa Rica	Gran Área Metropolitana
Ecuador	Conurbación de Guayaquil
	Conurbación de Quito
	Conurbación de Cuenca
	Conurbación de Manabí central
	Conurbación de Santo Domingo
	Conurbación de Babahoyo
	Conurbación de Quevedo
	Conurbación de Machala
Conurbación de Ambato	
Honduras	Área metropolitana de Tegucigalpa y Comayagüela
	Zona metropolitana del Valle de Sula
Jamaica	Kingston
México	Zona metropolitana del Valle de México
	Zona metropolitana de Monterrey
	Zona metropolitana de Guadalajara
	Zona metropolitana de Puebla-Tlaxcala
	Zona metropolitana del Valle de Toluca
	Zona metropolitana de Tijuana
	Zona metropolitana de León
	Zona metropolitana de Querétaro
	Zona metropolitana de Ciudad Juárez
	Zona metropolitana de La Laguna
	Zona metropolitana de Mérida
	Zona metropolitana de San Luis Potosí
Zona metropolitana de Aguascalientes	

País	Área metropolitana
México (cont.)	Zona metropolitana de Mexicali
	Zona metropolitana de Saltillo
	Zona metropolitana de Cuernavaca
	Zona metropolitana de Culiacán
	Zona metropolitana de Morelia
	Zona metropolitana de Chihuahua
	Zona metropolitana de Veracruz
	Zona metropolitana de Hermosillo
	Zona metropolitana de Cancún
	Zona metropolitana de Tampico
	Zona metropolitana de Irapuato-Salamanca
	Zona metropolitana de Acapulco
	Zona metropolitana de Tuxtla Gutiérrez
	Zona metropolitana Reynosa-Río Bravo
	Zona metropolitana de Villahermosa
	Zona metropolitana de Xalapa
	Zona metropolitana de Celaya
	Zona metropolitana de Oaxaca
	Zona metropolitana de Durango
	Zona metropolitana de Pachuca de Soto
Zona metropolitana de Tlaxcala-Apizaco	
Paraguay	Heroica Matamoros
	Zona metropolitana de Poza Rica
Perú	Zona metropolitana de Mazatlán
	Zona metropolitana de Tepic
	Zona metropolitana de Cuautla
	Zona metropolitana de Puerto Vallarta
	Zona metropolitana de Orizaba
	Gran Asunción
	Área metropolitana de Ciudad del Este
Trinidad y Tobago	Lima Metropolitana
	Arequipa Metropolitana
	Trujillo Metropolitano
	Chiclayo Metropolitano
	Piura Metropolitana
	Huancayo Metropolitano
	Iquitos Metropolitano
Uruguay	Aglomeración urbana desde Chaguaramas en el oeste hasta Arima
	Área metropolitana de Montevideo

Fuente: Relevamiento Telecom Advisory Services.



### Cuadro A3. Puntaje de los países latinoamericanos en el *ICT Regulatory Tracker 2022*

País	Generación regulatoria	<i>ICT Regulatory Tracker 2022</i>
Argentina	G3	84,5
Bolivia	G2	68,5
Brasil	G4	94,0
Chile	G4	89,0
Colombia	G4	86,0
Costa Rica	G4	91,0
República Dominicana	G4	97,0
Ecuador	G3	79,0
El Salvador	G3	70,5
Guatemala	G2	62,7
Honduras	G3	79,0
México	G4	94,0
Nicaragua	G3	72,5
Panamá	G3	79,5
Paraguay	G2	64,2
Perú	G4	86,0
Trinidad y Tobago	G4	89,0
Uruguay	G3	73,5
Venezuela	G3	78,8
<b>Promedio</b>	<b>G3</b>	<b>81,0</b>

Fuente: UIT.



53.40%  
/4.6k

37.42%  
/7.6k

68.85%  
/5.6k

76.28%  
/6.5k



# Referencias

- Aghion, P., N. Bloom, R. Griffith Blundell y P. Howitt. 2005. Competition and innovation: and inverted-U relationship. *Quarterly Journal of Economics*, 120(2): 701-728.
- Álvarez-Pallete, J.M., T. Höttges, N. Read y S. Richard. 2022. Letter: Europe's telecoms market risks falling behind rivals. *Financial Times* (14 de febrero). Disponible en: <https://on.ft.com/34POTou>.
- Analysys Mason. 2019. *Nuevo marco regulatorio para la convergencia*. Centro de Estudios de Telecomunicaciones de América Latina (cet.la).
- Bacache, M., M. Bourreau y G. Gaudin. 2014. Dynamic entry and investment in new infrastructures: Empirical evidence from the fixed broadband industry. *Review of Industrial Organization*, 44(2): 179-209.
- Bahia, K., y P. Castells. 2021. The impact of spectrum assignment policies on consumer welfare. *Telecommunications Policy*, 102228.
- Cabello, S., D. Rooney y M. Fernández. 2021. *Nuevas dinámicas de la gestión de infraestructura en América Latina*. SMC+.
- CAICT. 2020. "Full 5 coverage by 2025 to breathe vitality into digital economy". Disponible en: [http://www.caict.ac.cn/english/news/202101/t20210128\\_369099.html](http://www.caict.ac.cn/english/news/202101/t20210128_369099.html)
- Carr, B. 2021. Ending Big Tech's Free Ride | Opinion. *Newsweek* (24 de mayo). Disponible en: <https://www.newsweek.com/ending-big-techs-free-ride-opinion-1593696>.
- Cartesian. 2019. *All fiber deployment cost study*. Disponible en: <https://www.cartesian.com/fiber-broadband-association-new-study-finds-all-fiber-deployments-to-90-of-households-achievable-in-next-decade/>
- Convergencia Latina. 2013. *Desafío 2020: inversiones para reducir la brecha digital*. AHCJET.
- Deloitte. 2012. *Tributación y telecomunicaciones en Latinoamérica*. AHCJET. Diciembre.
- Deloitte y APC (Association for Progressive Communications). 2015. *Unlocking Broadband for All: Broadband Infrastructure Sharing Policies and Strategies in Emerging Markets*. Nueva York y Melville, Sudáfrica: Deloitte y APC. Disponible en: <https://www.apc.org/sites/default/files/Unlocking%20broadband%20for%20all%20Full%20report.pdf>
- Feijoo, C., y J.L. Gómez-Barroso. 2013. El despliegue de redes de acceso ultrarrápidas: un análisis prospectivo de los límites del mercado. *Papeles de economía española*, 136:116-130.
- Firpo, S., N.M. Fortin y T. Lemieux. 2009. Unconditional Quantile Regressions. *Econometrica*, 77(3): 953-973.
- Friesenbichler, K. S. (2007). *Innovation and Market Concentration in Europe's Mobile Phone Industries. Evidence from the Transition from 2G to 3G*. WIFO Working Papers (No. 306).
- Genakos, C., T. Valletti y F. Verboven. 2018. Evaluating market consolidation in mobile communications. *Economic Policy*, 33(93): 45-100.
- Grajek, M., y L.H. Röller. 2012. Regulation and investment in network industries: Evidence from European telecoms. *The Journal of Law and Economics*, 55(1): 189-216.
- Houngbonon, G.V., y F. Jeanjean. 2016. What level of competition intensity maximises investment in the wireless industry? *Telecommunications Policy*, 40(8): 774-790.

- Houngbonon, G.V., C. Rossotto y D. Strusani. 2021. *Enabling a competitive mobile sector in emerging markets through the development of tower companies*. EM Compass Note 104 (junio); Washington, DC: International Financial Corporations.
- Jeanjean, F. 2013. Incentives to Invest in Improving Quality in the Telecommunications Industry. *Chinese Business Review*, 12(4), 223-241.
- JP Morgan. 2023. *Latam telcos: Looking at 10yr History (Very) Few Growth Spots*. Latin America Equity Research.
- Kang, F., J.A. Hauge y T.J. Lu. 2012. Competition and mobile network investment in China's telecommunications industry. *Telecommunications Policy*, 36(10-11), 901-913.
- Katz, R., y F. Callorda. 2015. *Experiencia de planes subsidiados o con tarifas sociales*. Estudio comisionado por el Ministerio de Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información del gobierno de Ecuador.
- Katz, R., y S. Cabello. 2019. *El valor de la transformación digital a través de la expansión móvil en América Latina*. Nueva York: Telecom Advisory Services.
- Katz, R. 2022. *The "to and through" opportunity: An Economic Analysis of Options to Extend Affordable Broadband to Students and Households via Anchor Institutions*. Washington, DC: Schools and Libraries Broadband Coalition.
- Katz, R., E. Flores-Roux y F. Callorda. 2017. Distribución de retornos y beneficios generados por el sector de telecomunicaciones en América Latina. cet.la. Disponible en: <https://cet.la/estudios/cet-la/retornos-beneficios-generados-sector-las-telecomunicaciones-america-latina/>
- Katz, R., A. Melguizo, F. Callorda y R. Valencia. 2022. *Las telecomunicaciones latinoamericanas en la encrucijada de la compartición de infraestructuras pasivas*. Nueva York: Telecom Advisory Services.
- Kazi, O., S. Memon, E. Zahid Saba y F. Naz. 2020. "Infrastructure Sharing and Remedies in Next Generation Cellular Networks". En: *International Journal of Computer Science and Network Security (IJCSNS)*. 2020. (20.12), 184-192.
- Layton, R., y P.H.Potgieter. 2021. *Rural Broadband and the Unrecovered Cost of Streaming Video Entertainment*. ITS Gotenberg June.
- Martínez Garza, R., E. Iglesias Rodríguez y A. García Zaballos. 2020. *Digital Transformation: Infrastructure Sharing in Latin America and the Caribbean*. Washington, DC: Banco Interamericano de desarrollo.
- MTN Consulting (2021). *Telecommunications Network Operators 3Q21 Market Review*. Consultado via Business Wire y researchandmarkets.com
- Ovando, C., et al. 2015. LTE techno-economic assessment: The case of rural areas in Spain. *Telecommunications Policy*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.telpol.2014.11.004>.
- Oughton, E.J., y Z. Frias. 2017. The cost, coverage and rollout implications of 5G infrastructure in Britain, *Telecommunications Policy*, 42(8): 636-652.
- Overby, H., y J.A. Audestad. 2018. *Digital economics: How information and communication technology is shaping markets, businesses, and innovation*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Reardon, M. 2021. FCC commissioner pushes for Big Tech to pay to close digital divide. CNET (2 de junio). Disponible en: <https://www.cnet.com/home/internet/fcc-commissioner-pushes-for-big-tech-to-pay-to-close-digital-divide/>.
- Scherer, F. 1967. Market Structure and the Employment of Scientists and Engineers. *American Economic Review*, 57(3): 524-531.

- Seljan A. 2001. From 2G to 3G – *The Evolution of International Cellular Standards*. The 29th Research Conference on Information, Communication, and Internet Policy TPRC 2001. Edward R. Murrow Center for International Communications Research.
- Tech4i2, Real Wireles, Trinity College, Interdigital. 2016. *Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe*. Bruselas: Unión Europea.
- Tognisse, I., A. Kora y J. Degila. 2021. Infrastructure sharing model to connect the unconnected in rural areas. *The ITU Journal*.
- Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). 2020. *The economic impact of COVID-19 on digital infrastructure. Report of the VIth Economic Experts Roundtable*.
- Vidal, E. 2017. *Infraestructuras Compartidas de Telecomunicaciones en la República Dominicana*. Washington, DC: Alliance for Affordable Internet (A4AI). Disponible en: <https://a4ai.org/research/infraestructuras-compartidas-de-telecomunicaciones-en-la-republica-dominicana/>.
- Wang, L., y Q. Sun. 2022. *Market Competition, Infrastructure Sharing, and Network Investment in China's Mobile Telecommunications Industry Sustainability*, 14(6): 3348.

