

TELECOM
ADVISORY
SERVICES



Las telecomunicaciones
latinoamericanas en la
encrucijada de compartición
de infraestructuras pasivas

Diciembre de 2022

Autores



Raúl Katz. – Doctor en Ciencias Políticas y Ciencias de la Administración, Máster en Tecnología y Política de las Comunicaciones del Instituto Tecnológico de Massachusetts (Estados Unidos), Maîtrise y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación de la Universidad de París (Francia), Maîtrise en Ciencias Políticas de la Universidad de París-Sorbona (Francia). El doctor Katz trabajó en Booz Allen & Hamilton durante veinte años, como socio líder de la práctica de telecomunicaciones en las Américas y miembro del equipo de dirección de la firma. Después de retirarse de Booz Allen, fundó Telecom Advisory Services LLC en abril de 2006. Además de presidente de Telecom Advisory Services, el doctor Katz es director de Investigación de Estrategia Empresarial en el Columbia Institute for Tele-Information de la Columbia Business School (Nueva York) y profesor visitante del Posgrado en Gestión de Telecomunicaciones de la Universidad de San Andrés (Argentina).



Ángel Melguizo. – Doctor y Licenciado en Economía de la Universidad Complutense de Madrid (España). El doctor Melguizo es economista principal y consultor de Telecom Advisory Services, con sede en Bogotá (Colombia), especializado en políticas públicas, crecimiento económico y regulación digital. Ángel cuenta con 25 años de experiencia en el sector privado (AT&T y BBVA) y público (BID, OCDE y Oficina Económica del presidente del Gobierno español). Ha participado en numerosas reformas en toda América Latina sobre política de telecomunicaciones y digital, impuestos, competencias y políticas sociales.



Fernando Callorda. – Licenciado y Máster en Economía de la Universidad de San Andrés (Argentina). El señor Callorda es director de Proyectos en Telecom Advisory Services, LLC, con sede en Buenos Aires (Argentina), además de investigador afiliado a la Red Nacional de Universidades Públicas de Argentina, y profesor de Economía Política en la Universidad Nacional La Matanza (Unlam) de Argentina. Antes de incorporarse a Telecom Advisory Services, el señor Callorda fue analista en el Congreso de la Nación y auditor en Deloitte.



Ramiro Valencia. – Ingeniero Electricista y de Telecomunicaciones de la Escuela Politécnica Nacional (Ecuador) y Máster en Economía del Desarrollo, FLACSO (Ecuador). Ramiro Valencia es consultor de Telecom Advisory Services, con sede en Quito (Ecuador), especializado en Economía de la Regulación de las Telecomunicaciones. Antes de incorporarse a Telecom Advisory Services, el señor Valencia tuvo una carrera de doce años en regulación y elaboración de políticas de telecomunicaciones en Ecuador. En su último cargo, se desempeñó como director de Política de Telecomunicaciones en el Ministerio de Telecomunicaciones de Ecuador.



TELECOM ADVISORY SERVICES

Telecom Advisory Services LLC (www.teleadvs.com) es una firma de consultoría registrada en el estado de Nueva York (Estados Unidos.) con presencia física en Nueva York, Madrid, Bogotá, Quito y Buenos Aires. Fundada en 2006, la firma presta servicios de asesoramiento y consultoría a nivel internacional, especializándose en el desarrollo de estrategias de negocio y políticas públicas en los sectores de telecomunicaciones y digital. Sus clientes incluyen operadores de telecomunicaciones, fabricantes de equipos electrónicos, plataformas de internet, desarrolladores de software, así como los gobiernos y reguladores de Argentina, Colombia, Ecuador, Costa Rica, México, Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita y Perú. La empresa también ha realizado numerosos estudios de impacto económico y de planificación de las tecnologías digitales para GSMA, NCTA (Estados Unidos), Giga Europe, CTIA (Estados Unidos) y Wi-Fi Alliance. En organizaciones internacionales, la empresa ha realizado estudios para la Unión Internacional de Telecomunicaciones, el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo de América Latina CAF y el Foro Económico Mundial.

Este estudio, que fue comisionado por SBA y se realizó entre junio y diciembre de 2022, representa el punto de vista de los autores, quienes agradecen a TowerXchange su apoyo en el suministro de datos del sector.

Contenido

RESUMEN EJECUTIVO

1. INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. DESARROLLO Y RETOS FUTUROS DE LA INDUSTRIA MÓVIL LATINOAMERICANA

- 1.1 La brecha de América Latina con las economías avanzadas está reduciéndose
- 1.2 Siguen existiendo retos de cara al futuro
- 1.3 Conclusiones

CAPÍTULO 2. COMPARTIR LA INFRAESTRUCTURA PASIVA: FACTOR CRÍTICO PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES MÓVILES

- 2.1. Marco teórico
- 2.2. Resultados de modelos econométricos
- 2.3. Conclusiones

CAPÍTULO 3. EL ESTADO ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE TORRES EN AMÉRICA LATINA

CAPÍTULO 4. LA INDUSTRIA INDEPENDIENTE DE TORRES EN AMÉRICA LATINA: UN ACTIVO PARA EL DESARROLLO DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES MÓVILES

- 4.1 Impacto de la industria de torres en el despliegue de la industria: análisis de correlaciones
- 4.2 Análisis econométrico del impacto de la industria independiente de torres en América Latina
- 4.3 Conclusiones

CAPÍTULO 5. LA REGULACIÓN Y LAS POLÍTICAS PÚBLICAS QUE AFECTAN A LA INDUSTRIA DE LAS TORRES: UN REQUISITO CLAVE

- 5.1 Normativa que garantiza la sostenibilidad de la industria de las torres
- 5.2 Mejores prácticas internacionales
- 5.3 El estado de la regulación y las políticas públicas que afectan a la industria de las torres en América Latina
- 5.4 Resumen de la situación actual en América Latina

CAPÍTULO 6. UNA VISIÓN DE FUTURO SOBRE EL SECTOR DE LAS TORRES DE COMUNICACIONES

- 6.1 Un negocio más inteligente de la empresa tradicional de torres
- 6.2 Nuevas oportunidades para la industria de torres en el mercado del internet de las cosas y las ciudades inteligentes

CONCLUSIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

- A.1 Lista de entrevistas con reguladores
- A.2 Modelo de rentabilidad financiera del sector de las torres
- A.3 Modelos econométricos

Resumen Ejecutivo

En los últimos veinte años, el desarrollo de la industria latinoamericana de telecomunicaciones móviles ha sido notable. La cobertura de 3G y 4G en la región es casi completa. La calidad del servicio, medida por la velocidad de acceso y por la latencia, ha mejorado significativamente en los últimos años. En consecuencia, la brecha que separa a la región de las economías mundiales más avanzadas se ha reducido considerablemente en la última década. Uno de los factores que ha contribuido a impulsar este progreso es la capacidad de los operadores para compartir infraestructura, al tiempo que se mantiene la intensidad competitiva.

No obstante, el sector todavía sigue enfrentándose con importantes retos. Las brechas de cobertura siguen siendo significativas en las zonas rurales, en las principales rutas de transporte e incluso en algunas zonas de las ciudades más grandes de la región. Aunque el servicio 5G ha sido lanzado oficialmente en muchos países y el espectro ya está disponible, esta tecnología sigue siendo una posibilidad futura para la mayoría de estos. A pesar de que la adopción de la banda ancha móvil está muy extendida, la asequibilidad representa un factor crítico que limita la adopción del servicio en la base de la pirámide sociodemográfica. Por último, si bien determinadas condiciones estructurales, como los bajos ingresos por abonado (ARPU: Average Revenue per User), siguen limitando el gasto de capital de los operadores móviles, el retraso de América Latina respecto a los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), en términos de inversión de capital, continúa siendo un factor preocupante si se tienen en cuenta los futuros retos de desarrollo. En este contexto, tal como lo afirma la Unión Internacional de Telecomunicaciones, la compartición de infraestructuras pasivas es fundamental para abordar los retos de la inversión de capital de la industria móvil de cara al futuro. Asimismo, la compartición pasiva es menos compleja de implementar que la compartición activa, pues requiere un menor nivel de colaboración.

De hecho, el análisis econométrico realizado en este estudio valida los efectos positivos de la compartición de infraestructuras pasivas. Por ejemplo, un país con una cobertura inicial de 4G del 80 % y una adopción de usuarios únicos de banda ancha móvil, equivalente a 60 % (niveles comunes en la región), se beneficiaría de la introducción de la implementación de las mejores prácticas regulatorias de compartición de infraestructuras por lo siguiente:

- El nivel de cobertura 4G, del 80,00 %, pasaría al 93,03 %.
- Como consecuencia del aumento de la cobertura 4G, los usuarios únicos de banda ancha móvil aumentarían del 60,00 % al 61,55 %.
- El aumento de usuarios únicos de banda ancha móvil generaría, a su vez, un incremento del producto interno bruto (PIB) per cápita del 0,41 %.

En este contexto, la contribución de la industria de las torres a la compartición de infraestructura es relevante. En 2022, en los doce países más grandes de América Latina, el número de torres móviles alcanzó las 191 330. Paralelamente al crecimiento de la base

instalada de torres, esta industria ha ido evolucionando paulatinamente hacia una mayor participación de actores independientes y de empresas propiedad de los operadores móviles. Si se compara con otras regiones, América Latina es un mercado de empresas de torres bastante desarrollado, tan solo detrás del sur de Asia. Un análisis de la estructura de la industria de las torres en países latinoamericanos indica que, en promedio, la mitad de la base instalada está siendo operada por empresas independientes. La desinversión gradual de los operadores móviles de la mayor parte de su infraestructura de torres y el desarrollo combinado de empresas de torres propias e independientes en América Latina plantean este cuestionamiento: ¿cuál es el efecto de la propiedad de las torres en el desarrollo futuro de la industria? En otras palabras, ¿se asocia la proporción de "especialistas" (es decir, empresas dedicadas exclusivamente a la provisión de infraestructura de torres) independientes con el desempeño positivo de la industria, medido este por la mayor eficiencia de capital invertido, el acelerado despliegue de redes, la más rápida adopción de servicios y el aumento de la calidad?

En este estudio, las pruebas empíricas realizadas proporcionan una respuesta positiva a esta pregunta, respaldada por los análisis correlacionales y econométricos. Desde el punto de vista de los análisis correlacionales, los países latinoamericanos que disponen de una industria de torres independientes más desarrollada (medida por su cuota de mercado y la base instalada de torres) presentan unas métricas de desempeño de la industria móvil superiores a las del resto. Los países con una mayor cuota de torres independientes presentan:

- Mayor cobertura 4G que en el resto de los países (97 % de la población frente al 90 %).
- La banda ancha inalámbrica es un 12 % más rápida que el resto (33 Mbps contra 29 Mbps).
- La inversión de capital es un 31 % mayor en los países con una mayor proporción de torres independientes (21 USD per cápita frente a 16 USD per cápita).
- Los precios de banda ancha móvil como porcentaje de la renta per cápita representan 1/3 más bajo en los países con mayor base instalada de torres independientes, en relación con el resto de los países.
- En consecuencia, los países líderes en el despliegue de torres independientes presentan una mayor adopción de banda ancha móvil que en el resto de la región (65 % frente al 58 %).
- La competencia en la industria móvil es más intensa en los países con mayor proporción de despliegue de torres independientes (índice Herfindahl Hirschman (HHI, por su sigla en inglés) del segmento de banda móvil de HHI = 2440 frente a HHI = 4135 para el resto de los países); al reducir la presión sobre el gasto de capital, los operadores de telecomunicaciones pueden centrarse en servicios mejores y diferenciados.

Desde el punto de vista econométrico, este estudio también demuestra la causalidad entre el despliegue de las empresas de torres independientes y el desarrollo de la industria móvil. Un

aumento en el número de torres independientes en un 10 %, en cualquier país de América Latina:

- Conlleva, como mínimo, un aumento de los niveles de cobertura 4G del 0,96 %.
- Se relaciona con un aumento de los niveles de adopción de la banda ancha inalámbrica del 0,51 %.
- Está asociado con un aumento de los niveles de calidad del servicio (medido este como velocidad de descarga de la banda ancha móvil) del 2,05 %.
- Genera un aumento del 0,46 % de los niveles de competencia en el mercado de las telecomunicaciones móviles (medido como una reducción del HHI de la concentración del sector).
- Resulta en una mejora en el nivel de asequibilidad de la telefonía móvil (medida esta como una disminución del precio del servicio en relación con el PIB mensual per cápita) del 3,18 %; esto se debe a que una competencia más intensa baja los precios, lo que a su vez aumenta la asequibilidad.

Con base en esta sólida evidencia, sería importante que los tomadores de decisiones de política pública de países latinoamericanos apoyen el desarrollo de la industria de las torres independientes. Sin embargo, este efecto está supeditado a varias iniciativas regulatorias y de políticas públicas. En otras palabras, las variables regulatorias y de política pública desempeñan un papel clave en el desarrollo del sector de las empresas de torres independientes, más allá de la disposición del sector privado a invertir, lo cual facilita notablemente su apalancamiento de inversión y los retornos para el sector público y para el privado.

La revisión de la bibliografía de investigación y las entrevistas con reguladores y responsables políticos permitieron reconocer siete tipos de iniciativas que pueden contribuir al desarrollo y a la sostenibilidad de un sector de torres independientes:

- **No es necesario acordar una concesión del servicio.** La infraestructura de torres celulares no representa un bien público, como lo es el espectro. Por tanto, su despliegue no debería regirse por un marco concesional. Adicionalmente, la industria de torres no es un monopolio natural que requiera un régimen de concesión, como en el caso de la transmisión de energía y los ferrocarriles. Este concepto respalda la necesidad de proveer acceso al derecho de paso para el despliegue de torres a precios de mercado. Como advertencia, teniendo en cuenta que la industria de las torres no se diferencia de otras formas de propiedad inmobiliaria privada, la regulación debería limitarse a reglamentar tan solo el despliegue excesivo (*véase*, más adelante, la regulación para evitar el despliegue exagerado de infraestructura).
- **Necesidad de una aprobación rápida de los permisos de despliegue, basados en plazos coherentes y razonables.** En la actualidad, muchos municipios latinoamericanos tienen autonomía constitucional para conceder permisos de

instalación de antenas y derechos de paso para el despliegue de fibra óptica. Por esto, los municipios pueden interferir en la prestación de servicios de telecomunicaciones/internet que están bajo la autoridad federal o nacional. Con frecuencia, en muchos países de la región, las regulaciones locales se han impuesto sobre la autoridad federal o nacional, y han llegado a ser muy restrictivas, poco transparentes, burocráticas e incluso irracionales respecto a la obtención de permisos municipales. Estas barreras aumentan el costo de oportunidad para el despliegue de la infraestructura pasiva, lo cual incrementa su costo final de instalación.

- **Regulación para evitar el despliegue exagerado de infraestructura.** La superpoblación de torres, en muchos casos impulsada por la mera especulación financiera, es una característica común en América Latina. Las consecuencias negativas de esta situación son ambientales y económicas. Centrándose en estas últimas, un modelo financiero simplificado desarrollado para este estudio indica que, en promedio, a menos que una torre no albergue las radios de más de un operador (preferiblemente tres), su rentabilidad es cuestionable, especialmente en entornos suburbanos y rurales en un horizonte temporal de diez años¹. Sobre esta base, los gobiernos deberían promover políticas y marcos normativos que impidan el despliegue excesivo y fomenten el uso compartido, especialmente en las zonas rurales.
- **Establecimiento de un límite en tasas, impuestos y derechos de construcción.** Las tasas e impuestos, también denominados "costos de cumplimiento", tienen un impacto en la estructura económica de la industria de torres. En términos generales, la mayor parte de la bibliografía de investigación macroeconómica ha determinado que los regímenes fiscales desempeñan un papel importante en el direccionamiento de los flujos de capital, cuando se controla por el nivel de desarrollo económico, y las fluctuaciones monetarias. En este contexto, el despliegue de las torres es afectado por la carga fiscal impuesta por los municipios en forma de tasas específicas, con el fin de limitar el despliegue de la infraestructura o aumentar los ingresos locales. A menudo, estas tasas se convierten en pagos recurrentes e incluso están sujetas a un aumento anual definido *ad hoc*. Sin hacer ningún juicio de valor sobre la necesidad de los municipios de recaudar ingresos para apoyar la prestación de servicios públicos, también es cierto que, al aumentar el costo antes de impuestos del despliegue de torres, las autoridades locales limitan la capacidad de la industria móvil para responder a las necesidades de conectividad de su población.
- **Aplicar políticas que promuevan el desarrollo de infraestructuras compartidas para el despliegue de la 5G.** El despliegue de la tecnología 5G

¹ Como excepción, los postes de bajo coste pueden diseñarse para apoyar de forma rentable a un solo operador.

requerirá una ampliación significativa del nivel de densificación de las radios y del despliegue de antenas para alcanzar la cobertura necesaria en espacios de alto tráfico de datos. Teniendo en cuenta la arquitectura por capas de las redes móviles, que requieren emplazamientos macro y el despliegue de celdas pequeñas, se estima que en 2030 se necesitará entre 2 y 3 veces el número actual de emplazamientos. En el contexto de estos despliegues, la regulación de la zonificación será fundamental para limitar el exceso de despliegue de sitios, reducir el proceso de aprobación de permisos y acordar el acceso a edificios públicos y derechos de paso a precios de mercado.

- **No imponer una regulación de los contratos de las empresas de torres con los proveedores de servicios móviles.** En términos económicos, la regulación de precios puede justificarse cuando los mercados no generan precios competitivos. En el pasado, la regulación de precios se aplicó en el sector de las telecomunicaciones para cumplir objetivos de eficiencia (en condiciones de escasez) y equidad (acceso a un servicio esencial). Del mismo modo, los precios de interconexión han sido regulados en ocasiones para limitar comportamientos anticompetitivos de operadores tradicionales en momentos de liberalización del mercado. Ninguna de estas condiciones existen en los contratos realizados entre un proveedor de infraestructura pasiva y un proveedor de servicios. Los precios que se cobran entre una empresa de torres independiente y los operadores inalámbricos no deben regularse porque: (i) estos reflejan contratos entre partes privadas basados en precios acordados; (ii) no reflejan una fijación de precios excesiva o desmedida de un bien esencial (denominada *price gouging*²); y (iii) representarían un desincentivo para invertir en infraestructura.
- **Definir garantías a largo plazo en la normativa y los permisos.** La fuerte inversión inicial en el despliegue de torres requiere normas relativamente estables y predecibles para garantizar la rentabilidad y la reinversión. Dado que el análisis financiero mencionado arriba fue calculado para un plazo de diez años, la estabilidad y la previsibilidad de los marcos normativos son un requisito fundamental del sector.

Estas prescripciones políticas y reglamentarias ya las han encarado países que podrían considerarse puntos de referencia de buenas prácticas respecto al desarrollo de las industrias de telecomunicaciones y de uso compartido de infraestructuras pasivas, como lo son Corea del Sur, Reino Unido y Estados Unidos. Estos países:

- Disponen de leyes específicas para regular el despliegue de las infraestructuras pasivas.

² La expresión *price gouging* cobra sentido cuando un vendedor eleva los precios de los bienes, servicios o productos básicos a un nivel más alto de lo que se considera razonable o justo.

- No les exigen a las empresas de torres independientes que se registren ante las autoridades reguladoras para comenzar a operar.
- Han promulgado leyes en armonía con las ordenanzas locales, incluidos procedimientos ligeros para el otorgamiento de permisos de construcción.
- No tienen regulación de precios para las infraestructuras compartidas.
- Facilitan, mediante reglamentación, el despliegue de redes para nuevas tecnologías como 5G y celdas pequeñas.
- Disponen de planes o manuales de buenas prácticas que permitan completar o complementar los marcos normativos que promueven la construcción ordenada de infraestructuras de telecomunicaciones compartidas.

Mientras algunos países latinoamericanos ya adoptaron gran parte de estas prescripciones, otros están muy rezagados:

- Todos los países, excepto Colombia, El Salvador y Guatemala, incluyen al proveedor de infraestructuras pasivas en su normativa, aunque muchos carecen de una ley específica sobre el tema. Asimismo, los países que carecen de una ley específica no cuentan con normas (leyes, reglamentos o estándares técnicos) sobre el despliegue de infraestructura pasiva.
- En la mayoría de los países, excepto Ecuador y Chile, las empresas de torres no están obligadas a solicitar ningún tipo de registro para obtener una licencia de operador pasivo del regulador de telecomunicaciones.
- Solo Chile cuenta con normas nacionales en armonía con las ordenanzas locales. En la mayoría de los países, existen leyes generales que establecen los mecanismos técnicos de despliegue (distancia, altura, compartición, ubicación) que coexisten con las ordenanzas que regulan exclusivamente el ámbito de la construcción civil de edificios (permiso de construcción, cargas de suelo, entorno paisajístico). En Costa Rica, El Salvador y Guatemala, las ordenanzas locales están libres de cualquier restricción nacional.
- Solamente Chile, Perú y Panamá han implementado procesos regulatorios "ligeros" para el despliegue y la explotación de las infraestructuras pasivas.
- Solo Chile y Costa Rica han establecido claramente parámetros o marcos de referencia que determinan las tasas para el uso del espacio o el uso del terreno para el despliegue de torres.
- En todos los países, se prefiere que los precios de arrendamiento de la infraestructura se negocien entre las partes; sin embargo, Costa Rica, Ecuador y Colombia definen parcialmente cierto tipo de bandas o rangos dentro de los cuales se deben fijar los precios.
- Solamente Brasil, Colombia y Chile tienen planes claros enfocados en el desarrollo de infraestructuras pasivas para nuevas tecnologías como 5G. Además, Perú y Panamá ya definieron normativas para el despliegue de microceldas (estaciones de baja potencia) en sitios urbanos.

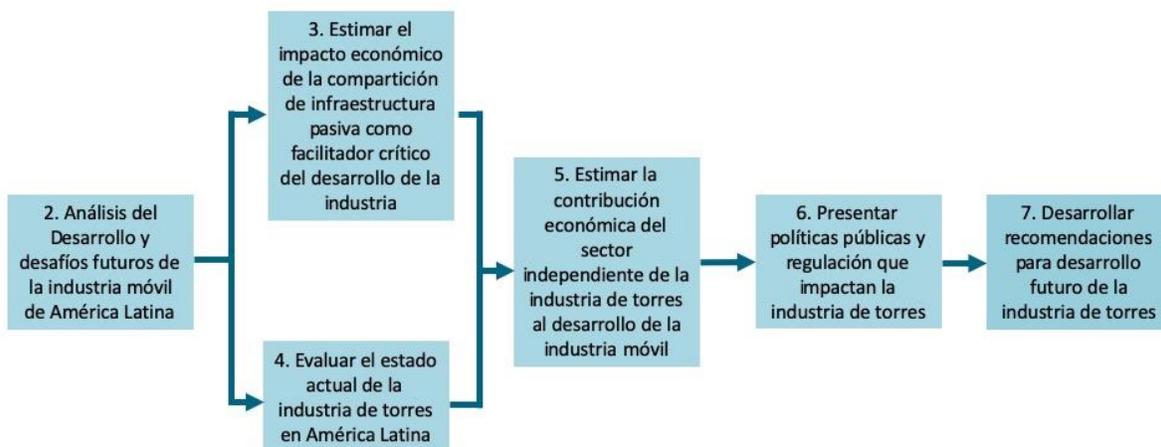
En resumen, tal como se corrobora empíricamente en este estudio, el desarrollo de una industria de torres independiente, vibrante y sostenible es fundamental para el desarrollo futuro de las telecomunicaciones móviles latinoamericanas. Adicionalmente, dado el creciente potencial de las torres para apoyar la computación en las fronteras del ecosistema (*edge computing*), el despliegue de nodos de distribución de red de fibra óptica para las telecomunicaciones móviles, y la futura generación de energía alternativa, es imperativo que los gobiernos actualicen las políticas y regulaciones para generar los incentivos adecuados para el desarrollo del sector de torres. Es así como el desarrollo exitoso de la industria móvil y de las torres independientes están intrínsecamente ligados. Los reguladores y los responsables políticos deberían reconocerlo y apoyar su continuo crecimiento.

INTRODUCCIÓN

En los últimos veinte años, el desarrollo de la industria móvil latinoamericana ha sido notable. Los avances en el despliegue, la adopción y la asequibilidad a la tecnología son algunos de los indicadores de esta tendencia positiva. Uno de los factores decisivos para impulsar este progreso es la capacidad de la industria para promover la compartición de infraestructura entre operadores, preservando al mismo tiempo la competencia entre estos. Este estudio explora estas tendencias y los aspectos económicos subyacentes que lo hacen posible. Sobre esta base, se elabora una serie de recomendaciones para seguir avanzando en el uso compartido de infraestructuras, según el desarrollo del sector de las torres independientes para acelerar la innovación, impulsar el gasto de capital en nuevas tecnologías y hacer frente a la brecha digital.

La estructura de este estudio está organizada en torno a seis capítulos (véase la figura 1).

Figura I.1 Marco general del estudio



El capítulo 1 presenta un análisis del desarrollo actual de la industria móvil latinoamericana, comparándola con la de economías avanzadas en términos de la inversión de capital, el despliegue de redes, la asequibilidad del servicio y la calidad. Al tiempo que se destacan los avances del sector, la evaluación también describe las áreas en las que los servicios móviles aún presentan importantes limitaciones. En este contexto, el capítulo 2 pone de relieve la contribución del uso compartido de infraestructuras al desarrollo del sector y presenta análisis econométricos que demuestran su impacto en el desarrollo de las

telecomunicaciones³. Profundizando en el concepto de compartición de infraestructuras como estadio de la cadena de valor de las telecomunicaciones, el capítulo 3 examina el estado de desarrollo de la industria latinoamericana de torres, analizando su despliegue y la organización de la industria, en particular su estructura de propiedad. Este análisis sirve de telón de fondo para comprender si la propiedad de las empresas de torres es clave en términos de su contribución al desempeño del sector de las telecomunicaciones, lo cual se aborda en el capítulo 4. Este análisis se apoya en evidencias de correlaciones y modelos econométricos, demostrando la relación causal entre un aumento en el número de empresas de torres independientes y varios indicadores de desempeño de la industria móvil (aumento de la cobertura 4G, crecimiento de la adopción de la banda ancha móvil, mejoramiento de la calidad del servicio, aumento de la competencia en el mercado móvil y mejoramiento de los niveles de asequibilidad del servicio móvil). Los análisis empíricos de los capítulos 2 a 4 sientan las bases para esbozar las prescripciones normativas y políticas; en otras palabras, ¿qué debe ocurrir en el ámbito de políticas públicas para maximizar el desarrollo y la sostenibilidad de una industria de torres independiente? Este es el tema del capítulo 5, que se basa en una evaluación del estado de la regulación en la región y en una recopilación de las mejores prácticas en este ámbito en las economías avanzadas. El capítulo 6 complementa este análisis con una breve visión del futuro de la industria de las torres. Por último, se registran las conclusiones del estudio, las recomendaciones y se proponen algunas líneas de investigación futura.

³ Todos los modelos econométricos se incluyen en el anexo A.3, como referencia.

1. DESARROLLO Y RETOS FUTUROS DE LA INDUSTRIA MÓVIL LATINOAMERICANA

La industria móvil latinoamericana ha demostrado notables avances en las últimas dos décadas. La cobertura de 3G y 4G es casi completa. La calidad del servicio, medida por la velocidad de descarga y por la latencia, ha mejorado significativamente en los últimos años. En consecuencia, la brecha que separa a la región de las economías mundiales más avanzadas se ha reducido considerablemente en la última década.

No obstante, el sector sigue enfrentándose con importantes retos. La falta de cobertura sigue siendo significativa en las zonas rurales, en las vías de transporte terrestre e incluso en algunas partes de las metrópolis más grandes de la región. Aunque el servicio 5G ha sido lanzado oficialmente en muchos países y el espectro para este está disponible en la mayoría de estos, esta tecnología sigue siendo una posibilidad futura para muchos países. Asimismo, si bien la adopción de banda ancha móvil es elevada, la asequibilidad continúa siendo un factor clave que limita el uso de la banda ancha y de los servicios móviles digitales para la base de la pirámide sociodemográfica. Por último, aunque ciertas condiciones estructurales, como los bajos Average Revenue per User (ARPU), siguen limitando el nivel de inversión de capital, el rezago de América Latina respecto a los países de la OCDE continúa siendo un factor que preocupa teniendo en cuenta los desafíos del desarrollo futuro.

Esta visión mixta de avances y retos futuros se explicará en detalle en este capítulo, y servirá de telón de fondo para subrayar en los capítulos siguientes la importancia del uso compartido de la infraestructura pasiva, y más concretamente el desarrollo de una industria de torres sana y próspera. El análisis incluye una visión regional, una perspectiva desagregada a nivel países y una comparación de indicadores con una lista de países o grupo de países de referencia.

1.1 La brecha de América Latina con las economías avanzadas está reduciéndose

La industria móvil latinoamericana ha alcanzado, en conjunto, un nivel de desarrollo que supera la media mundial. En 2021, la adopción de la banda ancha móvil (medida a partir de abonados móviles únicos y no de conexiones) alcanzó el 58,49 % (en comparación con la media mundial del 56,84 %), y la cobertura de la población por tecnología 4G⁴ ascendió al 89,84 % de la población (el promedio mundial ponderado es del 87,95 %) (véase tabla 1.1).

⁴ Se considera que 4G es la tecnología que proporciona un servicio fiable de banda ancha móvil. Como referencia, la cobertura de la población latinoamericana de 3G ha alcanzado el 97 %.

Tabla 1.1 Adopción de la banda ancha móvil y cobertura 4G.

	Adopción de la banda ancha móvil (*)					Cobertura 4G (**)				
	2018	2019	2020	2021	TACC (2018-21)	2018	2019	2020	2021	TACC (2018-21)
Mundo	49,06 %	51,78 %	54,34 %	56,84 %	5,03 %	84,63 %	85,96 %	86,91 %	87,95 %	1,29 %
África subsahariana	26,16 %	28,68 %	31,25 %	33,95 %	9,07 %	52,75 %	53,58 %	53,70 %	53,62 %	0,55 %
América Latina y el Caribe	52,51 %	54,68 %	56,55 %	58,49 %	3,66 %	81,92 %	85,08 %	87,42 %	89,84 %	3,13 %
América del Norte	75,13 %	76,59 %	77,86 %	79,45 %	1,88 %	98,10 %	99,00 %	99,00 %	99,00 %	0,30 %
Asia-Pacífico	45,69 %	48,98 %	52,10 %	55,05 %	6,41 %	88,82 %	89,64 %	90,26 %	91,31 %	0,93 %
Europa Occidental	70,46 %	71,60 %	72,64 %	73,67 %	1,49 %	96,40 %	96,44 %	96,52 %	96,64 %	0,08 %
Europa del Este	64,70 %	67,33 %	69,77 %	72,14 %	3,69 %	75,88 %	77,05 %	78,70 %	79,49 %	1,56 %
Estados árabes	46,48 %	48,72 %	50,79 %	52,86 %	4,38 %	69,11 %	79,77 %	88,10 %	93,42 %	10,57 %
BENCHMARKS										
OCDE	70,69 %	72,30 %	73,73 %	75,16 %	2,07 %	96,65 %	97,32 %	97,70 %	97,93 %	0,44 %
Estados Unidos	76,01 %	77,50 %	78,81 %	80,45 %	1,91 %	98,00 %	99,00 %	99,00 %	99,00 %	0,34 %
Canadá	67,36 %	68,64 %	69,63 %	70,79 %	1,67 %	99,00 %	99,00 %	99,00 %	99,00 %	0,00 %
Reino Unido	74,19 %	75,67 %	77,03 %	78,36 %	1,84 %	99,00 %	99,00 %	99,00 %	99,00 %	0,00 %
Corea del Sur	82,56 %	83,18 %	83,83 %	84,56 %	0,80 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %	0,00 %

(*) Medido como abonados únicos de banda ancha móvil.

(**) Medido como porcentaje de la población.

Fuentes: GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

Como se muestra en la tabla 1.1, la distancia que separa a América Latina del promedio ponderado de los países de la OCDE (la comunidad de economías avanzadas) respecto a la adopción ha disminuido de 18,18 puntos porcentuales en 2018 a 16,67 en 2021; la misma relación en términos de la cobertura 4G ha disminuido de 14,73 puntos porcentuales en 2018 a 8,09 en 2021. Como era de esperarse, la brecha que separa a la región de las economías de referencia de renta alta sigue siendo muy amplia, aunque los factores estructurales, como el desarrollo económico, explican una gran parte de esta.

Paralelamente al aumento de la adopción de la banda ancha móvil y de la cobertura 4G, la región ha logrado avances sustanciales respecto a la calidad del servicio de banda ancha móvil, medida por la velocidad media de descarga y la latencia del servicio (véase tabla 1.2). Como se muestra en la tabla 1.2, la velocidad media de descarga de banda ancha móvil ha aumentado a una tasa del 16,57 % desde 2018, y la latencia ha disminuido a una tasa del 19,64 %. Estos valores indican que, a pesar de los importantes avances en la región, la brecha de velocidad de la banda ancha móvil respecto a los países de la OCDE se ha ampliado en los últimos años, mientras que la región ha cerrado, en cierta medida, la brecha respecto a la latencia.

Tabla 1.2 Calidad del servicio móvil.

	Velocidad media de descarga de banda ancha móvil (en Mbps)					Latencia de la banda ancha móvil (en Ms)				
	2018	2019	2020	2021	TACC 2018-21	2018	2019	2020	2021	TACC 2018-21
Mundo	20	24	41	62	45,64 %	52	38	32	30	-16,52 %
África subsahariana	12	16	17	22	23,69 %	47	38	33	29	-14,58 %
América Latina y el Caribe	18	21	25	29	16,57 %	61	40	34	32	-19,64 %
América del Norte	30	37	47	90	45,02 %	48	39	36	32	-12,42 %
Asia-Pacífico	19	23	49	73	56,54 %	52	39	32	30	-16,69 %
Europa Occidental	32	37	42	66	27,10 %	45	35	32	30	-12,10 %
Europa del Este	22	26	29	38	18,74 %	47	34	32	30	-13,81 %
Estados árabes	19	24	34	53	41,29 %	66	35	30	28	-24,96 %
BENCHMARKS										
OCDE	30	38	44	74	34,76 %	47	37	33	31	-12,56 %
Estados Unidos	27	35	44	91	49,20 %	49	40	37	33	-12,47 %
Canadá	50	61	68	86	20,01 %	38	30	28	26	-11,66 %
Reino Unido	27	31	35	79	43,91 %	45	39	37	36	-7,75 %
Corea del Sur	37	97	109	189	72,84 %	44	32	34	28	-14,42 %

Fuentes: Ookla Speedtest; análisis de Telecom Advisory Services.

Por último, si bien la brecha de asequibilidad de la banda ancha inalámbrica entre la región y los países de la OCDE, medida como el precio del plan estándar como porcentaje del PIB mensual per cápita, continúa siendo tres veces mayor que la de los países de la OCDE, en valores absolutos, la situación ha mejorado desde 2018 hasta alcanzar el 1,87 % del PIB per cápita⁵, a pesar de la contracción económica generada por la Covid-19 (véase tabla 1.3).

⁵ La Comisión de Banda Ancha para el Desarrollo Sostenible considera que, en 2025, el objetivo de asequibilidad debería ser el 2 % del ingreso mensual per cápita. Véase Comisión de Banda Ancha para el Desarrollo Sostenible (2022).

Tabla 1.3 Asequibilidad de la banda ancha inalámbrica (*).

	2018	2019	2020	2021	2018-21 TACC
Mundo	2,36	1,48	1,43	1,43	-15,25 %
OCDE	0,92	0,60	0,63	0,63	-11,61 %
África subsahariana	10,81	6,11	5,03	5,01	-22,60 %
América Latina y el Caribe	2,89	2,09	1,87	1,87	-13,56 %
América del Norte	0,75	0,44	0,42	0,43	-17,42 %
Asia-Pacífico	1,51	0,95	1,07	1,07	-10,81 %
Europa Occidental	0,81	0,54	0,56	0,56	-11,52 %
Europa del Este	1,03	0,92	0,83	0,83	-6,89 %
Estados árabes	1,45	1,27	1,06	1,05	-10,01 %

(*) Precio de una canasta de 500 Mb para el servicio de smartphone como porcentaje del PIB per cápita mensual

Fuentes: Unión Internacional de Telecomunicaciones; análisis de Telecom Advisory Services.

En resumen, la industria móvil en América Latina ha aumentado drásticamente la cobertura de la población con 4G, la adopción de servicios móviles y la calidad de los servicios, al tiempo que ha mantenido la asequibilidad en un nivel estable, a pesar de la contracción económica.

1.2 Siguen existiendo retos de cara al futuro

A pesar de los avances señalados, el desfase entre América Latina y el promedio ponderado de los países de la OCDE, a partir de 2021, sigue siendo significativo. En 2021, la brecha de adopción móvil de América Latina respecto a los países de la OCDE era de 16,67 puntos porcentuales, mientras que la brecha de cobertura 4G era de 8,09 puntos porcentuales. Adicionalmente, si bien la velocidad móvil promedio de América Latina se ha multiplicado por dos en los últimos cuatro años (llegó a los 29 Mbps), el promedio de la OCDE también ha aumentado, pero a un ritmo mayor (alcanzó los 74 Mbps). Por último, aunque la región ha logrado un importante avance en cuanto a la asequibilidad del servicio, la brecha con las economías avanzadas sigue siendo sustancial. A continuación, se repasan los retos con los que todavía se enfrenta la industria móvil en la región.

1.2.1 Cobertura de banda ancha móvil y calidad del servicio desiguales

A pesar de la reducción de la brecha con las economías avanzadas, en términos de cobertura y calidad del servicio, el nivel de desarrollo de la industria móvil latinoamericana por país muestra grandes divergencias. Por ejemplo, el nivel de cobertura de la banda ancha móvil varía enormemente entre los países (véase tabla 1.4).

Tabla 1.4 América Latina: cobertura 4G.

	2018	2019	2020	2021	TACC 2018-21
América Latina y el Caribe	81,92 %	85,08 %	87,42 %	89,84 %	3,13 %
Argentina	88,00 %	92,00 %	91,58 %	93,43 %	2,02 %
Bolivia	80,00 %	80,00 %	80,00 %	80,00 %	0,00 %
Brasil	93,00 %	94,00 %	95,00 %	96,96 %	1,40 %
Chile	94,00 %	96,00 %	98,00 %	98,00 %	1,40 %
Colombia	67,64 %	71,00 %	74,76 %	78,73 %	5,19 %
Costa Rica	89,00 %	89,00 %	89,00 %	89,00 %	0,00 %
Ecuador	71,04 %	86,35 %	88,00 %	88,00 %	7,40 %
El Salvador	64,00 %	73,63 %	89,50 %	90,00 %	12,04 %
Guatemala	78,32 %	86,35 %	88,00 %	88,00 %	3,96 %
México	86,00%	90,00 %	93,65 %	96,00 %	3,73 %
Nicaragua	46,00%	49,00 %	71,44 %	86,84 %	23,59 %
Panamá	76,54%	90,00 %	90,00%	90,00 %	5,55 %
Paraguay	80,80%	84,08 %	87,49 %	91,05 %	4,06 %
Perú	74,00%	77,00%	80,00 %	82,63 %	3,75 %
Uruguay	88,00 %	88,00 %	88,00 %	88,00 %	0,00 %
Venezuela	88,00 %	88,00 %	88,00 %	88,00 %	0,00 %

(*) Medido no como conexiones sino como abonados únicos a la banda ancha móvil.

(**) Medido como porcentaje de la población.

Fuentes: GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Nicaragua, Perú, Uruguay y Venezuela son países donde la cobertura 4G está por debajo de la media regional. Además, en algunos países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Costa Rica, Uruguay y Venezuela), el despliegue de 4G ha aumentado menos que la tasa de crecimiento media. Como se indica en la figura 1.1, la cobertura 4G rezagada prevalece en Bolivia, Ecuador y los países de América Central.

Figura 1.1 América Latina. Niveles de cobertura 4G.



Fuentes: GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

Más allá de las trayectorias divergentes en el despliegue de la red, la diferencia en la calidad del servicio entre países, medida por la velocidad media de la banda ancha móvil, sigue siendo también importante (véase tabla 1.5).

Tabla 1.5 América Latina. Velocidades medias de banda ancha móvil (en Mbps) (*).

Países	Velocidad de descarga				Velocidad de carga			
	2018	2019	2020	2020	2018	2019	2020	2021
América Latina y el Caribe	18	21	25	29	9	10	11	11
Argentina	16	21	28	30	8	10	9	10
Bolivia	18	17	19	22	11	12	11	12
Brasil	19	23	28	33	8	10	10	11
Chile	17	20	19	20	9	12	12	12
Colombia	16	17	18	18	9	10	9	10
Costa Rica	16	18	27	33	7	8	9	10
Ecuador	21	21	23	25	8	11	11	11
El Salvador	9	10	17	23	4	6	8	10
Guatemala	14	17	25	29	10	13	16	16
México	22	25	31	34	12	12	13	13
Nicaragua	21	22	21	23	8	12	11	11
Panamá	14	13	17	19	9	10	11	12
Paraguay	14	15	15	20	8	10	9	10
Perú	22	23	23	24	13	14	12	13
Uruguay	24	28	32	34	11	13	14	14
Venezuela	8	7	8	8	5	4	5	4
BENCHMARKS								
OCDE	30	38	44	74	11	12	12	14
Estados Unidos	27	35	44	91	8	10	9	13
Canadá	50	61	68	86	11	14	11	12
Reino Unido	27	31	35	79	11	11	10	12
Corea del Sur	37	97	109	189	14	16	18	21

(*) Datos de julio de cada año.

Fuentes: Ookla speedtest; análisis de Telecom Advisory Services.

En 2021, la velocidad media de descarga de banda ancha, 29 Mbps en los países de América Latina, es tres veces inferior a la media de las economías de ingresos altos (por ejemplo, 91 Mbps en Estados Unidos, 189 Mbps en Corea del Sur o 74 Mbps en la OCDE), y se ha distanciado de todas las economías de referencia de ingresos altos desde 2016. Por otro lado, la velocidad de descarga de banda ancha móvil es inferior al promedio regional ponderado en Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, El Salvador, Nicaragua, Panamá, Paraguay y Perú (véase la figura 1.2).

Figura 1.2 América Latina. Velocidad media de descarga de banda ancha móvil.



Fuentes: Ookla speedtest; análisis de Telecom Advisory Services.

1.2.2 Lento despliegue de 5G

Si bien la disponibilidad continua de espectro avanza a un ritmo rápido, 5G sigue siendo una posibilidad futura en América Latina, con la notable excepción de Brasil, donde el 17 % de la población ya estaba cubierta en 2022. Además de Brasil, se han producido algunos avances en el despliegue de 5G con la instauración de servicios en Chile, México, Perú y Guatemala (véase tabla 1.6).

Tabla 1.6 Estado del despliegue del 5G (agosto de 2022).

Países	Cobertura 2021	Espectro subastado	Servicio lanzado	Ciudades/áreas con servicio 5G
Argentina	0,00 %	Todavía no está disponible. Se utiliza solo para probar (5G a través de DSS).	Telecom.	Buenos Aires (5 sitios), Rosario (5 sitios), Mar del Plata (5 sitios), Pinamar (5 sitios) y Cariló (1 sitio).
Bolivia	0,00 %	Todavía no está disponible. Están en proceso de implantación del Sistema Nacional Integrado de Espectro Radioeléctrico, y esto permitirá planificar la llegada de la tecnología 5G en 2023-2024.	-	-
Brasil	17,00 %**	Bandas en 700 MHz, 2,6 GHz, 3,5 GHz y 26 GHz.	Algar, Claro, Telefónica (Vivo), TIM. Lotes regionales: Sercomtel, Brisanet, Consorcio 5G Sul, Cloud2U.	Brasilia y 26 capitales regionales. Hasta septiembre está previsto que haya 5G en todas las capitales del país.
Chile	La cobertura de la señal está presente en al menos el 70 %** de las localidades urbanas, y las conexiones 5G ya representan el 5,8 %* del total.	Bandas en 700 MHz, AWS, 3,5 GHz y 26 GHz.	Claro, Telefónica, Entel, WOM.	Región Metropolitana, Tarapacá, Antofagasta, Valparaíso, O'Higgins, Maule, Bío Bío, La Araucanía, Atacama, Conquimbo, Los Lagos y Los Ríos.
Colombia	0,00 %	Utilizado solo para pruebas. Todavía no está disponible (en 3,5 GHz y 28 GHz).	DirectTV (internet fijo), Claro.	Bogotá, Medellín, Cali y Barrancabermeja.
Costa Rica	0,00 %	Todavía no está disponible. En proceso de recuperación de la banda de 3,5 GHz del ICE; en los planes de asignación para 2023-2024.	-	-
Ecuador	0,00 %	Utilizado solo para pruebas. No disponible todavía (en 3,5 GHz); en proceso de limpieza y valoración de la banda.	CNT, Claro y Movistar.	Quito y Guayaquil.
El Salvador	0,00%	Todavía no está disponible. Tigo está en planes, pero no definió una fecha.	-	-

Países	Cobertura 2021	Espectro subastado	Servicio lanzado	Ciudades/áreas con servicio 5G
Guatemala	17,5 % ** (calculado con base en el número de habitantes de la capital).	Tigo y Claro desarrollan una red 5G NSA con los 700 MHz, 3,5 GHz y AWS.	Tigo y Claro despliegan red enfocada a un mejoramiento de 4G hacia 4.5G, antes que una red nativa 5G.	Inicialmente en la capital y posteriormente se extenderá a 22 departamentos.
México	31,00 % ** (calculado con base en el número de habitantes en cobertura de la señal).	Bandas en 2,5 GHz y 3,5 GHz.	Telcel, ATT.	En al menos 18 ciudades (Hermosillo, Ciudad Juárez, Chihuahua, Torreón, Tijuana, Monterrey, San Luis Potosí, Saltillo, Querétaro, Culiacán, Querétaro, Mazatlán, Durango, Puebla, Guadalajara, León, Toluca, Ciudad de México y Mérida); a finales de 2022, se espera que 120 ciudades
Nicaragua	0,00 %	Todavía no está disponible. TELCOR está en planes de promover una transición entre 4G y 5G.	-	-
Panamá	0,00 %	Todavía no está disponible. CAF está colaborando con las autoridades (AIG, ASEP) para desarrollar una hoja de ruta hacia el 5G.	-	-
Paraguay	0,00 %	Todavía no está disponible. El Plan Nacional de Telecomunicaciones establece que en 2024 el 30 % de la población tendrá acceso al 5G, en 511 localidades.	-	-
Perú	21,00 % ** (calculado con base en la población en cobertura de la señal).	3,5GHz a los servicios de Internet fijos, pero la MTC tiene previsto celebrar una subasta de espectro en las bandas de 3,5 GHz y 26 GHz para los servicios móviles	Claro, Entel, Telefónica.	Lima, Trujillo, Piura, Arequipa, Ancash, Oca, Lambayeque, La Libertad, Tacna, Callao
Uruguay	5,25 %	En la banda de 28 GHz y 3,5 GHz para probar el 5G.	Antel, Claro, Movistar.	Barra de Maldonado, Colonia, Montevideo.
Venezuela	0,00 %	Todavía no está disponible; en prueba.	Movilnet.	Caracas.

(*) Medido no como conexiones sino como abonados únicos a la banda ancha móvil.

(**) Medido como porcentaje de la población.

Fuentes: GSMA Intelligence; DPL; análisis de Telecom Advisory Services.

Según los estimativos de GSMA Intelligence (2021), América Latina tiene un rezago de 4/5 años respecto a los países de la OCDE, en la expansión de 5G. Por ejemplo, se espera que la

cobertura promedio para la región en 2025 alcance el 37 %, un nivel similar al de los países de la OCDE en 2022. Este desarrollo será liderado por Chile (penetración proyectada para 2025: 57 %), Brasil (penetración estimada para 2025: 48 %) y México (penetración proyectada para 2025: 54 %) (véase tabla 1.7).

Tabla 1.7 Cobertura de la población 5G (2021-2025).

	2021	2022	2023	2024	2025
América Latina y el Caribe	4,23 %	10,21 %	18,42 %	27,87 %	36,99 %
Argentina	0,00 %	0,00 %	23,03 %	27,56 %	34,94 %
Bolivia	0,00 %	0,00 %	0,00 %	16,26 %	16,55 %
Brasil	11,00%	22,00%	34,00%	42,00 %	48,00 %
Chile	0,00 %	9,20 %	20,83 %	38,79%	56,74%
Colombia	0,00 %	0,00 %	0,00 %	12,63 %	30,33 %
Costa Rica	0,00 %	0,00 %	0,00 %	7,61 %	20,08 %
Ecuador	0,00 %	0,00 %	0,00 %	19,09 %	40,44 %
El Salvador	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Guatemala	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
México	3,00 %	13,51 %	24,07 %	39,15 %	54,24 %
Nicaragua	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Panamá	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Paraguay	0,00%	0,00%	0,00%	16,11%	30,12 %
Perú	0,00 %	0,00 %	3,13 %	14,55 %	27,18 %
Uruguay	5,25 %	9,18 %	16,05 %	25,00 %	25,00 %
Venezuela	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
BENCHMARKS					
OCDE	52,18 %	62,21 %	70,40 %	77,82 %	83,61 %
Estados Unidos	86,00 %	93,64 %	96,52 %	98,00 %	98,00 %
Canadá	66,18 %	83,49 %	90,72 %	97,95 %	98,00 %
Reino Unido	45,90 %	57,94 %	68,21 %	76,48 %	83,26 %
Corea del Sur	97,00 %	97,00 %	97,00 %	97,00 %	97,00 %

Fuentes: GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

1.2.3 Algunos países rezagados en la adopción de la tecnología móvil

En consonancia con la divergencia en el despliegue de redes, la tasa de adopción de la tecnología móvil, en telefonía y en banda ancha, varía entre los países de la región. Bolivia, Colombia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Nicaragua, Paraguay, Perú y Venezuela se encuentran por debajo de la media latinoamericana en telefonía móvil, mientras que Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala, Nicaragua, Perú, Uruguay y Venezuela lo hacen en banda ancha móvil (véase tabla 1.8).

Tabla 1.8 América Latina. Adopción de la tecnología móvil.

Países	Telefonía móvil (*)				Banda ancha móvil (**)			
	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021
América Latina y el Caribe	109,32	109,06	109,28	113,10	52,51 %	54,68 %	56,55 %	58,49 %
Argentina	136,66	132,31	126,95	130,59	59,58 %	61,41 %	63,78 %	66,08 %
Bolivia	101,48	102,97	110,78	114,37	42,58 %	44,12 %	45,29 %	46,41 %
Brasil	109,82	109,38	113,38	119,31	58,43 %	60,71 %	62,71 %	64,48 %
Chile	150,80	148,50	142,62	146,37	68,64 %	69,62 %	70,16 %	71,08 %
Colombia	125,15	125,70	127,12	132,76	50,71 %	52,77 %	54,67 %	57,19 %
Costa Rica	174,50	175,57	154,45	158,03	57,80 %	59,64 %	61,36 %	63,13 %
Ecuador	94,98	94,43	91,30	95,02	46,35 %	48,34 %	50,07 %	51,54 %
El Salvador	148,86	149,13	148,76	150,27	44,70 %	46,39 %	47,96 %	49,59 %
Guatemala	119,07	118,98	114,40	111,39	41,06 %	43,22 %	44,44 %	45,99 %
México	97,75	98,80	98,20	99,86	53,42 %	55,98 %	58,30 %	60,64 %
Nicaragua	116,43	117,27	121,09	125,39	36,10 %	38,92 %	42,16 %	44,84 %
Panamá	117,47	118,53	118,01	127,20	61,61 %	63,74 %	65,46 %	67,45 %
Paraguay	100,84	102,05	100,00	99,43	40,35 %	41,90 %	43,26 %	44,44 %
Perú	124,47	116,56	112,33	115,82	50,39 %	51,54 %	53,07 %	54,45 %
Uruguay	160,54	174,78	168,63	163,17	61,91 %	63,68 %	65,16 %	66,46 %
Venezuela	84,51	85,56	83,67	86,37	43,63 %	45,06 %	45,06 %	46,72 %

(*) Número de conexiones/población.

(**) Abonados únicos (porcentaje de la población), internet móvil.

Fuentes: GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

Si se evalúa de forma comparativa, Argentina, Brasil y México continúan siendo líderes en la adopción de la banda ancha móvil, mientras que Bolivia, Ecuador, Colombia, Perú y los países centroamericanos siguen siendo los más rezagados (véase figura 2-3).

Figura 1.3 América Latina. Adopción de la banda ancha móvil.



Fuentes: GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

1.2.4 La barrera de la asequibilidad

A pesar de los significativos avances regionales ocasionados desde el 2013 (impulsados especialmente por Brasil), la asequibilidad emerge como una barrera clave que limita el acceso a la banda ancha y a los servicios móviles digitales. Las tarifas de planes de banda ancha y de la telefonía móvil más económicos como porcentaje del ingreso per cápita representan en promedio el 1,8 % y el 2,1 % en 2021, lo que resulta entre dos y tres veces más que en los países de altos ingresos; esto constituye una barrera adicional para cerrar las brechas de adopción (véase tabla 1.9).

Tabla 1.9 América Latina. Asequibilidad de las telecomunicaciones móviles.

	Telefonía móvil (*)		Banda ancha móvil (**)	
	2021	TACC (2013-2021)	2021	TACC (2013-2021)
América Latina y el Caribe	2,1 %	-8,5 %	1,8 %	-7,2 %
Argentina	2,1 %	- 0,7 %	1,4 %	-0,3 %
Bolivia	3,2 %	7,8 %	2,5 %	-14,9 %
Brasil	1,0 %	-3,7 %	0,6 %	- 2,4 %
Chile	0,6 %	-1,4 %	0,5 %	-1,1 %
Colombia	1,1 %	-2,1 %	1,9 %	-0,6 %
Costa Rica	0,5 %	0,0 %	0,7 %	-1,0 %
Ecuador	2,8 %	-0,7 %	2,2 %	-2,2 %
El Salvador	3,4 %	-2,2 %	4,9 %	0,6 %
Guatemala	3,4 %	-4,5 %	3,4 %	-3,3 %
México	0,5 %	-0,9 %	0,6 %	-0,9 %
Nicaragua	19,5 %	1,0 %	6,6 %	-2,6 %
Panamá	0,9 %	-0,5 %	2,1 %	1,0 %
Paraguay	2,3 %	-3,7 %	3,0 %	-5,8 %
Perú	0,9 %	-0,8 %	1,7 %	-2,5 %
Uruguay	1,2 %	-5,2 %	1,0 %	2,6 %
BENCHMARKS				
OCDE	0,7 %	-8,4 %	0,6 %	-6,5 %
Estados Unidos	0,6 %	-4,0 %	0,4 %	-2,8 %
Canadá	0,6 %	-6,6 %	0,7 %	-8,6 %
Reino Unido	0,5 %	-12,4 %	0,6 %	2,0 %
Corea del Sur	0,8 %	-1,2 %	0,4 %	-12,3 %

(*) Cesta de bajo consumo de telefonía móvil (70 minutos + 20 SMS) conexión.

(**) Conexión de banda ancha móvil solo de datos (2 GB).

Fuentes: Unión Internacional de Telecomunicaciones; análisis de Telecom Advisory Services.

La figura 1.4 ofrece una comparación del nivel de asequibilidad entre la telefonía móvil y la banda ancha móvil, e indica cómo esta última sigue siendo un mayor obstáculo para su adopción en la región.

Figura 1.4 América Latina. asequibilidad de la telefonía móvil y la banda ancha móvil.



Fuentes: Unión Internacional de Telecomunicaciones; análisis de Telecom Advisory Services.

La barrera de asequibilidad para la adopción de la banda ancha móvil se concentra en la base de la pirámide sociodemográfica. De hecho, aunque en promedio los costos están en línea con el rango esperado para las regiones en desarrollo, el alto nivel de desigualdad en la distribución de ingresos demuestra cómo el costo de acceso a banda ancha representa una carga insostenible para la población más vulnerable. Incluso centrándose en los servicios móviles más asequibles, la banda ancha móvil representaba en 2020 el 1,8 % de la PIB per cápita mensual promedio para toda la población, pero hasta el 10,2 % para el primer decil de ingresos (es decir, el 10 % de la población con los ingresos más bajos) (véase tabla 1.10).

Tabla 1.10 Precio del servicio de banda ancha como porcentaje del PIB per cápita por decil para América Latina y el Caribe (2020).

País	Media	Decil 1	Decil 2	Decil 3
Banda ancha fija	3,6 %	20,8 %	11,9 %	8,8 %
Banda ancha móvil	1,8 %	10,2 %	5,8 %	4,4 %

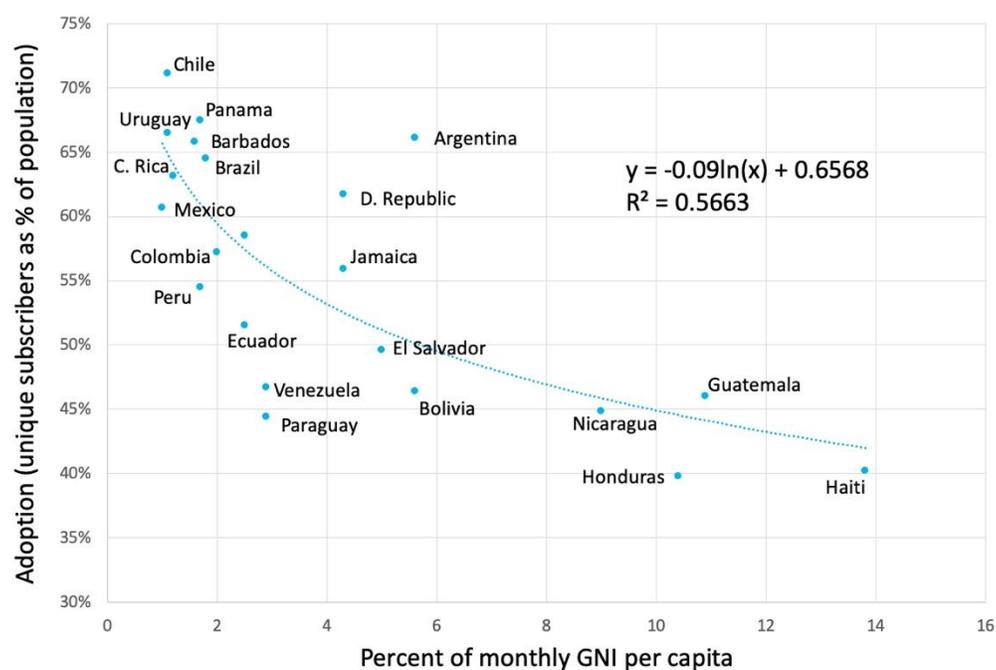
Fuentes: SEDLAC (CEDLAS y Banco Mundial) a partir de microdatos de las encuestas de hogares; Katz y Jung (2021); análisis de Telecom Advisory Services.

Incluso para el decil 3, grupo social cercano a la denominada *clase media vulnerable*, el costo de la banda ancha móvil alcanza el 4,4 % de sus ingresos mensuales, muy por encima del umbral de asequibilidad del 2 % establecido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (<https://a4ai.org/news/un-broadband-commission-adopts-a4ai-1-for-2-affordability-target/>). La barrera de asequibilidad de servicios se extiende a los

dispositivos. El smartphone básico más barato disponible cuesta entre el 4% y el 12 % de los ingresos medios de los hogares en gran parte de la región, y hasta el 31 %-34 % para los habitantes de Guatemala y Nicaragua o incluso el 84 % para los de Haití (Drees-Gross y Zhang, 2021).

La barrera de asequibilidad es la razón por la que no existe una correlación completa entre la cobertura y la adopción. Dado el nivel de desarrollo de la industria móvil latinoamericana y la distribución de los ingresos de la región, la asequibilidad se convierte en el principal factor explicativo del crecimiento futuro de la penetración de los servicios de banda ancha móvil (véase gráfico 1.1).

Gráfico 1.1 América Latina y el Caribe. Asequibilidad frente a la adopción de la banda ancha móvil.



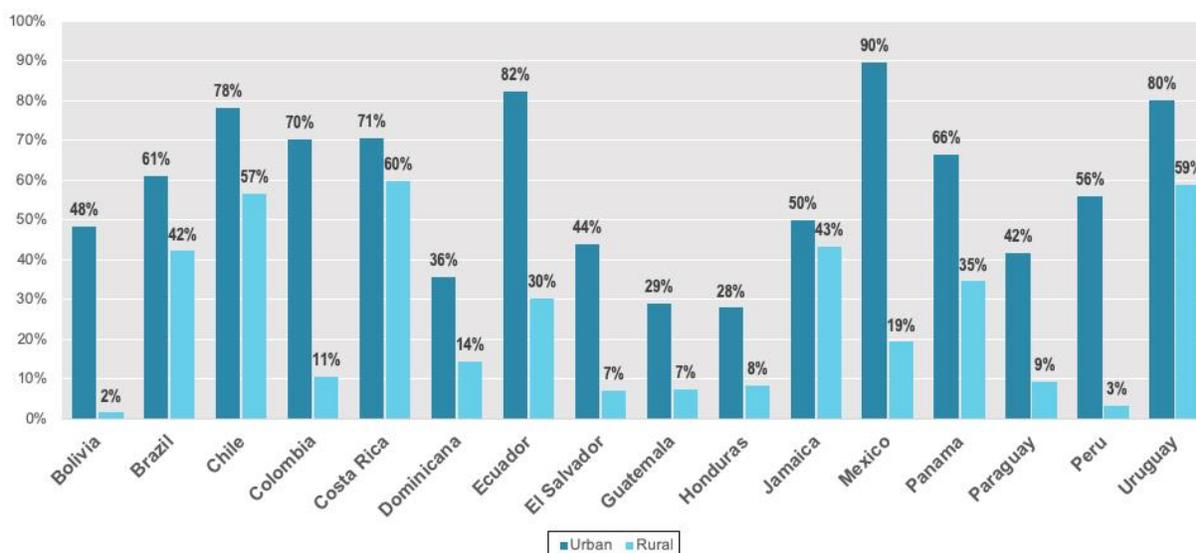
Fuente: Banco Mundial; GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

Según indica el gráfico 1.1, cuanto mayor es el costo del servicio de banda ancha móvil como porcentaje del PIB mensual per cápita, menor es la adopción del servicio.

1.2.5 La dicotomía urbana/rural

A la vez que representan focos de asequibilidad limitada, las zonas rurales de los países latinoamericanos suelen presentar una menor cobertura de redes. Ambas variables influyen en la menor adopción de la banda ancha en las zonas rurales (véase gráfico 1.2).

Gráfico 1.2 América Latina. Adopción De La Banda Ancha (Porcentaje De Hogares).



Nota. Las ratios Urbano/Total y Rural/Total de años anteriores (2018 y 2019) se aplican a los datos de penetración nacional de la UIT para 2020.

Fuentes: UIT, Encuestas de hogares, BID; análisis de Telecom Advisory Services.

Las estadísticas del gráfico 1.2 acentúan la importancia de compartir las infraestructuras. Los gobiernos y la sociedad civil de la región son conscientes de la urgente necesidad de reducir la brecha digital, especialmente teniendo en cuenta la pandemia. De hecho, el diálogo en curso dentro de los gobiernos y los reguladores, no solo en la región sino en todo el mundo, indica que existe un amplio consenso en que la región no puede permitirse otro ciclo de pandemia con el nivel actual de desarrollo de la infraestructura móvil.

1.2.6 Rezago en la inversión de capital

América Latina y el Caribe invierte en telecomunicaciones una cifra ponderada de 35,2 dólares per cápita, por debajo de la media mundial, significativamente inferior a la de las economías avanzadas (véase tabla 1.11).

Tabla 1.11 Inversión en telecomunicaciones per cápita (en dólares).

Región	2019	2020	Delta 2019-20	2021
Mundo	\$ 51,3	\$ 51,7	0,9 %	\$ 52,3
África subsahariana	\$ 8,5	\$ 7,6	-11,0 %	\$ 7,4
América Latina y el Caribe	\$ 36,4	\$ 33,7	-7,4 %	\$ 35,2
América del Norte	\$ 345,6	\$ 338,1	-2,2 %	\$ 352,3
Asia y el Pacífico	\$ 26,2	\$ 28,0	7,0 %	\$ 27,8
Europa Occidental	\$ 121,6	\$ 121,6	0,0 %	\$ 121,1
Europa del Este	\$ 38,8	\$ 40,5	4,3 %	\$ 40,5
Estados árabes	\$ 39,7	\$ 43,6	10,0 %	\$ 43,0
OCDE	\$ 177,4	\$ 174,6	-1,5 %	\$ 178,7

Fuentes: base de datos de indicadores mundiales de telecomunicaciones/TIC (WTI) de la UIT 2021 y GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

La necesidad de acelerar el despliegue de las redes móviles es extremadamente relevante en las circunstancias actuales: la inversión de capital por país varía significativamente (véase figura 1.5).

Figura 1.5. América Latina. CAPEX per cápita



Fuentes: base de datos de indicadores mundiales de telecomunicaciones/TIC (WTI) de la UIT (2021) y GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

Asimismo, muchos países de la región presentan un decrecimiento continuo de la inversión de capital, solo acelerada por el "efecto Covid-19", tal como se muestra en la tabla 1.12 con la inversión anual móvil per cápita (véase tabla 1.12).

Tabla 1.12 CAPEX móvil per cápita (2011-2021) (en USD).

País	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
América Latina y el Caribe	17,06	19,76	19,46	18,98	19,33	21,24	17,78	18,41	19,29	17,76	18,33
Argentina	4,66	4,08	4,04	3,84	5,80	6,78	6,40	6,68	9,01	7,92	8,38
Bolivia	7,71	9,58	10,91	12,80	14,81	16,60	23,14	29,69	34,92	38,89	42,88
Brasil	12,46	14,39	14,09	14,39	16,23	15,77	14,62	15,16	16,40	15,77	16,88
Chile	57,08	57,11	48,64	50,90	47,91	53,24	48,90	46,92	44,58	40,98	50,66
Colombia	20,43	20,43	19,7	20,30	19,88	18,22	18,05	15,40	18,02	17,61	17,50
Costa Rica	22,87	31,87	4,83	45,31	50,36	54,24	54,48	54,19	47,64	43,01	41,12
Ecuador	21,29	23,65	24,72	25,58	22,88	24,29	21,60	20,93	18,59	14,07	13,23
El Salvador	37,32	33,44	39,11	42,22	42,29	39,54	32,74	32,30	32,71	33,01	31,87
Guatemala	19,82	22,66	22,00	19,62	23,01	25,00	25,21	25,78	29,35	23,29	19,99
México	10,92	17,59	16,99	14,30	11,28	13,99	7,07	13,85	14,23	13,92	14,19
Nicaragua	15,47	18,68	21,30	22,12	25,33	32,67	36,30	36,12	35,67	30,65	24,74
Panamá	104,27	86,89	84,05	90,61	88,82	72,00	71,33	64,09	58,32	59,70	57,54
Paraguay	10,84	12,34	14,30	16,01	17,01	19,67	20,94	22,41	23,52	24,42	23,28
Perú	18,79	18,97	20,82	25,40	30,78	49,71	31,91	31,25	29,04	21,76	24,96
Uruguay	19,79	18,97	18,31	18,09	18,65	21,02	22,50	23,82	25,47	23,72	22,10
BENCHMARKS											
OCDE	60,87	64,56	68,39	72,42	73,74	72,30	69,41	67,37	67,37	69,43	72,24
Estados Unidos	85,68	96,79	105,50	102,51	101,32	98,71	106,24	116,82	138,13	134,69	139,45
Canadá	79,18	77,54	71,90	76,81	75,44	71,76	72,02	73,74	76,78	74,29	83,90
Reino Unido	47,94	48,64	49,93	54,39	55,46	55,74	55,58	54,72	51,98	50,10	49,46
Corea del Sur	62,67	72,50	75,54	79,57	77,15	73,66	64,11	60,62	64,37	70,70	74,81

□ Países con reducción interanual.

Fuentes: GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

De hecho, cuando se suavizan las series históricas para limitar la volatilidad de los datos, puede observarse que la inversión de capital en telecomunicaciones en la región ha disminuido constantemente en los últimos cuatro años (véase tabla 1.13).

Tabla 1.13 América Latina. Inversión anual en telecomunicaciones fija/móvil per cápita (precios actuales en USD, media de cinco años).

	2018	2019	2020	2021
América Latina y el Caribe	37,55	36,80	36,06	34,84
Argentina	72,34	70,45	62,53	55,99
Barbados	125,30	126,43	117,89	95,11
Bolivia	34,92	39,63	42,95	45,66
Brasil	30,53	31,19	32,49	33,16
Chile	88,24	82,54	80,58	83,13
Colombia	40,93	37,74	37,42	37,19
Costa Rica	95,29	96,54	86,74	74,74
Ecuador	54,01	50,00	46,50	36,35
Jamaica	43,53	41,29	38,50	36,28
México	33,93	32,93	33,06	32,76
Panamá	60,51	61,60	63,23	66,61
Paraguay	30,26	31,76	32,98	31,44
Perú	39,47	37,10	35,20	30,09
República Dominicana	29,59	30,28	30,95	28,09
Trinidad y Tobago	42,68	42,10	43,25	43,99
Uruguay	70,35	65,88	57,48	53,56
Venezuela	18,03	12,41	7,18	2,76
BENCHMARK				
OCDE	152,52	156,62	162,64	168,68

Fuentes: base de datos de indicadores mundiales de telecomunicaciones/TIC (WTI) de la UIT (2021) y GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services

Los valores de CAPEX per cápita de la tabla 1.13 presentan un promedio constante de cinco años para cada país de la región durante los últimos cuatro años, así como un promedio comparado con el valor ponderado de los países de la OCDE. Estas comparaciones permiten generar tres conclusiones.

Primero, la región invierte una quinta parte del capital en telecomunicaciones cuando este valor se compara con el de las economías avanzadas. Esto se justifica en parte, aunque no del todo, por los menores ingresos promedios por abonado (ARPU, por su sigla en inglés) de la región, los que imponen un límite estructural a la capacidad de inversión de capital del sector (véase figura 1.6).

Figura 1.6 América Latina. Ingresos medios por usuario de telecomunicaciones móviles.

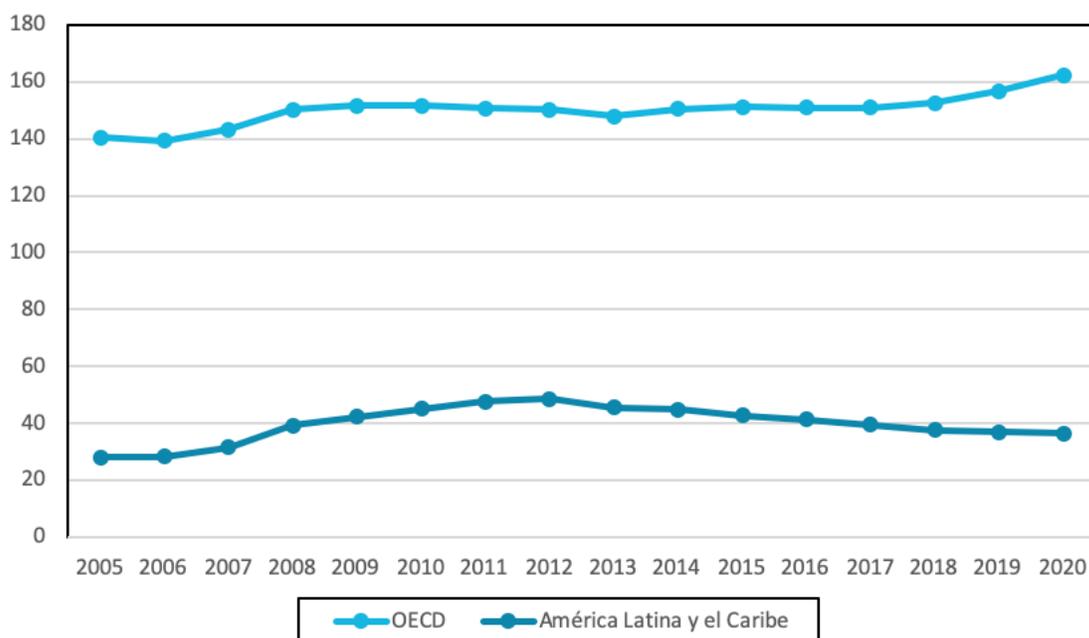


Fuentes: GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

En efecto, existen ciertas condiciones del entorno que hacen natural que los niveles de inversión en la OCDE sean más altos. Esto se explica por el hecho de que se trata de países con una mayor renta per cápita, en los que los ingresos por usuario son considerablemente superiores y, por tanto, las empresas de telecomunicaciones tienen una mayor capacidad para financiar y hacer rentables las inversiones.

Segundo. Sin embargo, al mismo tiempo puede observarse que la diferencia en inversión de capital entre América Latina y la OCDE está aumentando en lugar de reducirse: los países de la OCDE están invirtiendo más en infraestructura de telecomunicaciones, mientras América Latina invierte menos (véase gráfico 1.3).

Gráfico 1.3 Inversión en telecomunicaciones per cápita (media de 5 años).



Nota. La inversión anual se ha promediado a lo largo de cinco años para reducir la volatilidad que caracteriza al CAPEX anual.

Fuentes: UIT y GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

Tercero, simultáneamente con la presión sobre el CAPEX, la región se enfrenta con el imperativo de aumentar el despliegue de redes. Teniendo en cuenta la necesidad de apoyar el despliegue de tecnologías avanzadas como 5G —cuando las penetraciones de 4G lo permitan— y la fibra óptica, el rezago de América Latina, respecto a la OCDE en términos de inversión de capital, es un factor que preocupa. Según estimativos del Banco Interamericano de Desarrollo (Brichetti et al., 2021), las inversiones necesarias en el sector de las telecomunicaciones, para que la región cumpla las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2030, ascienden a USD 293 675 millones.

1.2.7 Avances desiguales hacia una competencia sostenible

El análisis económico demuestra que en las industrias de capital intensivo, como las telecomunicaciones, existe un grado óptimo de concentración industrial que genera beneficios para los consumidores al tiempo que garantiza la sostenibilidad del sector. Este postulado se apoya en tres razones:

- Importantes economías de escala de los proveedores de servicios.
- Eficiencia operativa de los grandes operadores.
- Necesidad de mayor inversión en infraestructuras y capacidad de despliegue.

En este sentido, la *competencia sostenible* permite aumentar el estímulo a la inversión de capital en la medida en que, a diferencia del modelo de competencia abierta y sin restricciones, los operadores se benefician de una tasa de retorno a la inversión adecuada. El argumento se basa en la premisa de que es necesario un determinado nivel de poder de mercado para estimular un nivel adecuado de inversión e innovación, más allá del cual los incentivos para invertir e innovar disminuyen⁶.

El nivel de concentración de la industria puede medirse mediante el índice de Herfindahl Hirschman (HHI, por su sigla en inglés)⁷. En términos generales, la industria móvil de la región ha avanzado hacia *una competencia sostenible* durante la última década, cerrando la brecha con las economías de altos ingresos. Cuando se mide por el HHI, Brasil, Chile o Perú demuestran una mayor competencia que la media de la OCDE o la de EE. UU. y el Reino Unido. Los principales valores atípicos de la región, a pesar de los importantes avances, siguen siendo Ecuador, México y Nicaragua, donde la concentración sigue siendo elevada (véase tabla 1.14).

⁶ Este es el mismo argumento que subyace a la necesidad del sistema de protección intelectual a través de las patentes, para asegurar la inversión y estimular la innovación.

⁷ El índice Herfindahl-Hirschman (HHI, por su sigla en inglés) se calcula a partir de la suma de las cuotas de mercado de cada operador elevada al cuadrado. Cuanto más se acerque al valor de 10 000, se está en presencia de un mercado monopolístico; un valor inferior a 10 000 indica una cierta fragmentación del mercado. La *Guía de concentración horizontal* de Estados Unidos considera que un mercado está muy concentrado cuando el HHI supera los 2500 puntos. Estas métricas se basan en modelos de competencia de economías avanzadas cuya aplicación exclusiva no contempla uno de los principios más importantes que deben guiar la supervisión de los modelos de competencia en los países emergentes. El modelo de competencia que se defina en el sector de las telecomunicaciones en los países emergentes debe perseguir la maximización de los objetivos de desarrollo económico y equidad. Así, efectos como el aumento de la cobertura y la calidad del servicio, el aumento de la asequibilidad para las poblaciones vulnerables y el apoyo a la digitalización de los procesos productivos deberían ser considerados en la definición de un nivel óptimo del índice HHI, que debería ser superior al definido para las naciones avanzadas.

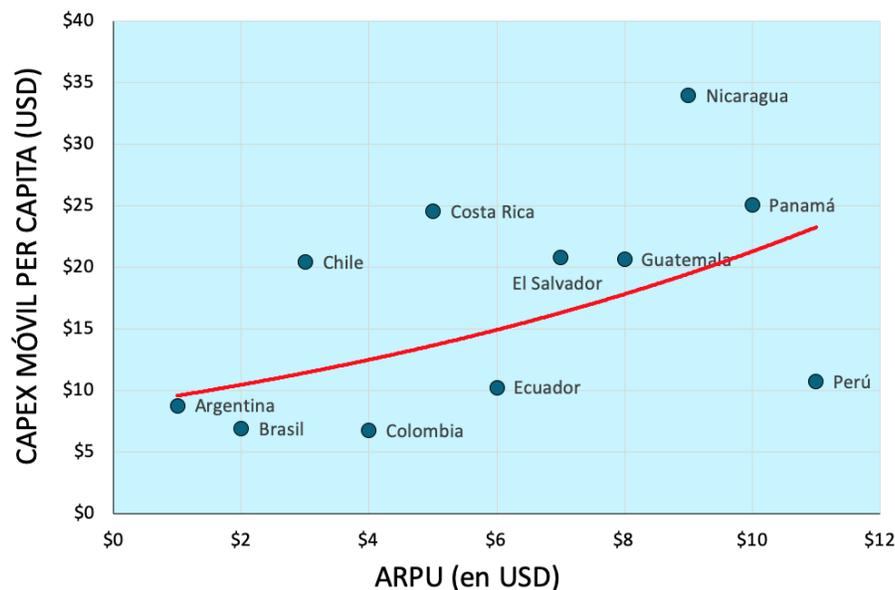
Tabla 1.14 Competencia y rentabilidad de los servicios inalámbricos.

	Competencia en banda ancha móvil (HHI)		ARPU USD por abonado	
	2021	Diferencia (2011-21)	2021	Diferencia (2011-21)
América Latina y el Caribe	3,658	-866	10,8	-3,2
Argentina	3,716	256	7,2	5,6
Bolivia	4,026	-6	9,7	1,1
Brasil	2,361	-824	7,5	-1,9
Chile	2,847	-682	19,8	0,8
Colombia	3,980	-1,333	6,4	-1,8
Costa Rica	3,567	-658	14,23	11,7
Ecuador	5,754	-1,242	10,5	-6,9
El Salvador	2,899	-1,289	20,9	-5,9
Guatemala	3,632	-1,485	19,7	-4,0
México	4,635	-1,049	9,1	-4,0
Nicaragua	4,544	-1,176	36,5	17,3
Panamá	3,084	-285	19,4	-13,4
Paraguay	,563	3-534	10,0	0,2
Perú	2,611	-2,136	9,9	1,4
Uruguay	3,849	-54	12,4	0,4
Venezuela	3,914	-307	5,2	-8,1
BENCHMARKS				
Estados Unidos	2,736	-376	58,0	-9,5
Canadá	2,735	-218	46,7	-6,2
Reino Unido	2,776	167	22,0	-2,7
Corea del Sur	5,197	441	29,9	-3,8
Filipinas	5,000	-664	2,6	-0,3
OCDE	3,548	21	---	---

Fuentes: FMI y GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

Esta intensa competencia, que dio lugar a la mayor asequibilidad de los servicios antes mencionada, también ha hecho bajar los ya reducidos ARPU de los operadores. En 2021, los ARPU de una muestra de mercados latinoamericanos cayeron a USD 9,5 por abonado, o sea cinco veces menos que los de EE. UU. o Canadá. Se observa, nuevamente, diferencias significativas entre los países, ya que Centroamérica (especialmente Nicaragua y El Salvador) y Chile mantienen unos ingresos por abonado relativamente más altos (más de USD 20 por abonado). La creciente competencia y la caída de los ARPU son dos de los ingredientes de la baja inversión (medida por el CAPEX de los operadores) en la industria móvil en América Latina (véase gráfico 1.4).

Gráfico 1.4 ARPU de banda ancha móvil frente a CAPEX móvil (2021).



Fuentes: GSMA Intelligence; análisis de Telecom Advisory Services.

No solo la inversión en EE.UU. es siete veces mayor que en la media de las once economías latinoamericanas (USD 135,9 por abonado frente a USD 21,5 en 2021), sino que esta se ha incrementado significativamente desde 2013, en línea con un uso y aprovechamiento más intenso de la conectividad en EE.UU. (mientras esta se mantuvo en niveles muy bajos en América Latina).

1.3 Conclusiones

Para concluir, a pesar de los notables avances, vale la pena destacar el alto grado de heterogeneidad de América Latina en cuanto al desarrollo de su industria móvil. Entre las tendencias positivas, cabe destacarse:

- Despliegue casi total de 3G.
- Alta cobertura de 4G en la mayoría de los países, la cual cierra la brecha respecto a las economías avanzadas.
- Algunos avances en el despliegue de 5G en Brasil y el lanzamiento de servicios en Chile, México, Perú y Guatemala, entre otros.
- Alta adopción de los servicios impulsada por la asequibilidad en los países de renta elevada.
- Un sector cada vez más competitivo.

En cuanto a los desafíos:

- Lagunas de cobertura en Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Nicaragua y Perú.
- Desarrollo embrionario de 5G con varias limitaciones de inversión.
- Falta de conectividad en Centroamérica, la que alcanza a 5 de cada 10 ciudadanos.
- Cobertura limitada y adopción de la banda ancha móvil en las zonas rurales.
- Baja penetración de los servicios que se debe a la escasa asequibilidad, principalmente en los países de América Central.
- Disminución de la inversión de capital limitada por los bajos ARPU.

En esta línea, un factor decisivo en la evolución positiva del sector ha sido el despliegue de infraestructuras pasivas como forma de controlar la inversión de capital y los gastos de explotación. En el siguiente capítulo, se analizarán econométricamente las relaciones causales y las correlaciones entre las infraestructuras pasivas y los diferentes indicadores de desempeño de la industria móvil.

2. COMPARTIR LA INFRAESTRUCTURA PASIVA: UN FACTOR CRÍTICO EN EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE LAS TELECOMUNICACIONES MÓVILES

La compartición de infraestructuras pasivas puede realizarse de acuerdo con varios modelos⁸. En el segmento móvil, en su nivel más básico, esta supone compartir la ubicación geográfica de las bases de radio, 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 les convenga a 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 estos. En este caso, aunque el acuerdo de compartición se firma entre dos o más operadores, este puede incluir a empresas independientes que actúan como anfitriones neutrales. Con este modelo, los costos pueden reducirse significativamente cuando los operadores comparten activos físicos y redes de transporte. En este escenario, la compartición puede gestionarla el propietario del emplazamiento, 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 una cantidad fija por el uso del poste.

La justificación económica del uso compartido de infraestructuras es bastante sencilla y la han validado algunas investigaciones empíricas. Por ejemplo, Caussen et al. (2012) examinaron, en una muestra de 50 operadores de redes móviles en 28 países durante 2000-2009, cómo la externalización de un servicio básico afecta el rendimiento de una empresa de telecomunicaciones móviles. Los autores constataron que los operadores de redes móviles disminuyen sus costos, aumentan los ingresos y mejoran su rentabilidad al externalizar los servicios de explotación de las redes móviles. De acuerdo con este estudio, en términos acumulados de hasta cuatro años después de la aplicación de los acuerdos de

⁸ La compartición activa se extiende a los componentes electrónicos de la red y al espectro radioeléctrico, según diferentes modelos. En el modelo RAN, el equipo compartido incluye las estaciones base, el Nodo B, la estación base 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. Según este modelo, los operadores controlan las células de su red central y tienen una operación independiente. El modelo de compartición de *backhaul*, añade a la infraestructura RAN compartida el canal de transmisión. 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 desplegarlo una empresa conjunta de los operadores móviles participantes o 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.

externalización, la relación entre el EBITDA y los ingresos aumenta en unos ocho puntos porcentuales.

En la revisión de la bibliografía empírica sobre la externalización de la gestión de las tecnologías de información y su impacto en las operaciones de telecomunicaciones —un concepto similar a la compartición activa de infraestructuras—, Patil y Patil (2014) confirman las pruebas sobre el impacto de la compartición de infraestructuras en el ahorro de los gastos operativos, en la inversión, en la posición competitiva y en el riesgo y rentabilidad, entre otros. La GSMA (2012) añadió, a estos mismos efectos estratégicos y comerciales, una contribución positiva a la sostenibilidad ambiental.

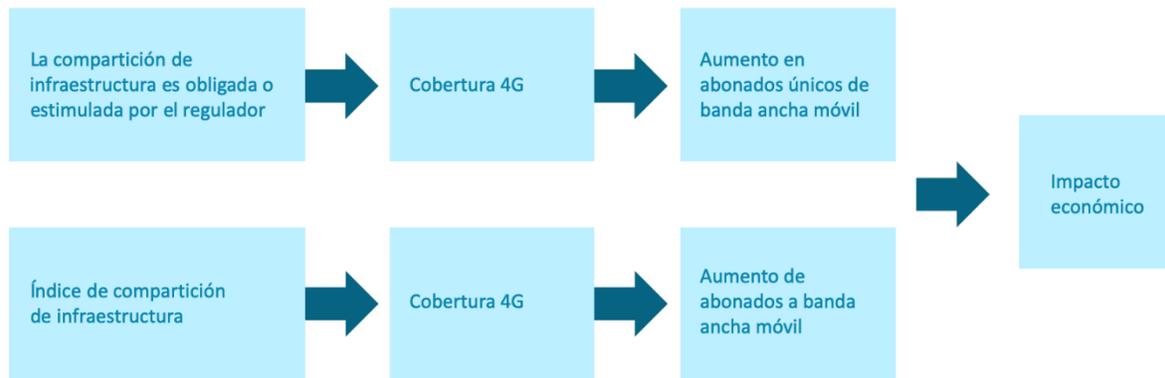
Más recientemente, Hounghonon et al. (2021) presentaron un análisis que demostraba cómo la compartición de infraestructuras puede acelerar la conectividad digital a menor costo (especialmente en los mercados menos desarrollados, donde el rendimiento de la inversión puede ser limitado), reducir los costos 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 et al. (2021) llegaron a proyectar que la compartición de infraestructuras aumentaría hasta en 16 puntos porcentuales en 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 fácilmente disponibles y se llegue a 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.

El objetivo de este capítulo es contribuir a la bibliografía empírica, para demostrar que una regulación moderna de la infraestructura pasiva tiene un impacto en el desarrollo de la industria móvil en América Latina y, a su vez, en el desarrollo económico. En primer lugar, se presenta el marco teórico y se describen los datos en los que se basará el análisis. Luego, se muestran los resultados de la modelización empírica y, sobre estas bases, se analizan las implicaciones.

2.1 Marco teórico

Como se mencionó, el objetivo de este análisis es demostrar el impacto económico de la mejora de la regulación de la compartición de infraestructura (véase figura 2.1).

Figura 2.1 Enfoque del análisis.

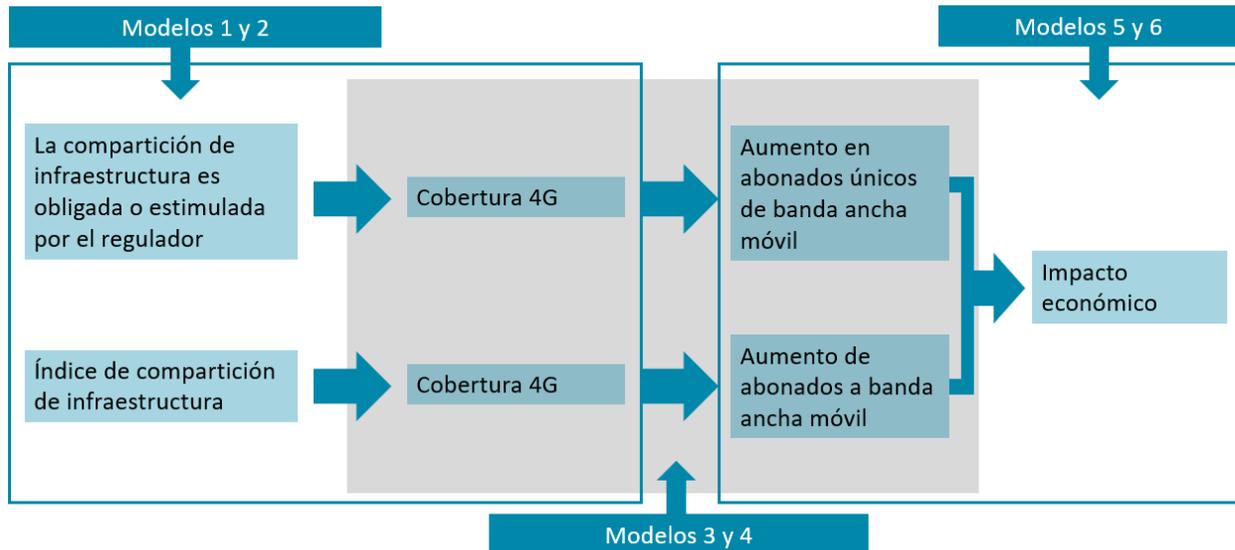


Fuente: Telecom Advisory Services.

Para demostrar esta relación, el enfoque más adecuado para el análisis es estructurar el problema en etapas. En la primera, se analiza la relación entre una regulación que obliga o fomenta proactivamente el uso compartido de sitios y el nivel de cobertura 4G⁹. Simultáneamente, se estudia la relación entre un índice que cuantifica el grado de proactividad de la regulación de la compartición de infraestructura, yendo más allá de la ubicación de emplazamientos y el nivel de cobertura 4G. En la segunda etapa, se cuantifica la relación entre un incremento de la cobertura 4G y un aumento de los abonados únicos de banda ancha móvil. En la última, se estima la relación entre un aumento del número de abonados únicos de banda ancha móvil y una mejora de los indicadores económicos (véase figura 2.2).

⁹ El uso compartido del sitio se define como coubicación.

Figura 2.2 Etapas del análisis.



Fuente: Telecom Advisory Services.

Los modelos econométricos desarrollados para probar esta cadena causal se basan en la información publicada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) en el *ICT Regulatory Tracker*. Esta base de datos presenta información entre el 2007 y 2020, recopilada a partir de cuestionarios enviados anualmente a los reguladores de cada país sobre diversos temas regulatorios. Las respuestas a estos cuestionarios se codifican de manera binaria:

- No: 0.
- Sí: 1.

Del conjunto de preguntas disponibles en el *ICT Regulatory Tracker*, solo se consideran aquellas que cubren la compartición de infraestructura:

1. ¿Es obligatorio compartir la infraestructura (torres, bases de radio, postes, conductos, etc.) y/o se fomenta la compartición de manera proactiva?
2. ¿Es obligatorio compartir la ubicación o el sitio y/o se estimula esta de manera proactiva?
3. ¿Es obligatoria la desagregación del bucle local?

La primera de estas preguntas se refiere a la presencia o no de compartición de infraestructura, un paso adelante de los operadores que simplemente comparten sus sitios e implica compartir más componentes pasivos, como torres, estaciones base, postes, ductos, mantenimiento de las instalaciones, así como aumentar la productividad del uso de los recursos.

La segunda pregunta se refiere a la ubicación/compartición de sitios, la forma más simple de compartir, y a la asignación de algunos equipos de red pasivos en un mismo sitio. Como resultado, los operadores de telecomunicaciones comparten el mismo complejo físico, pero instalan mástiles, antenas, gabinetes y *backhaul* en sitios separados.

Finalmente, la tercera pregunta se refiere a la desagregación del bucle local, la cual tiene que ver con el proceso regulatorio en el que los titulares arriendan, total o parcialmente, el segmento local de su red de telecomunicaciones a competidores, y luego permiten que múltiples operadores utilicen conexiones desde la central telefónica hasta las instalaciones del usuario.

En el análisis cuantitativo, se optó por trabajar con dos mecanismos alternativos:

- Únicamente usando la segunda pregunta, porque es la que más cubre las opciones disponibles.
- Utilización de un índice que toma el valor 100, si las tres respuestas son afirmativas; 66,66, en caso de que dos sean afirmativas; 33,33, si una sola es afirmativa; y 1, si las 3 respuestas son negativas.

Los países incluidos en el análisis son todos los de América Latina y el Caribe para los que la UIT publica información, condicionado a que tengan más de un millón de habitantes. Esta decisión se toma para evitar sesgos en los resultados por presencia de países pequeños. De este modo, los países incluidos son: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Trinidad y Tobago y Uruguay. El periodo de análisis abarca entre el año 2010 y el 2020¹⁰. De este modo, se cuenta con un total de 209 observaciones a lo largo de 19 países y 11 años.

Con base en estos datos, el primer modelo econométrico plantea evaluar la relación entre la respuesta a la pregunta ¿Es obligatorio compartir la infraestructura (torres, bases de radio, postes, conductos, etc.) y/o se fomenta la compartición de manera proactiva?

y el nivel de cobertura 4G en cada país (según datos GSMA Intelligence). En este contexto, puede realizarse una regresión simple que determina el efecto en el nivel de cobertura de 4G por residir en un país con co-ubicación/compartición (tratamiento):

¹⁰ A pesar de existir datos desde el 2007, se consideran solo desde el 2010 pues se hallaron inconsistencias en la base de datos en los primeros años.

$$\text{Cobertura 4G} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Tratamiento}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Año}_t + \beta_3 \cdot \text{Área}_i + \beta_4 \cdot X_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

Donde:

- Cobertura 4G: porcentaje de población con cobertura 4G (según GSMA Intelligence).
- Tratamiento: variable que distingue a cada país en función de:
 - 1, cuando hay una coubicación/compartición de emplazamientos forzada o estimulada proactivamente (según *ITU Regulatory Tracker*).
 - 0, en caso contrario.
- Año: efecto fijo para cada año entre 2010 y 2020.
- Área: efecto fijo para cada país en la regresión.
- X: matriz de otras variables independientes que se utilizan como controles, en particular el PIB per cápita.

El segundo modelo econométrico estima la relación entre un índice construido a partir de todas las preguntas de la UIT (presentadas arriba) y el nivel de cobertura 4G en cada país (según datos de GSMA Intelligence). Con base en estos datos, puede realizarse una regresión simple que determina el efecto sobre el nivel de cobertura 4G relacionado con un aumento del índice:

$$\text{Cobertura 4G} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Índice}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Año}_t + \beta_3 \cdot \text{Área}_i + \beta_4 \cdot X_{it} + \mu_{it} \quad (2)$$

Donde:

- Cobertura 4G: porcentaje de población con cobertura 4G (según GSMA Intelligence).
- Índice: índice que toma el valor 100, si las tres respuestas son afirmativas; 66,66, si dos son afirmativas; 33,33, si solo una es afirmativa; y 1, si las tres respuestas son negativas (según *ITU Regulatory Tracker*).
- Año: efecto fijo para cada año entre 2010 y 2020.
- Área: efecto fijo para cada país en la regresión.
- X: matriz de otras variables independientes que se utilizan como controles, en particular el PIB per cápita.

En el segundo módulo de análisis, que busca cuantificar la relación entre el aumento de la cobertura 4G y el incremento de usuarios únicos de banda ancha móvil, se propone el siguiente modelo de regresión:

$$\text{Usuarios únicos de banda ancha móvil}_{it} = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Cobertura 4G}_{it} + \beta_2 \cdot \text{Año}_t + \beta_3 \cdot \text{Área}_i + \beta_4 \cdot X_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

Donde:

- Usuarios únicos de banda ancha móvil: porcentaje de la población que es usuario de banda ancha móvil (según GSMA Intelligence).
- Cobertura 4G: porcentaje de población con cobertura 4G (según GSMA Intelligence).
- Año: efecto fijo para cada año entre 2010 y 2020.
- Área: efecto fijo para cada país en la regresión.
- X: matriz de otras variables independientes que se utilizan como controles, en particular la variable de tratamiento del modelo 1, y el índice del modelo 2.

Por último, para estimar la relación entre un aumento del número de usuarios únicos de banda ancha móvil y una mejora de los indicadores económicos, se utilizan los coeficientes de impacto de Katz y Jung (2021).

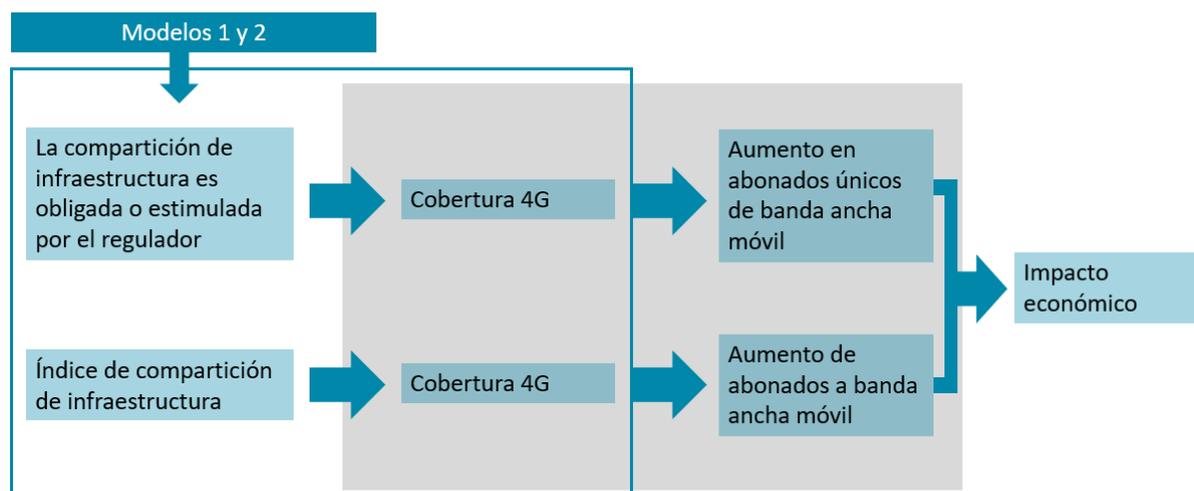
2.2 Resultados de modelos econométricos

Esta sección recoge los resultados de los modelos econométricos detallados arriba de forma secuencial.

2.2.1 Impacto del uso compartido de infraestructuras en la cobertura 4G

En primer lugar, se presentan los resultados de las regresiones econométricas que analizan la relación entre una regulación que obliga o estimula proactivamente la compartición de emplazamientos y el nivel de cobertura 4G. Al mismo tiempo, se analiza la relación entre un índice que cuantifica lo proactiva que es la regulación del país en relación con la compartición de infraestructuras y el nivel de cobertura 4G (véase figura 2.3).

Figura 2.3 Primer módulo de análisis.



Fuentes: Telecom Advisory Services.

El primer modelo econométrico indica que la introducción del tratamiento (entendido este como la regulación que obliga o estimula la ubicación o compartición de emplazamientos) genera un incremento en los niveles de cobertura 4G de 13,02 puntos porcentuales (es decir, se pasa de una cobertura del 80 % de la población al 93,02 %). El segundo modelo econométrico estima que un aumento de 10 puntos en el índice de regulación de la compartición (tal como se ha descrito en el apartado anterior) aumenta el nivel de cobertura 4G en 1,54 puntos porcentuales. Este resultado implica que con cada medida adicional a favor de la compartición (de las tres consideradas), el índice aumenta en 33 puntos, lo cual genera, a su vez, un incremento en la cobertura 4G de 5,08 puntos porcentuales (véase tabla 2.1).

Tabla 2.1 Modelos econométricos con cobertura 4G como variable dependiente.

Cobertura 4G	Resultados	
	(1)	(2)
Ln (PIB per cáp.)	-0,0094265 (0,0813132)	-0,0093197 (0,0821491)
Tratamiento	0,1302603 *** (0,0452936)	- -
Índice	-	0,0015407 **
E.F.	-	(0,0006526)
	País y año	País y año

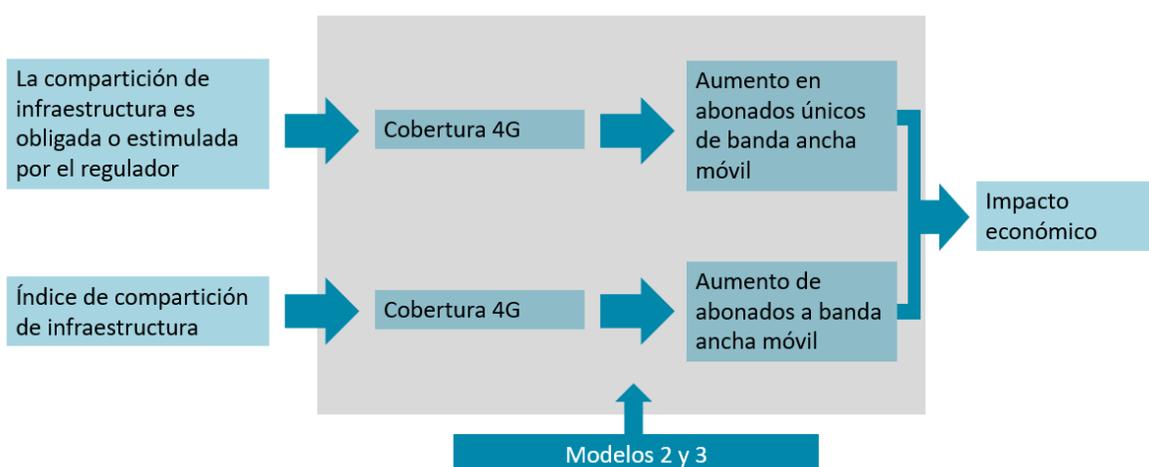
Años	2010-2020	2010-2020
Países		
Observaciones		
R^2	0,8471	0,8338

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

2.2.2 Impacto de la cobertura 4G en la adopción de la banda ancha móvil

En esta sección se presentan los resultados de las regresiones econométricas que analizan la relación entre un aumento de la cobertura 4G y un incremento de los abonados únicos de banda ancha móvil (es decir, la adopción) (véase figura 2.4).

Figura 2.4 Segundo módulo de análisis.



Fuentes: Telecom Advisory Services.

El tercer modelo econométrico estima que un aumento de 10 puntos porcentuales en la cobertura 4G está asociado con un incremento del porcentaje de la población que es abonada única de banda ancha móvil de 1,19 puntos porcentuales. Esto implica que si la cobertura del 80 % pasa al 90 % de la población, el número de abonados únicos aumentará del 60 % (suponiendo que este sea su nivel inicial) al 61,19%. Con base en este resultado, también, vale la pena señalar que el tratamiento solo tiene un efecto a través del aumento de la cobertura 4G (efecto que se muestra en la tabla 2.2), pero no tiene ningún efecto directo adicional sobre el porcentaje de abonados únicos. A continuación, en una variante del modelo 3 (Modelo 4), en la que en lugar de controlar por el tratamiento se controla por el índice de regulación de la compartición, se hallan resultados similares (véase tabla 2.2).

Tabla 2.2 Modelos econométricos con la variable dependiente cobertura 4G.

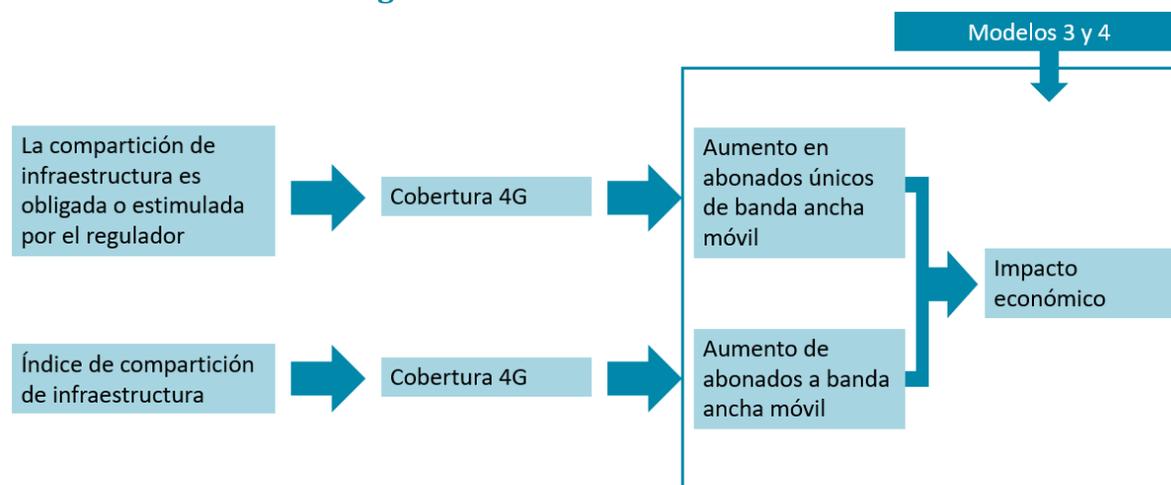
Abonados únicos de BAM (% población)	Resultados	
	(3)	(4)
Cobertura 4G	0,1186981 ***	0,110544 ***
Ln (PIB per cáp.)	(0,0240667) 0,0343244 (0,0261098)	(0,0238254) 0,040168 (0,0261137)
Tratamiento	-0,0095116 (0,0148774)	- -
Índice	- -	0,0002492 (0,0002107)
E.F.	País y año	País y año
Años	2010-2020	2010-2020
Países		
Observaciones		
R^2	0,7483	0,7690

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

2.2.3 Impacto económico de la penetración de banda ancha móvil

En esta sección se presentan los resultados de las regresiones econométricas que analizan la relación entre el aumento del número de abonados únicos de banda ancha móvil y un mejoramiento de los indicadores económicos (véase figura 2.5).

Figura 2.5 Tercer módulo de análisis.



Fuentes: Telecom Advisory Services.

- Este módulo se basa en los coeficientes del modelo de Katz y Jung (2021), quienes indican que un aumento del 1 % en la adopción de la banda ancha móvil genera un aumento del 0,16 % en el PIB per cápita (véase tabla 2.3).

Tabla 2.3 Modelo econométrico del impacto de un aumento de los abonados a la banda ancha móvil en el PIB per cápita.

PIB per cápita (PPA)	Resultados
Penetración de los abonados a la banda ancha móvil	0,160***
Formación bruta de capital fijo	0,137***
Educación	0.048***
Penetración de los abonados a la banda ancha móvil	
Adopción del móvil	1,694***
Población rural	-0,052***
PIB per cápita	0,046***
Precios de la banda ancha móvil	-0,012
La competencia de la banda ancha móvil	-0,331***
Ingresos por banda ancha móvil	
PIB per cápita	0,517***
Precios de la banda ancha móvil	0,129***
La competencia de la banda ancha móvil	-1,547***
Crecimiento de la adopción de la banda ancha móvil	
Ingresos por banda ancha móvil	-0,008***
Observaciones	5,227
Número de países	
Efecto fijo del país	Sí
Efectos fijos por año y país	Sí
Años	2010-2020
R^2	0.993

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: Katz y Jung (2021).

2.3 Conclusiones

Basándose en los resultados anteriores, se estimaron los efectos positivos de la coubicación de emplazamientos y la compartición de infraestructuras. Un país con una cobertura inicial de 4G del 80 %, y una adopción de abonados únicos de banda ancha móvil igual al 60 % se beneficiaría con los siguientes efectos como resultado de la introducción de la coubicación de emplazamientos:

- El nivel de cobertura 4G pasaría del 80,00 % al 93,03 % (aplicando el coeficiente del modelo econométrico de la tabla 2.1).
- Como resultado del aumento de la cobertura 4G, los abonados únicos de banda ancha móvil pasarían del 60,00 % al 61,55 % (aplicando el coeficiente del modelo

econométrico de la tabla 2.2).

- El aumento de abonados únicos generaría a su vez un aumento del PIB per cápita del 0,41 % (aplicando el coeficiente del modelo de la tabla 2,3 al resultado anterior).

Del mismo modo, al tener una respuesta afirmativa para más de las tres preguntas que componen el índice de regulación de la compartición descrito, se generan los siguientes efectos:

- El nivel de cobertura 4G pasaría del 80,00 % al 85,08 % (aplicando el coeficiente del modelo econométrico de la tabla 2.1).
- Como resultado del aumento de la cobertura 4G, los abonados únicos pasarían del 60,00 % al 60,56% (aplicando el coeficiente del modelo econométrico de la tabla 2.2).
- El aumento de abonados únicos generaría un incremento del PIB per cápita del 0,15 % (aplicando el coeficiente del modelo de la tabla 2.3. al resultado anterior).

En conclusión, estos primeros modelos econométricos aportaron pruebas empíricas del impacto positivo de la compartición de infraestructura en el desarrollo de la industria móvil, la adopción de servicios y el desarrollo económico. A continuación, este documento se centrará en un segmento particular del uso compartido de infraestructuras: las empresas independientes de torres de comunicaciones.

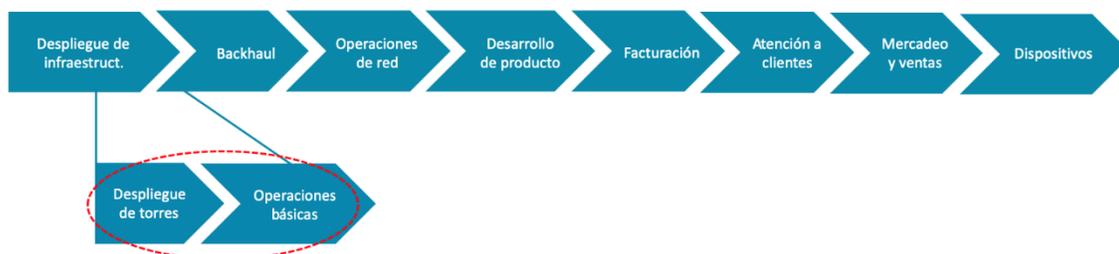
3. EL ESTADO ACTUAL DE LA INDUSTRIA DE TORRES EN AMÉRICA LATINA



En los últimos quince años, el sector de las telecomunicaciones móviles ha sido testigo de la aparición de lo que en términos económicos se denomina "especialistas en la cadena de valor": las empresas de torres de comunicaciones. El estudio de la cadena de valor a lo largo de los ciclos de vida de toda industria indica que, en la fase inicial de desarrollo de esta, las empresas necesitan fabricar sus propios insumos, y, por tanto, deben generar equipos especializados. Esto lleva a la integración de la cadena de valor, en la que las empresas controlan todas las etapas y funciones necesarias para el desarrollo del producto final. Sin embargo, con el tiempo, a medida que los proveedores de insumos intermedios adquieren más conocimientos sobre la tecnología y aumenta su fiabilidad, disminuye el incentivo para mantener una integración vertical a lo largo de la cadena. Por esto, se origina una fragmentación de la cadena de valor, con el consiguiente surgimiento de especialistas que se benefician de eficiencias asociadas con economías de escala y conocimiento¹¹.

Tal ha sido el caso del sector de torres en las telecomunicaciones móviles, en el que se puede observar el surgimiento de los operadores de torres (véase figura 3.1).

Figura 3.1. Surgimiento de la industria de las torres en las telecomunicaciones móviles



América Latina también demuestra esta tendencia. En 2022, en los doce países más grandes de la región, el despliegue de torres de comunicaciones alcanzó más de 191 330 unidades¹² (véase tabla 3.1).

¹¹ Este proceso lo describió Stigler (1951).

¹² No se distinguió entre tipos de torres. Las torres en el suelo suelen ser estructuras independientes y son más frecuentes en las zonas menos pobladas. Las torres en el tejado se instalan (normalmente) en edificios preexistentes y suelen situarse en el tejado, en la acera o en ventanas altas. (EY-Parthenon y Asociación Europea de Infraestructuras Móviles, EWIA (2019)).

Tabla 3.1 América Latina. Despliegue de torres.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	TACC (16-22)
Argentina	---	---	---	17 279	17 399	17 577	17 683	---
Brasil	58 358	56 957	59 778	64 790	68 542	67 903	68 325	2,66%
Chile	8640	8926	8968	9164	9029	9441	9950	2,38%
Colombia	15 359	15 448	16 442	17 552	17 473	17 943	17 972	2,65%
Costa Rica	3055	3302	3926	3999	3780	4255	4286	5,81%
Ecuador	---	---	---	---	---	5930	5852	---
El Salvador	1264	1267	1683	1728	1760	2850	2851	14,52%
Guatemala	3638	3676	3742	4002	4002	6571	6518	10,21%
México	26 069	29 797	31 548	33 874	34 835	37 060	39 038	5,04%
Nicaragua	1025	1155	1231	1364	1364	1785	1789	9,73%
Panamá	1577	1639	1656	1726	1726	2211	2198	5,69%
Perú	9167	10 604	11 121	12 452	14 656	14 765	14 868	8,39%
Total	131 152	132 771	139 796	167 931	174 566	188 291	191 330	6,50%

Fuentes: TowerXchange; análisis de Telecom Advisory Services.

A pesar de los valores faltantes en la serie de tiempo, la base instalada de torres de la industria móvil creció de 128 152 en el 2016 a 191 330 en el 2022 (una tasa de crecimiento anual compuesta de 6,91 %). En este marco, las naciones de ingresos medios de América Central muestran el mayor dinamismo en las tasas de crecimiento de torres instaladas desde mediados de la década de 2010: El Salvador, 14,52 %; Guatemala, 10,21 %; y Nicaragua, 9,73 %; Perú, 8,39 %. En el resto de las economías latinoamericanas, el despliegue de torres ha crecido a una tasa compuesta que oscila entre el 2,69 % y el 6,96 %.

Una comparación de la densidad de la base instalada de torres proporciona una indicación de los diferentes patrones de despliegue entre los países; por ejemplo: Panamá presenta 775 torres por millón de abonados móviles; Costa Rica muestra 520; en el otro extremo de la distribución, Brasil tiene 268 y Chile 327. Esto podría indicar un posible exceso de despliegue en algunos países, cuestión que se abordará en capítulos posteriores (véase tabla 3.2).

Tabla 3.2 América Latina. Densidad de torres (2022).

País	Torres	Torres por millón de habitantes	Torres por millón de abonados a la telefonía móvil	Torres por km ² de superficie
Argentina	17 683	382	294	0,65
Brasil	68 325	319	268	0,82
Chile	9950	479	327	1,34
Colombia	17 972	351	265	1,62
Costa Rica	4286	821	520	8,39
Ecuador	5852	334	351	2,36
El Salvador	2851	437	291	13,76
Guatemala	6518	358	322	6,08
México	39 038	300	295	2,01
Nicaragua	1789	271	218	1,49
Panamá	2198	500	775	2,96
Perú	14 868	435	377	1,16
Total/promedio	191 330	344	286	1,14

 Superior a la media.

Fuentes: TowerXchange; análisis de Telecom Advisory Services.

Un análisis de la evolución en la densidad de torres permite situar el momento en cada país donde se produce un salto en el despliegue (véase tabla 3.3).

Tabla 3.3 América Latina. Torres por millón de habitantes (2016-2022).

País	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina	---	---	---	384	383	383	382
Brasil	284	275	287	308	324	319	319
Chile	476	485	478	480	464	479	499
Colombia	328	326	341	355	347	351	348
Costa Rica	622	665	---	788	737	821	819
Ecuador	---	---	---	---	---	334	325
El Salvador	199	198	262	268	271	437	435
Guatemala	219	217	217	227	223	358	348
México	237	240	252	268	273	287	300
Nicaragua	162	181	191	209	210	273	271
Panamá	391	400	398	409	403	510	500
Perú	291	333	346	376	438	436	435
Media	284	284	291	321	330	342	344

 Rápido aumento del despliegue.

Fuentes: TowerXchange; análisis de Telecom Advisory Services.

Paralelamente al crecimiento de la base instalada y confirmando la tendencia de la cadena de valor hacia la aparición de "especialistas", el sector ha ido evolucionando gradualmente hacia una mayor proporción de actores independientes y empresas propiedad de los operadores móviles. De hecho, después de las transiciones en mercados más maduros como

Europa o Estados Unidos, la desinversión de torres por los operadores en América Latina es evidente. Por esto, la proporción estable de empresas de torres independientes existe en paralelo a la escisión de un importante operador de telecomunicaciones regional, que creó una empresa de su propiedad (véase tabla 3.3).

Tabla 3.3 América Latina. Estructura propietaria de torres.

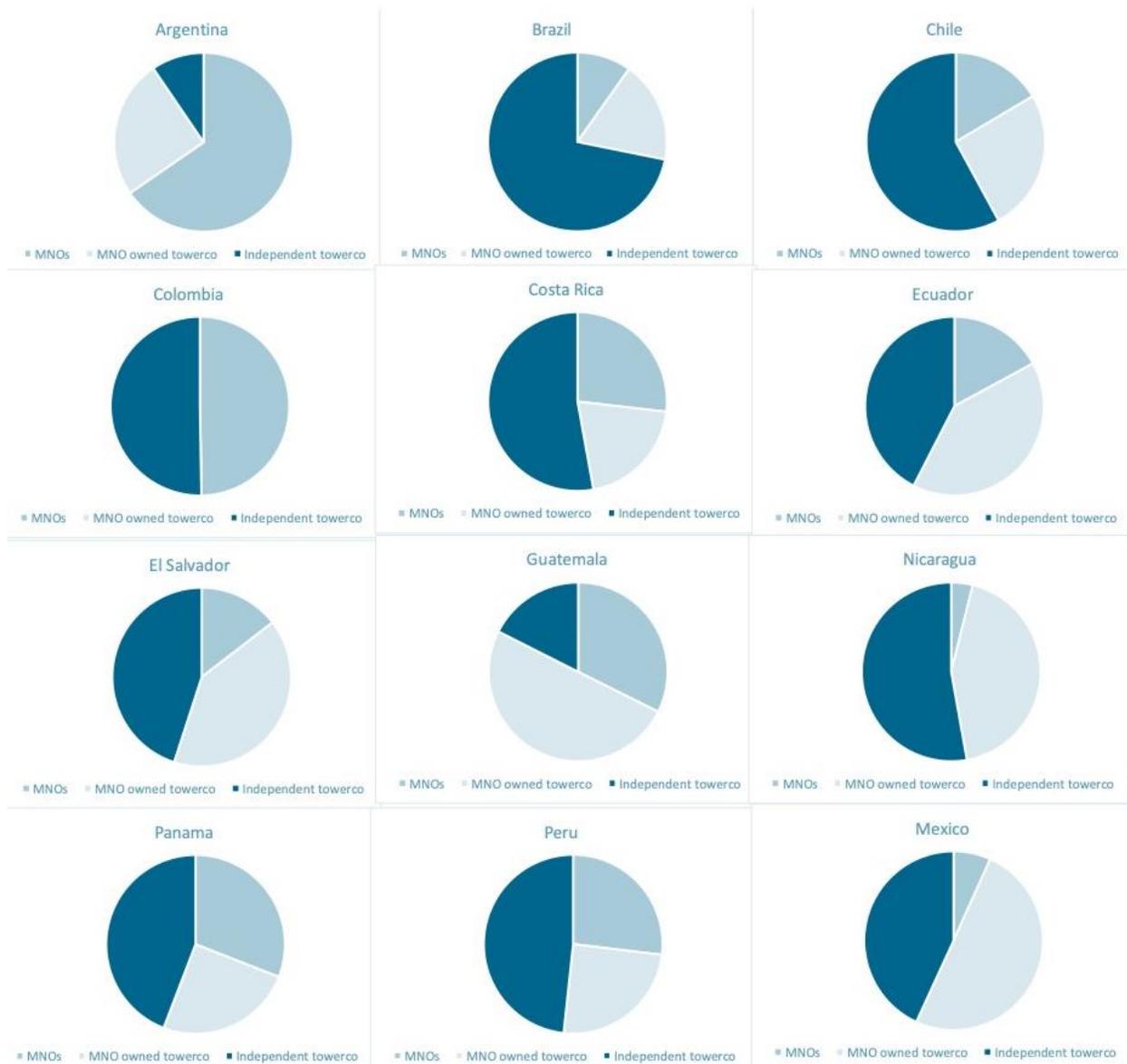
País	Tipo de torre	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022q2
Argentina	Operadores	---	---	---	16 000	16 000	11 565	11 565
	Empresa propiedad de operadores	---	---	---	335	335	4435	4435
	Empresa independiente	---	---	---	944	1,064	1577	1683
Brasil	Operadores	19 607	17 000	17 000	19 000	19 000	6700	6700
	Empresa propiedad de operadores	1655	1655	1655	1869	3885	12 539	12 539
	Empresa independiente	37 096	38 302	41 123	43 921	45 657	48 664	49 086
Chile	Operadores	6371	6371	6371	6455	4475	1640	1640
	Empresa propiedad de operadores	328	327	327	368	540	2545	2545
	Empresa independiente	1941	2228	2270	2341	4014	5256	5765
Colombia	Operadores	10 300	10 300	9500	9520	8800	8940	8940
	Empresa propiedad de operadores	---	---	---	---	---	---	---
	Empresa independiente	5059	5148	6942	8032	8673	9003	9032
Costa Rica	Operadores	1450	1450	1516	1585	1615	1150	1150
	Empresa propiedad de operadores	216	248	272	298	302	871	871
	Empresa independiente	1389	1604	1839	2116	1863	2234	2265
Ecuador	Operadores	---	---	---	---	---	1000	1000
	Empresa propiedad de operadores	---	---	---	---	---	2368	2368
	Empresa independiente	---	---	---	---	---	2562	2484
El Salvador	Operadores	1000	800	737	735	735	415	415
	Empresa propiedad de operadores	---	---	---	---	---	1153	1153
	Empresa independiente	264	467	946	993	1025	1282	1283
Guatemala	Operadores	2700	2700	2700	2810	2810	2110	2110
	Empresa propiedad de operadores	---	---	---	---	---	3264	3264
	Empresa independiente	938	976	1042	1192	1192	1197	1144
México	Operadores	2000	2000	2000	2300	2500	2500	2500
	Empresa propiedad de operadores	14 708	14 863	15 559	16 308	17 297	18 568	19 742

País	Tipo de torre	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022q2
	Empresa independiente	12 361	12 934	13 989	15 266	15 038	15 992	16 796
Nicaragua	Operadores	350	350	350	375	375	70	70
	Empresa propiedad de operadores	---	---	---	---	---	774	774
	Empresa independiente	675	805	881	989	989	941	945
Panamá	Operadores	790	790	790	820	820	680	680
	Empresa propiedad de operadores	---	---	---	---	---	547	547
	Empresa independiente	787	849	866	906	906	984	971
Perú	Operadores	6800	7860	7790	7810	8000	4000	4000
	Empresa propiedad de operadores	900	849	849	1608	1925	3687	3687
	Empresa independiente	1467	1895	2482	3034	4731	7078	7181
Total	Operadores	51 368	49 621	48 754	67 410	65 130	40 770	40 770
	Empresa propiedad de operadores	17 807	17 942	18 662	20 786	24 284	50 751	51 925
	Empresa independiente	61 977	65 208	72 380	79 735	85 152	96 770	98 635

Fuentes: TowerXchange; análisis de Telecom Advisory Services.

La estructura de la industria de torres en la región indica que la mitad de la base instalada está operada por empresas independientes. De todas maneras, el porcentaje de torres propiedad de empresas independientes oscila entre un nivel alto (Guatemala y Brasil) y un nivel bajo (Colombia y Argentina), mientras que algunos países presentan una proporción más equilibrada (Ecuador, El Salvador y Nicaragua) (véase gráfico 3.1).

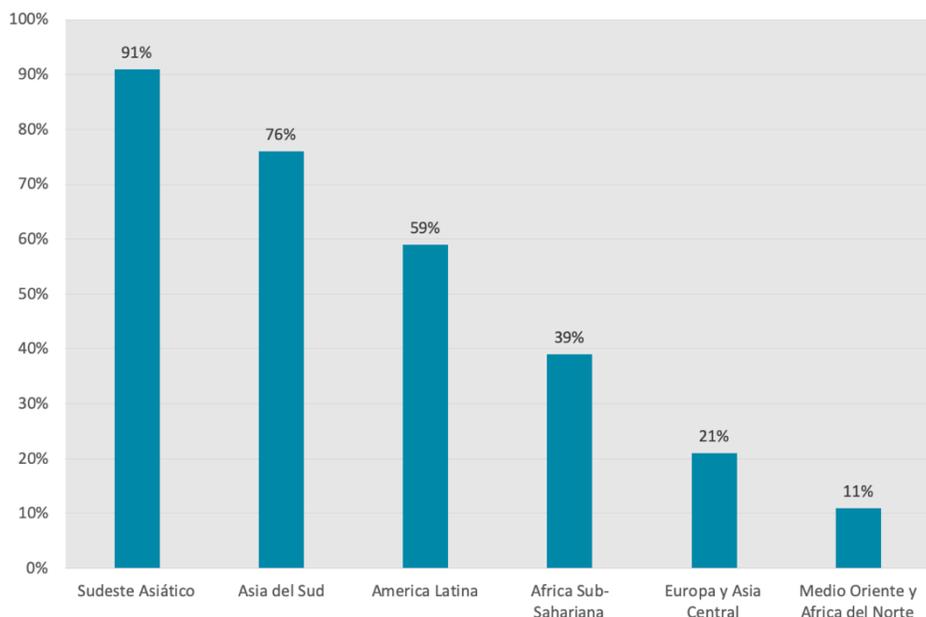
Gráfico 3.1 América Latina. Estructura del mercado de torres (2021).



Fuente: TowerXchange; análisis de Telecom Advisory Services.

Quando se compara con otras regiones del mundo, la industria de torres latinoamericana está bastante desarrollada, con indicadores tan solo por detrás de Asia meridional y emergente (véase gráfico 3.2).

Gráfico 3.2 Porcentaje de torres gestionadas por empresas de torres.



Fuente: Hounghonon et al. (2021).

La desinversión gradual de los operadores de telecomunicaciones de la mayor parte de su infraestructura de torres y el desarrollo combinado de las empresas de torres propiedad de operadores y las empresas independientes en América Latina plantean la cuestión del impacto económico de la propiedad de las torres en el desarrollo de la industria. En otras palabras, ¿está relacionada la proporción de torres operadas por empresas independientes con el desempeño de la industria móvil, medido este por la eficiencia del capital, el despliegue de la red, la adopción de servicios y la calidad? Este será el tema del siguiente capítulo.

4. LA INDUSTRIA INDEPENDIENTE DE TORRES EN AMÉRICA LATINA: UN ACTIVO PARA EL DESARROLLO DEL SECTOR DE LAS TELECOMUNICACIONES MÓVILES

El capítulo 3 aportó evidencia de los cambios que están produciéndose en todo el mundo en cuanto a la estructura de la industria de las torres, en particular la aparición del sector de las torres independientes. ¿Tienen estos cambios, en la estructura de propiedad de las torres, un efecto en el desempeño de la industria móvil? En términos económicos, ¿representa la aparición de un sector "especializado" centrado exclusivamente en la provisión de infraestructura pasiva un impacto de la cadena de valor de la industria móvil?

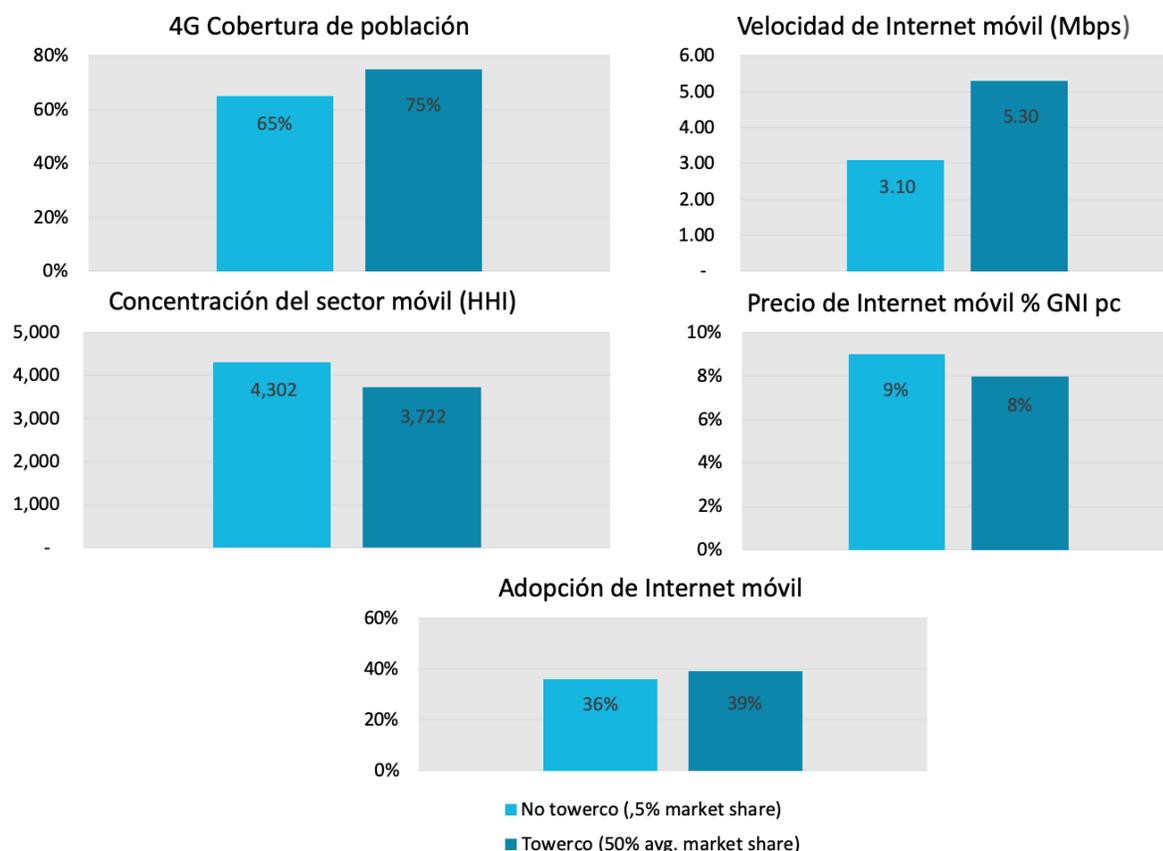
Existen dos enfoques para generar respuestas a estas preguntas. Un enfoque basado en el análisis de correlaciones que divide una muestra de países entre los que experimentan un crecimiento considerable del sector de las empresas de torres y los que no, y mide una serie de parámetros que evalúan el desarrollo de la industria móvil. Si la industria/conectividad está más desarrollada en los países con una presencia considerable de empresas de torres, puede concluirse que existe cierta asociación. Sin embargo, como se espera, no puede suponerse que esta correlación indique una causalidad (es decir, que la aparición del sector de las empresas de torres conduzca a un mayor desarrollo del sector móvil). Para esto, se requiere construir un modelo econométrico que controle por factores exógenos y permita fundamentar la existencia de una causalidad. De acuerdo con esto, con el propósito de proveer un análisis cuantitativo riguroso, este capítulo presenta dos análisis: uno correlacional en la sección 4.1 y otro econométrico en la sección 4.2.

4.1 Impacto de la industria de torres en el despliegue de la industria: análisis de correlaciones

La única investigación empírica sobre este tema existente hasta ahora fue publicada por economistas de la Corporación Financiera Internacional (IFC, por su sigla en inglés) del Banco Mundial. Hounghonon et al. (2021) analizaron 56 mercados móviles calculando la correlación entre el éxito del negocio de las empresas de torres y el desarrollo de las telecomunicaciones móviles. El estudio define las empresas de torres como "empresas especializadas en la gestión de infraestructuras de redes móviles, por ejemplo, torres y emplazamientos de celdas pequeñas", aunque no diferencia entre empresas propiedad de operadores de redes móviles, empresas independientes y empresas asociadas entre entidades independientes y operadores móviles (*joint ventures*). A pesar de esta falta de diferenciación entre la propiedad de las empresas de torres, el estudio indica que existe una correlación positiva entre el éxito del negocio de las empresas de torres y el desarrollo de la industria de telecomunicaciones móviles. Por ejemplo, el análisis aporta pruebas de que en los mercados en los que la penetración del modelo de negocio de las empresas de torres es más elevado (es decir, indica una cuota de mercado superior al 50 % frente a los países con una cuota de mercado inferior al 5 %), la cobertura de la población con tecnología 4G es 10 puntos porcentuales más alta, la velocidad media de descarga es 2,2 Mbps más alta, el precio de internet móvil como porcentaje de los ingresos mensuales es 1 punto porcentual más bajo,

y los mercados están un 13 % menos concentrados, es decir, son más competitivos (véase gráfico 4.1).

Gráfico 4.1 Empresas de torres y conectividad móvil.



Fuente: Hounghonon et al. (2021).

Este análisis se reproduce para América Latina diferenciando las empresas de torres entre aquellas que son propiedad de los operadores móviles y las independientes, incluida la métrica de las torres per cápita, y ampliando los indicadores de desempeño de la industria de telecomunicaciones móviles que incluyen la inversión de capital de la industria. Sobre la base de estas dos métricas, los países latinoamericanos pueden agruparse en tres grupos (véase tabla 4.1, panel A). Para ganar en representatividad estadística y económica, se reagruparon el grupo principal y los rezagados y se establecieron dos categorías: (1) líderes, en la que la cuota de torres propiedad de actores independientes es superior al 52 % y las torres independientes per cápita superan las 225; (2) el resto de los países, en la que la cuota de empresas independientes es inferior al 52 % y la densidad de torres per cápita es inferior a 225 (véase tabla 4.1).

Tabla 4.1. Agrupaciones de países por desarrollo independiente de empresas de torres.

Panel A.

	Líderes		Promedio		Rezagados	
	Condiciones	Países	Condiciones	Países	Condiciones	Países
Cuota de empresas independientes	>52 %	<ul style="list-style-type: none"> • Brasil (72 %) • Chile (56 %) • Costa Rica (53 %) • Nicaragua (53 %) 	44-52 %	<ul style="list-style-type: none"> • Colombia (50 %) • El Salvador (45 %) • Panamá (44 %) • Perú (48 %) 	<44 %	<ul style="list-style-type: none"> • Argentina (9 %) • Ecuador (43 %) • Guatemala (18 %) • México (43 %)
Torres per cápita propiedad de empresas independientes	>225	<ul style="list-style-type: none"> • Brasil (229) • Chile (267) • Costa Rica (431) • Panamá (227) 	144-225	<ul style="list-style-type: none"> • Colombia (176) • Ecuador (144) • El Salvador (197) • Nicaragua (144) • Perú (209) 	<144	<ul style="list-style-type: none"> • Argentina (34) • Guatemala (65) • México (124)

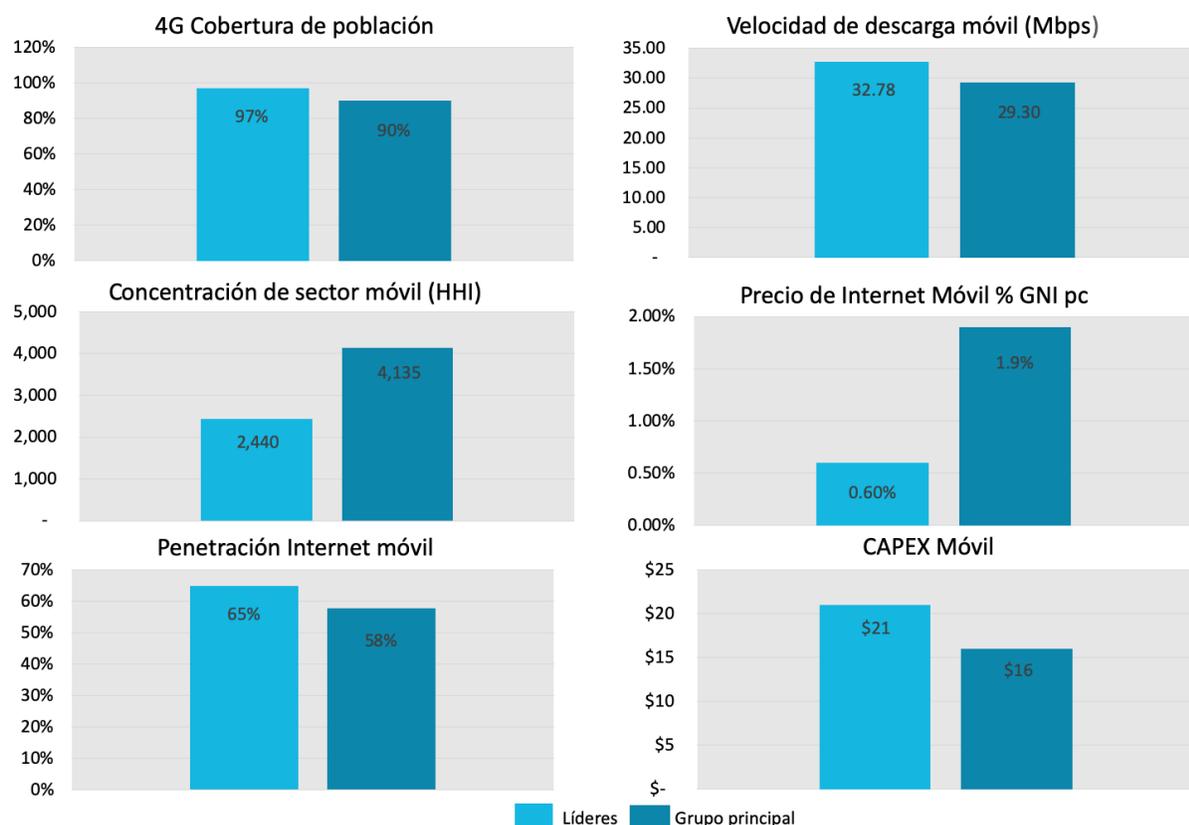
Panel B

Países líderes	Promedio & Rezagados
Brasil	Argentina
Chile	Colombia
Costa Rica	Ecuador
Panamá	El Salvador
	Guatemala
	México
	Nicaragua
	Perú

Fuente: Análisis de Telecom Advisory Services.

Un análisis visual del impacto económico de la industria de las torres indica que los países con una mayor proporción de empresas independientes de torres y un mayor despliegue de torres presentan métricas de desempeño más elevadas que el resto (véase gráfico 4.2).

Gráfico 4.2. América Latina. Desarrollo de las empresas de torres y desempeño de la industria móvil.



Fuente: análisis de Telecom Advisory Services.

El desarrollo de empresas de torres independientes está asociado con mejores métricas de rendimiento de la industria móvil (más altas que las calculadas en el estudio de Hounghonon et al. (2021)):

- Mejor cobertura y acceso: los países líderes presentan siete puntos porcentuales más que el resto de los países en términos de despliegue de infraestructura (97 % frente al 90 %).
- Mayor velocidad: la banda ancha móvil es un 12 % más rápida en los países líderes que en el resto (33 Mbps frente a 29 Mbps).
- Más inversión: la inversión de capital es un 31 % mayor en los países líderes que en el resto de los países (USD 21 per cápita frente a USD 16 per cápita).
- Mejor asequibilidad: los servicios de banda ancha móvil representan 1/3 de los costes en términos per cápita en los países líderes, en relación con el resto de los países (0,6 % frente al 1,9 %).
- Mayor adopción del servicio de banda ancha móvil: los países líderes muestran una mayor adopción de la banda ancha que en el resto (65 % frente al 58 %)
- Competencia móvil más intensa: la competencia es más intensa en los países líderes

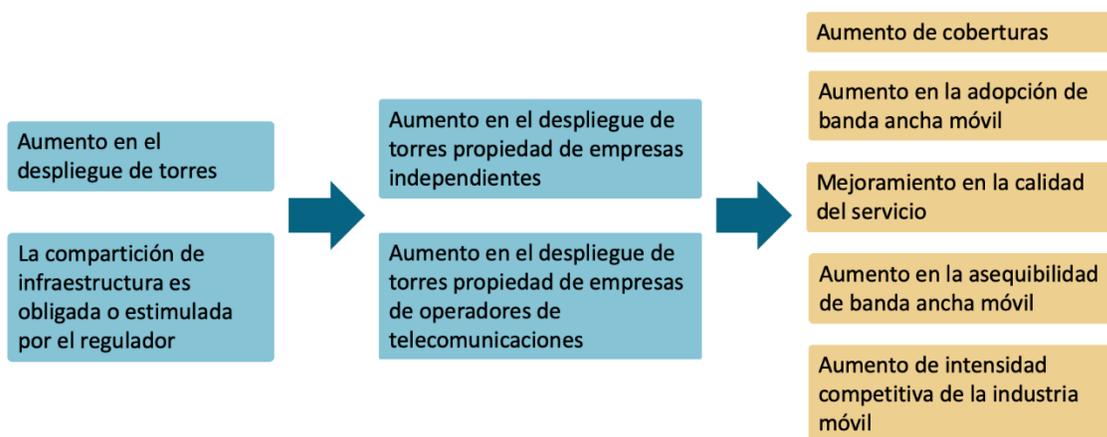
que en el resto (41 % menos de concentración).

Estos resultados están en consonancia con los del análisis global de Hounghonon et al (2021), aunque probablemente son más potentes. Anotado esto, es importante considerar que la evidencia presentada en este capítulo se basa en correlaciones donde no se puede establecer una relación de causa/efecto; para ello, se requiere una evaluación causal tal como la que se presenta en los modelos econométricos del siguiente apartado.

4.2. Análisis econométrico del impacto de la industria independiente de torres en América Latina

El objetivo de este análisis es ir más allá del análisis correlacional presentado arriba y demostrar la relación causal entre el aumento del número de torres en manos de empresas independientes y varios indicadores de desempeño de la industria móvil. En particular, se intenta probar, a partir de diferentes modelos econométricos, el impacto de un aumento en el número de torres totales, de torres independientes y de torres propiedad de operadores en el desempeño de la industria. Entre las variables dependientes por considerar, se incluye el aumento de la cobertura 4G, el aumento de la adopción de la banda ancha móvil, la mejora de la calidad del servicio móvil medida a través de la velocidad de descarga de la banda ancha móvil, el aumento de la competencia en el mercado móvil y el mejoramiento en los niveles de asequibilidad del servicio móvil (véase figura 4.1).

Figura 4.1 Enfoque del análisis.



Fuentes: Telecom Advisory Services.

El objetivo de este capítulo es contribuir a la comprensión de las relaciones causales, y demostrar que el aumento de las torres controladas por empresas independientes tiene un impacto diferenciado (es decir, positivo y mayor) en el desarrollo de la industria móvil y, a su vez, en el desarrollo económico. En primer lugar, se presenta el marco teórico y se describen los datos en los que se basará el análisis. Luego, se registran los resultados de la modelización empírica y, sobre estas bases, se analizan sus implicaciones.

4.2.1 Marco teórico

Para cuantificar la relación entre el despliegue de torres y los resultados del sector móvil, primero se construye un modelo econométrico (denominado **(a)** en la sección de resultados) en el que las diferentes variables dependientes (cobertura 4G, adopción de la banda ancha móvil, calidad del servicio móvil medida a través de la velocidad de descarga de la banda ancha móvil, nivel de competencia en el mercado móvil y nivel de asequibilidad del servicio móvil) son explicados por el número de torres (torres totales, torres independientes y torres de operadores móviles) y el PIB per cápita. Dado que la pregunta por responder es la relación entre el aumento del número de torres y el aumento de los indicadores de desempeño, se toma el logaritmo natural en ambos lados de la ecuación para obtener resultados que indiquen la relación entre un aumento del 1 % en la variable independiente (número de torres) y un aumento porcentual en las variables dependientes (indicadores de desempeño del mercado móvil) (véase ecuación 1).

$$\ln(\text{Variables dependientes}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(\text{Despliegue de torres})_{it} + \beta_2 \cdot (\text{PIB Per Capita})_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

En el modelo econométrico se incluyen los siguientes indicadores:

- Variables dependientes:
 - Cobertura 4G (según GSMA Intelligence).
 - Adopción de la banda ancha móvil (según GSMA Intelligence).
 - Calidad del servicio móvil medida por la velocidad de descarga de la banda ancha móvil (según Ookla/Speedtest).
 - Nivel de competencia en el mercado de la telefonía móvil medido por el HHI (según GSMA Intelligence).
 - Nivel de asequibilidad de una canasta básica de móvil (según Unión Internacional de Telecomunicaciones).
- Número de torres:
 - Total de torres.
 - Torres propiedad de operadores de telecomunicaciones.
 - Torres independientes.
- PIB per cápita (según Fondo Monetario Internacional—FMI).

Además, se propone un modelo adicional (denominado **(b)** en la sección de resultados) por robustez, que incluye un control por efectos fijos por país que intenta captar los efectos de cada país que no se consideran por la inclusión del PIB per cápita (véase ecuación 2).

$$\ln(\text{Variable dependiente}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(\text{Despliegue de torres})_{it} + \beta_2 \cdot (\text{PIB Per Capita})_{it} + \beta_3 \cdot (\text{País})_t + \mu_{it} \quad (2)$$

Este análisis se basa en la información de la estructura de torres proporcionada por TowerXchange para doce países de la región: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá y Perú. Los datos disponibles cubren el periodo de 2016 a 2022, aunque no se dispone de información para Argentina entre 2016 y 2018; y no hay información disponible para Ecuador entre 2016 y 2020. En total, se dispone de 76 observaciones de 12 países y durante 7 años (véase tabla 4.2).

Tabla 4.2 Países y años con inform*ación disponible sobre el número de torres.

País	Empresas de torres	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Argentina	Independiente				+	+	+	+
	Operadores				+	+	+	+
Brasil	Independiente	+	+	+	+	+	+	+
	Operadores	+	+	+	+	+	+	+
Chile	Independiente	+	+	+	+	+	+	+
	Operadores	+	+	+	+	+	+	+
Colombia	Independiente	+	+	+	+	+	+	+
	Operadores	+	+	+	+	+	+	+
Costa Rica	Independiente	+	+	+	+	+	+	+
	Operadores	+	+	+	+	+	+	+
Ecuador	Independiente						+	+
	Operadores						+	+
El Salvador	Independiente	+	+	+	+	+	+	+
	Operadores	+	+	+	+	+	+	+
Guatemala	Independiente	+	+	+	+	+	+	+
	Operadores	+	+	+	+	+	+	+
México	Independiente	+	+	+	+	+	+	+
	Operadores	+	+	+	+	+	+	+
Nicaragua	Independiente	+	+	+	+	+	+	+
	Operadores	+	+	+	+	+	+	+
Panamá	Independiente	+	+	+	+	+	+	+
	Operadores	+	+	+	+	+	+	+
Perú	Independiente	+	+	+	+	+	+	+
	Operadores	+	+	+	+	+	+	+

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services, basado en información proporcionada por TowerXchange.

El modelo econométrico permite comprobar las hipótesis presentadas en el marco teórico. Adicionalmente, a través de una prueba de diferencia de medias, se analiza si los resultados encontrados para los modelos de torres independientes son estadísticamente diferentes o no en relación con los modelos de torres propiedad de operadores móviles.

4.2.2 Impacto del despliegue de torres independientes en la cobertura 4G

De acuerdo con los modelos presentados en la tabla 4.3 un incremento en el número de torres independientes del 10 % se asocia con un aumento en los niveles de cobertura 4G del 0,96 % (modelo sin efectos fijos) o del 5,54 % (modelo con efectos fijos). Asimismo, se determina que la cobertura 4G aumenta en un 0,95 % para un incremento del 10 % en el total de torres (11,40 % en el modelo con efectos fijos). Este resultado para las torres de los operadores móviles es del 0,74 % y del 4,33 %. Para ser conservadores con los resultados obtenidos, se optó por el modelo sin efectos fijos para elaborar las conclusiones.

Tabla 4.3 Modelos econométricos con cobertura en la variable dependiente.

ln (cobertura)	Total de torres		Torres MNO		Torres independientes	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
ln (torres)	0,094525 ***	1,140173 ***	0,0740873 ***	0,4328737 ***	0,0959371 ***	0,5540434 ***
ln (PIB por habitante)	(0,0323773) 0,1590487 **	(0,1489519) 0,164351	(0,0267938) 0,163087 ***	(0,1495521) 0,5308929	(0,0316031) 0,171005 **	(0,0853065) 0,2182255
	(0,0672837)	(0,3374592)	(0,057997)	(0,4358097)	(0,0698268)	(0,3627445)
E.F.	No	País	No	País	No	País
Años	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022
Países						
Observaciones						
R ²	0,2796	0,6467	0,2611	0,3946	0,275	0,591

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services

Los coeficientes especificados son estadísticamente significativos en el caso de torres propiedad de empresas independientes, en relación con las torres propiedad de operadores, con un 0,22 % por cada 10 % de aumento de torres (modelo sin efectos fijos por país). Para el modelo con efectos fijos, esta diferencia se eleva al 1,21 % por cada 10 % de aumento de torres (véase tabla 4.4).

Tabla 4.4 Prueba de diferencia de medias entre el modelo de torres independientes y el modelo de torre de operadores móviles (con la variable dependiente cobertura).

	Diferencia de medias	
	(a)	(b)
Diferencia	0,021849800 ***	0,121169700 ***
Intervalo del 95 %	0,012459017 0,031240583	0,082146716 0,160192684

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services

4.2.3 Impacto del despliegue de torres independientes en la adopción de la banda ancha móvil

Un aumento del número de torres independientes del 10 % está asociado con un incremento de los niveles de adopción de la banda ancha móvil del 0,51 % (modelo sin efectos fijos) o del 1,94 % (modelo con efectos fijos). Asimismo, se constata que la adopción aumenta un 0,68 % para un incremento del 10 % del total de torres (4,42 % en el modelo con efectos fijos). Este resultado, para las torres propiedad de operadores, es del 0,33 % y del 1,96 % (véase tabla 4.5). De nuevo, con fines conservadores, se optó por utilizar el modelo sin efectos fijos para elaborar las conclusiones.

Tabla 4.5 Modelos econométricos con la variable dependiente adopción de banda ancha móvil.

ln (adopción)	Total de torres		Torres MNO		Torres independientes	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
ln (torres)	0,0681056 *** (0,021641)	0,4417392 *** (0,0442643)	0,0333624 ** (0,0156521)	0,1962655 *** (0,0488159)	0,0514762 *** (0,0165255)	0,193752 *** (0,0290093)
ln (PIB por habitante)	0,22561 *** (0,0453197)	-0,0836802 (0,1002834)	0,2547614 *** (0,0345798)	0,0502101 (0,1422545)	0,2477615 *** (0,0385214)	-0,0463682 (0,1233549)
E.F.	No	País	No	País	No	País
Años	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022
Países						
Observaciones						
R ²	0,6905	0,9233	0,7311	0,8415	0,714	0,8838

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services

La proporción es estadísticamente significativa para las torres independientes, en relación con las torres propiedad de operadores, con un 0,18 % por cada 10 % de aumento de torres (modelo sin efecto fijo). Para el modelo con efectos fijos, no hay diferencias significativas entre los dos resultados (véase tabla 4.6).

Tabla 4.6 Prueba de diferencia de medias entre el modelo de torres independientes y el modelo de torre propiedad de operadores (con la variable dependiente adopción de banda ancha móvil).

	Diferencia de medias	
	(a)	(b)
Diferencia	0,018113800 ***	-0,002513500
Intervalo	0,012954892	-0,015383914
del 95 %	0,023272708	0,010356914

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services

4.2.4 Impacto del despliegue de torres independientes en la calidad del servicio de banda ancha móvil

Un aumento del número de torres independientes del 10 % está asociado con un incremento de los niveles de calidad del servicio (medido como velocidad de descarga de banda ancha móvil) del 2,05 % (modelo sin efectos fijos) o del 8,25 % (modelo con efectos fijos). Además, se constata que la calidad del servicio aumenta un 2,39 % para un incremento del 10 % del total de torres (19,57 % en el modelo con efectos fijos). Este resultado, para las torres del operador móvil, es del 1,71 % y del 8,21 % (véase tabla 4.7). Para ser conservadores con los coeficientes estimados, se optó por el modelo sin efectos fijos para elaborar las conclusiones.

Tabla 4.7 Modelos econométricos con la variable dependiente de calidad de servicio.

ln (Velocidad)	Total de torres		Torres MNO		Torres independientes	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
ln (torres)	0,2394347 ***	1,956797 ***	0,1706196 ***	0,8205748 ***	0,2052605 ***	0,8250954 ***
	(0,068728)	(0,2219085)	(0,0467019)	(0,233331)	(0,0626096)	(0,143085)
ln (PIB per cáp.)	-0,1616302	-0,3890475	-0,1412978	0,2179391	-0,1099319	-0,1976697
	(0,1432014)	(0,5027467)	(0,1013945)	(0,6799496)	(0,1413069)	(0,6084333)
E.F.	No	País	No	País	No	País
Años	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022
Países						
Observaciones						
R ²	0,1848	0,6608	0,1683	0,3625	0,1393	0,5023

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services

La ratio es significativamente mayor para las torres independientes, en relación con las torres propiedad de operadores, con un 0,35 % por cada 10 % de aumento de torres (modelo sin efectos fijos). Para el modelo con efectos fijos, no hay diferencias significativas entre ambas estimaciones (véase tabla 4.8).

Tabla 4.8 Prueba de diferencia de medias entre el modelo de torre independiente y el modelo de torre MNO (con la variable dependiente calidad de servicio).

	Diferencia de medias	
	(a)	(b)
Diferencia	0,034640900 ***	0,004520600
Intervalo del 95 %	0,016937334	-0,057516063
	0,052344466	0,066557263

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services

4.2.5 Impacto del despliegue de torres independientes en la competencia de la industria móvil

Un aumento del 10 % en el número de torres independientes se asocia con un aumento de los niveles de competencia en el mercado de la telefonía móvil (medido como una reducción del índice HHI) del 0,46 % (modelo sin efectos fijos) o del 0,47 % (modelo con efectos fijos). Además, se constata que la competencia en el mercado móvil aumenta un 0,76 % para un incremento del 10 % en el total de torres (0,81 % en el modelo con efectos fijos). Este resultado, para las torres propiedad de los operadores, no es significativo (véase tabla 4.9). Nuevamente, para ser conservadores con los resultados hallados, se optó por el modelo sin efectos fijos para elaborar las conclusiones.

Tabla 4.9 Modelos econométricos con la variable dependiente concentración del mercado móvil.

ln (HHI móvil)	Total de torres		Torres MNO		Torres independientes	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
ln (Torres)	-0,0758692 *** (0,0200453)	-0,0813904 *** (0,0210279)	-0,0142229 (0,0170784)	-0,0145584 (0,0178766)	-0,0463746 *** (0,0106987)	-0,0474173 *** (0,0109227)
ln (PIB per cap)	-0,021163 (0,0450328)	-0,0101682 (0,0476399)	-0,0536181 (0,048378)	-0,0409802 (0,0520942)	-0,0204345 (0,0437433)	-0,0078265 (0,046446)
E.F.	No	País	No	País	No	País
Años	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022	2016-2022
Países						
Observaciones						
R ²	0,0419	0,9866	0,1107	0,9835	0,0506	0,9872

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services

El coeficiente es estadísticamente significativo para las torres independientes, en relación con las torres propiedad de operadores, con un 0,32% por cada 10% de aumento de torres (modelo sin efectos fijos). En el modelo con efectos fijos, esta diferencia aumenta marginalmente hasta 0,33 % por cada 10 % de aumento de torres (véase tabla 4.10).

Tabla 4.10 Prueba de diferencia de medias entre el modelo de torres independiente y el modelo de torres MNO (con la variable dependiente concentración del mercado móvil).

	Diferencia de medias	
	(a)	(b)
Diferencia	-0,032151700 ***	-0,032858900 ***
Intervalo del 95 %	-0,036719361 -0,027584039	-0,037607124 -0,028110676

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services

4.2.6 Impacto del despliegue de torres independientes en la asequibilidad de la banda ancha móvil

Un aumento del número de torres independientes del 10 % se asocia con una mejora en el nivel de asequibilidad de la telefonía móvil (medida como una disminución del precio del servicio más económico en relación con el PIB mensual per cápita) del 3,18 % (modelo sin efectos fijos) o del 3,86 % (modelo con efectos fijos).

Además, se constata que la asequibilidad del mercado móvil mejora en un 3,27 % para un aumento del 10 % del total de torres (7,09 % en el modelo con efectos fijos). Este resultado,

para las torres de los operadores móviles, no es significativo (véase tabla 4.11). Para ser conservadores con los resultados encontrados, se optó por el modelo sin efectos fijos para elaborar las conclusiones

Tabla 4.11 Modelos econométricos con la variable dependiente asequibilidad del móvil.

ln (asequibilidad medida en % del PIB)	Total de torres		Torres MNO		Torres independientes	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
ln (Torres)	-0,3267791 ***	-0,7094847 ***	-0,1002962	-0,0838212	-0,3175821 ***	-0,3858228 ***
	(0,1215102)	(0,2007087)	(0,1096487)	(0,1813382)	(0,0790925)	(0,0978736)
ln (PIB per cap)	-0,982563 ***	-0,2421697	-1,149615 ***	-0,2821037	-1,055496 ***	-0,2077791
	(0,2537373)	(0,4117507)	(0,254749)	(0,4591996)	(0,2229642)	(0,4023775)
E.F.	No	País	No	País	No	País
Años	2016-2021	2016-2021	2016-2021	2016-2021	2016-2021	2016-2021
Países						
Observaciones						
R ²	0,6907	0,9637	0,7667	0,9548	0,7542	0,9654

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services

La ratio es estadísticamente significativa para las torres independientes, en relación con las torres propiedad del operador, con un 2,17 % por cada 10 % de aumento de torres (modelo sin efectos fijos). Para el modelo con efectos fijos, esta diferencia se eleva al 3,02 % por cada 10 % de aumento de torres (véase tabla 4.12).

Tabla 4.12 Prueba de diferencia de medias entre el modelo de torres independiente y el modelo de torres MNO (con la variable dependiente asequibilidad de los móviles).

	Diferencia de medias	
	(a)	(b)
Diferencia	-0,217285900 ***	-0,302001600 ***
Intervalo del 95%	-0,250729989	-0,352976195
	-0,183841811	-0,251027005

Nota. ***, **, * significativos al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services

4.3 Conclusiones

La evidencia presentada en este capítulo es consistente en los análisis de correlación y en los modelos econométricos. Desde el punto de vista de la correlación, los países latinoamericanos con una mayor proporción de empresas de torres independientes y un

mayor despliegue de torres (países líderes) registran unas métricas de desempeño de la industria de telecomunicaciones móviles más altas que el resto:

- Mejor cobertura: los países líderes demuestran una cobertura de 4G siete puntos porcentuales mayor que el resto de los países.
- Mayor velocidad: la banda ancha móvil es un 12 % más rápida entre los países líderes que el resto (33 Mbps frente a 29 Mbps).
- Más inversión de capital: la inversión de capital es un 31 % mayor en los países líderes que en el resto (USD 21 per cápita frente a USD 16 per cápita).
- Mejor asequibilidad: los servicios de banda ancha móvil representan 1/3 de la tarifa en términos de porcentaje del ingreso mensual per cápita en los países líderes, en relación con el resto de los países (0,6 % frente al 1,9 %).
- Mayor adopción del servicio de banda ancha móvil: los países líderes muestran una mayor adopción de la banda ancha que el resto (65 % frente al 58 %).
- Competencia más intensa: la competencia móvil es más intensa en los países líderes (41 % menos de concentración).

Desde el punto de vista del análisis econométrico, se demostró también la causalidad entre el desarrollo de las empresas de torres independientes y el desempeño de la industria móvil:

- Un aumento en el número de torres independientes del 10 % determina, como mínimo, un incremento en los niveles de cobertura 4G del 0,96 %.
- Un aumento del 10 % en el número de torres independientes resulta en un aumento de los niveles de adopción de la banda ancha móvil del 0,51 %.
- Un aumento del 10 % en el número de torres independientes conlleva un incremento de los niveles de calidad del servicio (medido este como velocidad de descarga de la banda ancha móvil) del 2,05 %.
- Un aumento del 10 % en el número de torres independientes se asocia con un aumento de los niveles de competencia en el mercado de la telefonía móvil (medido estos como una disminución del índice Herfindahl Hirschman que mide la concentración del sector —un índice más bajo representa una competencia más intensa—) del 0,46 %.
- Un aumento del 10 % en el número de torres independientes genera un mejoramiento en el nivel de asequibilidad de la telefonía móvil (medida esta como una disminución del precio del servicio en relación con el PIB mensual per cápita) del 3,18 %.

Ante esta evidencia, sería clave que los países latinoamericanos maximizaran el desarrollo de la industria de las torres independientes. Sin embargo, este efecto está supeditado a varias iniciativas regulatorias y de política pública. En otras palabras, las variables regulatorias y de política desempeñan un papel importante en el desarrollo del sector de las empresas de torres independientes, más allá de la voluntad de inversión del sector privado. El próximo

capítulo se centrará en algunas de estas variables y evaluará en qué punto se encuentra la región en relación con su cumplimiento.

5. LA REGULACIÓN Y LAS POLÍTICAS PÚBLICAS QUE AFECTAN A LA INDUSTRIA DE LAS TORRES: UN REQUISITO CLAVE

El capítulo 4 demostró cuantitativamente la relación causal entre el crecimiento del sector de torres independientes y el desarrollo de la industria móvil en todos los indicadores relevantes, desde la competencia y la maximización de la inversión hasta la asequibilidad y calidad de la cobertura del servicio. A la luz de esta evidencia, vale la pena examinar si los marcos regulatorios y las políticas públicas actuales favorecen el desarrollo del sector. En este caso, la metodología seguida consiste en esbozar una lista de requisitos normativos y políticos fundamentales para fomentar el desarrollo del sector. Una vez formalizada, la lista se validó mediante el examen de las mejores prácticas internacionales. Por último, se examinará el estado de estos requisitos normativos y de política pública en América Latina.

5.1 Normativa que garantiza la sostenibilidad de la industria de las torres

La revisión de bibliografía de investigación y las entrevistas con reguladores y responsables políticos permiten identificar seis tipos de normativas que pueden contribuir al desarrollo y la sostenibilidad de un sector de torres independientes:

- No hay necesidad de establecer concesiones, y es importante acordar la aprobación rápida de permisos de despliegue.
- Normativas para evitar el exceso en el despliegue de torres.
- Límites a las tasas e impuestos, y derechos de construcción.
- Políticas para promover el uso compartido de infraestructuras para el despliegue de 5G.
- Ausencia de regulación de los precios de los contratos de las empresas de torres con los operadores.
- Garantías a largo plazo y seguridad jurídica en los reglamentos y permisos.

Cada tipo de normativa se explica, en detalle, a continuación.

5.1.1 No hay necesidad de establecer concesiones, y es importante acordar la aprobación rápida de permisos de despliegue

Una concesión se define como el otorgamiento de derechos, terrenos o propiedades por un gobierno o autoridad local a una empresa privada que obtiene el derecho exclusivo para operar, mantener e invertir en una infraestructura en condiciones de poder de mercado significativo. Los acuerdos de concesión más comunes se observan en el suministro de agua, carreteras de transporte y minería.

La construcción de una torre de telefonía móvil no depende de un bien público, como es el caso del espectro, el agua, o los recursos mineros. Por tanto, aquella no debería regirse por un marco concesional. Por otra parte, la industria de las torres no es un monopolio natural que requiera un régimen de concesión, como en el caso de la transmisión de energía y los ferrocarriles (Kerf, 1998).

Más allá del tema de concesiones, muchos municipios latinoamericanos tienen autonomía constitucional para conceder permisos de instalación de antenas y derechos de paso para el despliegue de fibra. En consecuencia, estos pueden intervenir en la prestación de servicios de telecomunicaciones/internet que son de competencia federal. Frecuentemente, en muchos países de la región, las regulaciones locales se han impuesto sobre la autoridad federal, y han llegado a ser muy restrictivas, poco transparentes, burocráticas e incluso irracionales en el caso de la obtención de permisos municipales. Los gobiernos locales o los municipios ejercen el poder aplicando sus propias interpretaciones sobre las radiaciones no ionizantes y fijan sus propias limitaciones sobre las distancias mínimas y las alturas de las torres, el uso de los espacios públicos o cómo debe medirse el impacto ambiental. Esto ha dado como resultado la promulgación de innumerables leyes que regulan elementos y estándares (véase cuadro 5.1).

Cuadro 5.1 Principales normativas sobre el despliegue de infraestructura local.

Administrativo	Medio ambiente	Salud	Tecnología
<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud de información innecesaria o excesiva • Solicitud de información por varias instituciones • Falta de uniformidad normativa • Falta de normativa o desconocimiento • Desconocimiento del código de buenas prácticas • Ausencia o ampliación de los plazos • Establecimiento de una consulta pública • Falta de regulación de los derechos de paso • Falta de continuidad en las decisiones locales • Tasas desproporcionadas o dispares • Falta de seguridad jurídica en los procesos de apelación 	<ul style="list-style-type: none"> • Distancia mínima entre antenas • Requisitos de superficie mínima • Restricción del uso del suelo • Designación de lugares especiales • Excesivos requisitos de camuflaje • Autorización de las autoridades aeronáuticas • Prohibición en lugares de conservación de la cultura y el patrimonio • Prohibición del uso de los terrenos que están bajo preservación rural o natural 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausencia de normas sobre los límites de exposición a las radiaciones no ionizantes • Falta de difusión de la normativa vigente y de las recomendaciones internacionales • Aprobación de diferentes límites de exposición y procedimientos de control • Utilización de diferentes límites de exposición en función de la zona • Solicitud de estudios por múltiples instituciones • Alta periodicidad en la entrega de informes de radiación 	<ul style="list-style-type: none"> • Prohibición de uso compartido • Obligación de los operadores de preparar sus infraestructuras para el uso compartido • Falta de diferenciación entre macrocélulas y pequeñas células • Establecimiento de diferentes tasas por tecnología

Fuente: CAF/Análisis Mason (2017)¹³.

Estas barreras aumentan el costo de oportunidad para el despliegue de infraestructuras pasivas, e incrementan el costo de despliegue. Es así como las jurisdicciones municipales pueden convertirse en un “cuello de botella” en cuanto a la tramitación de autorizaciones o a la imposición de contribuciones extremadamente elevadas por las empresas de torres. Curiosamente, en otras áreas de infraestructura (por ejemplo, los puertos), las autoridades nacionales están ganando cada vez más influencia jurisdiccional sobre los gobiernos locales. El concepto en juego en este caso es el de *coherencia política vertical*. Según esta expresión, un imperativo nacional, como abordar la brecha digital o desplegar la 5G por razones de desarrollo de la industria, prevalece sobre una consideración del gobierno local. Varios enfoques para abordar la doble jurisdicción en el ámbito del desarrollo de infraestructuras están aplicándose en el caso de otras industrias de infraestructura, como el transporte.

¹³ Resumido por los autores a partir del informe CAF "Mobile Broadband Expansion" (2017), producido por Analysis Mason.

5.1.2 Normativas para evitar el exceso en el despliegue de torres

El despliegue excesivo de torres, en muchos casos impulsado por la mera especulación financiera, es una característica frecuente en América Latina. Como se señaló en la evaluación de la densidad de torres presentada en el capítulo 3, algunos países de la región presentan un número extremadamente elevado de torres por población y por abonados a la telefonía móvil. Las consecuencias de esta situación no son solo ambientales, sino también económicas. Un modelo económico-financiero simplificado desarrollado para este estudio indica que, a menos que una sola torre no albergue las radios de más de un operador (preferiblemente tres), su rentabilidad es cuestionable (la estructura detallada del modelo está incluida en el anexo A.1).

El modelo estima los aspectos económicos y financieros de una torre en tres entornos (urbano, suburbano y rural) centrándose en tres condiciones de mercado:

- Proporción de inquilinos: estimación de los ingresos de uno, dos, tres y cuatro operadores.
- Horizonte temporal: de 1 a 10 años.
- Disparidades regionales: urbanas, suburbanas y rurales.

El modelo se basa en supuestos derivados de la experiencia del sector en la región, sobre el capital necesario para construir una torre, los gastos de explotación, las tasas de amortización, los impuestos y el costo de capital¹⁴. Sobre esta base, el modelo proyecta los flujos de caja libres y acumulados y el valor presente neto (VPN) para proporcionar métricas de rentabilidad. El VPN para los tres entornos considerados se presenta en la tabla 5.1.

¹⁴ Vale la pena señalar que, aunque en el análisis financiero se incluyó un tipo impositivo del 25 %, este corresponde a los gravámenes corporativos convencionales, por lo que se excluyen las tasas y los permisos municipales adicionales que pueden aumentar la carga fiscal (véase el detalle más adelante).

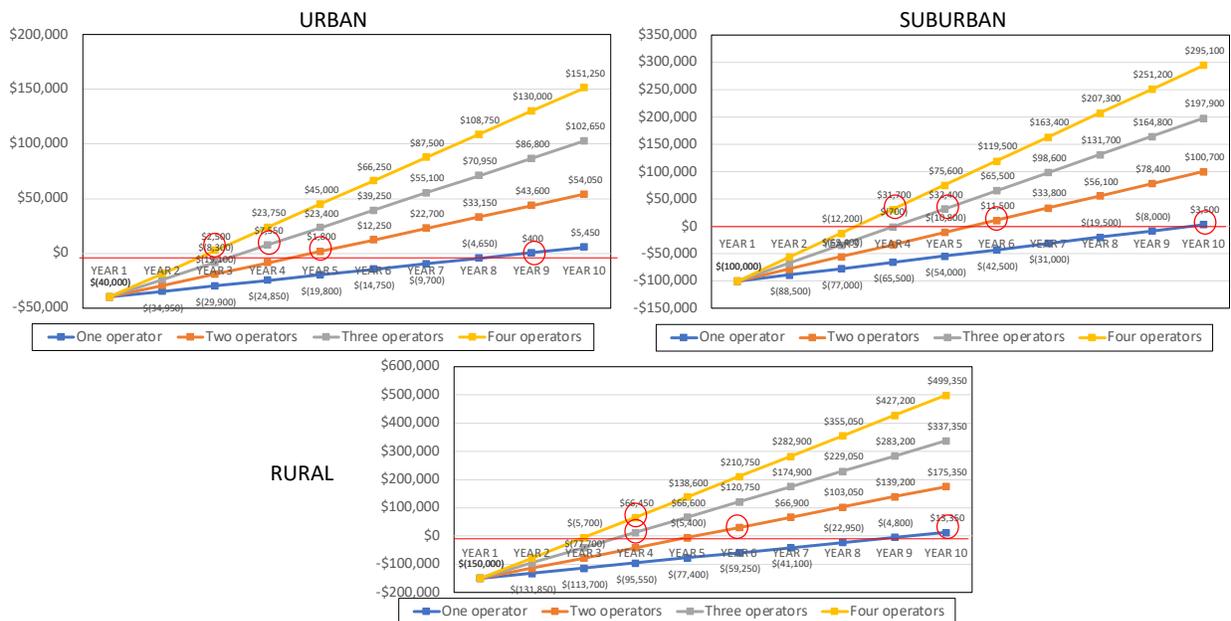
Tabla 5.1 América Latina. Valor presente neto de una torre (10 años, sin valor terminal).

Número de operadores	Urbano	Suburbano	Rural
Uno	(\$5996,88)	(\$22 023,29)	(\$27 410,06)
Dos	\$27 752,38	\$45 475,23	\$85 087,48
Tres	\$61 501,64	\$112 973,75	\$197 585,02
Cuatro	\$95 250,91	\$180 472,28	\$310 082,55

Fuentes: entrevistas con el sector; análisis de Telecom Advisory Services.

Como se indica en la tabla 5.1, el negocio de una sola torre depende en gran medida del número de operadores a los que da servicio la infraestructura. En los tres escenarios, el VPN si solo se diera servicio a un operador es siempre negativo. Además del estimativo del VPN, el modelo estima los flujos de caja acumulados para determinar cuándo los diferentes escenarios de inversión se vuelven positivos (véase el gráfico 5.1).

Gráfico 5.1 América Latina. Flujos de caja acumulados.



Fuentes: entrevistas con el sector; análisis de Telecom Advisory Services.

Como se indica en el gráfico 5.1, cuando se consideran los flujos de caja acumulados, en la condición de un solo operador alojado en la torre, estos se vuelven positivos solo en el año diez, tanto en el escenario suburbano como en el rural.

Esta situación provoca un efecto perverso: en estas condiciones financieras, los proveedores de torres que no estén sujetos a la certificación de la calidad de la construcción invertirían poco en capital para mejorar su rentabilidad. Con este efecto derivado, la industria móvil y,

en última instancia, el bienestar del consumidor se afectarían negativamente. Por eso es tan relevante desarrollar un marco que controle el sobredespliegue de torres.

Las implicaciones políticas y regulatorias del análisis financiero son claras:

- A menos que la **distancia entre torres y los mecanismos de compartición** no estén formalizados desde el punto de vista normativo, la viabilidad a largo plazo de la industria de torres independientes es cuestionable en los entornos suburbanos y rurales.
- Las fuertes inversiones iniciales deben ir acompañadas de **normas relativamente estables y predecibles**, para garantizar la rentabilidad y la reinversión. Aunque los resultados financieros se calcularon para un plazo de diez años, la estabilidad y la previsibilidad de los marcos regulatorios son requisitos fundamentales en el sector.
- Las disparidades regionales en los entornos urbanos, suburbanos y rurales deberían impulsar la necesidad de desarrollar marcos normativos y políticas que tengan en cuenta las diferentes condiciones, para garantizar un esfuerzo de despliegue coherente. Por ejemplo, sería aconsejable establecer **incentivos para facilitar el despliegue en las zonas rurales y remotas** y generar un impacto positivo en la reducción de la brecha digital (reducciones de impuestos, exenciones de derechos de importación, entre otros).

Sobre esta base, los gobiernos deberían promover políticas y marcos normativos que impidan el exceso de despliegue:

- Normativa que fomenta la coubicación de equipos de telecomunicaciones en las infraestructuras existentes.
- Regulación y/o directrices que fomenten el uso compartido de infraestructuras
- Regulación con determinación de distancias mínimas para la construcción de torres y así evitar la proliferación de estructuras.

Más allá de los mecanismos de prevención del exceso de despliegue, los gobiernos deberían fomentar el cumplimiento de requisitos de calidad, como las garantías de construcción que certifiquen la calidad de la construcción de las torres. De forma indirecta, esta norma evitaría una parte de la especulación que se produce en torno al sobredespliegue de torres.

5.1.3 Límites a las tasas e impuestos, y derechos de construcción

Las tasas e impuestos, también denominados "costos de cumplimiento", tienen un impacto significativo en el caso de negocio presentado arriba. Las obligaciones fiscales aplicadas a los operadores de telecomunicaciones suelen afectar a los recursos disponibles para la inversión de capital (inversión en despliegue de redes, o incluso en investigación y desarrollo). Dado que los impuestos tienden a elevar la tasa de retorno requerida del capital

invertido antes de los impuestos, el *stock* de capital agregado en una economía depende de la tasa efectiva de tributación. Estas contribuciones pueden ser impuestos generales o impuestos específicos del sector.

En términos generales, la mayor parte de la bibliografía de investigación macroeconómica ha determinado que los regímenes tributarios desempeñan un papel clave en la determinación de los flujos de capital, cuando se controlan el desarrollo económico, la tasa de empleo y las fluctuaciones monetarias (Slemrod, 1990; Devereux y Freeman, 1995; Billington, 1999). En consecuencia, cuando una empresa debe tomar una decisión de inversión, la fiscalidad desempeña un papel determinante. Los impuestos afectan a los incentivos de una empresa para realizar inversiones y a la oferta de fondos disponibles para financiarlas. Varios estudios empíricos indican que, en igualdad de condiciones, los tipos impositivos marginales y medios tienen un efecto negativo en las decisiones de inversión. Las investigaciones han demostrado que una reducción del impuesto determina, con el tiempo, un aumento del nivel de formación bruta de capital fijo (Talpos y Vancu, 2009). Cabe esperar que estos efectos sean más importantes en las economías de mercado emergentes, donde las necesidades de inversión son mayores.

Katz y Callorda (2019) aportaron pruebas empíricas sobre el impacto del marco tributario en la inversión de capital en redes de telecomunicaciones en Estados Unidos. Los autores evaluaron el impacto de la fiscalidad en el nivel de inversión de la industria de las telecomunicaciones y del cable, en un modelo que incluía datos para todos los estados de Estados Unidos. Según los modelos econométricos desarrollados por los autores, una disminución de un punto porcentual en el tipo medio ponderado de los impuestos estatales y locales que afectan a las compras iniciales de equipamiento (del 4,58 % al 3,58 %) aumentaría la inversión en un 1,97 % respecto a los niveles actuales (Katz y Callorda, 2019).

En este marco, el despliegue de torres está afectado por la carga tributaria impuesta por los municipios en forma de tasas específicas con el fin de limitar el despliegue de infraestructuras o aumentar los ingresos. En unos casos, estas tasas se convierten en recurrentes e incluso están sujetas a un aumento anual definido *ad hoc*, aunque el tipo de tasa y el tipo de gravamen varían significativamente entre los países e incluso los municipios (véase cuadro 5.2).

Cuadro 5.2 América Latina. Tasas municipales por país (2022).

País	Tasas por sitio
Argentina	<ul style="list-style-type: none"> • Media del país: 185 dólares/mes, aunque varía según el municipio. <ul style="list-style-type: none"> ○ Área metropolitana de Buenos Aires: 385 dólares/mes.
Brasil	<ul style="list-style-type: none"> • Dos tipos de tasa municipal anual (tasa urbana y tasa de medio ambiente) y una tasa única (por ambos conceptos). <ul style="list-style-type: none"> ○ La tasa urbana oscila entre los 6000 reales (Gravatá, Guarulhos-Sao Paulo, Itaquaquecetuba y Recife) y cero reales. ○ La tasa ambiental oscila entre 2000 reales (Estado de Rio Grande do Norte) y cero reales. ○ La tasa única combinada es de 6000 reales para la Prefeitura de Natal. ○ La tarifa combinada más grande es 6000 reales.
Chile	<ul style="list-style-type: none"> • Permisos municipales fijados por ley (5 % de los costos de construcción).
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> • Variedad y tasas extremas en los municipios: <ul style="list-style-type: none"> ○ En Bogotá, el permiso de despliegue incluye una cuota única para la instalación en sitios privados (50 dólares - 175 dólares) y una cuota anual de 8100 dólares para una instalación en sitios públicos. ○ En Cali, el despliegue en sitios privados solo requiere una tasa de tramitación única de 15 dólares, mientras que el pago de permisos para el despliegue en sitios públicos se evalúa caso por caso. ○ En Palmira, todos los emplazamientos exigen una cuota media anual de 4000 dólares, aunque el importe depende de la altura y del tipo de emplazamiento. ○ En Barranquilla, la instalación solo se permite en lugares públicos, aunque el importe exacto de la tasa se determina anualmente en función de la altura, y otros factores. ○ En los municipios pequeños, el despliegue en los emplazamientos privados no suele cobrarse, aunque las tasas en los emplazamientos públicos pueden llegar a los 1600 dólares (aunque el operador soporta la carga de los impuestos en la mayoría de los casos).
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> • Los municipios recaudan tres tasas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Permiso de construcción: 1 % de los costos de construcción (estimado con el Colegio de Ingenieros y Arquitectos). ○ Impuesto municipal: impuesto comercial a todas las empresas comerciales que operan en el Cantón, que oscila entre el 0,1 % y el 0,4 % de los ingresos brutos. ○ Impuesto sobre bienes inmuebles: 0,25 % del valor de la propiedad evaluado por la agencia fiscal.
Ecuador	<ul style="list-style-type: none"> • A nivel nacional: pago único de 4250 dólares. • Excepciones (como el municipio de Quito): 1700 dólares anuales.
El Salvador	<ul style="list-style-type: none"> • Los ayuntamientos cobran tasas e impuestos mensuales sobre los bienes físicos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Se imponen cuotas mensuales por el uso del suelo, el mantenimiento y el funcionamiento (una media de 250 dólares, aunque en un caso llegó a los 10 000 dólares). ○ Impuestos mensuales basados en el valor del activo físico (entre 30 y 150 dólares).
Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> • La media de los impuestos municipales únicos oscila entre los 9740 y los 13 000 dólares, aunque en algunos municipios el pago inicial alcanza los 32 500 dólares, más los pagos anuales recurrentes de 600 dólares. • Además, el Impuesto Único sobre la Propiedad Inmueble supone un pago medio anual de 440
Nicaragua	<ul style="list-style-type: none"> • Impuesto sobre la propiedad calculado como el 1 % del 80 % del valor del activo físico (impuesto medio anual: 390 dólares). • Impuesto municipal: 1 % de los ingresos generados en el municipio (mensual).
Panamá	<ul style="list-style-type: none"> • El permiso oscila entre el 1 % y el 5 % de los costos de construcción (una sola vez): 600 dólares - 2000 dólares.

Fuente: elaborado por Telecom Advisory Services, con base en entrevistas.

Sin establecer juicio sobre la necesidad de municipios de recaudar ingresos para apoyar la prestación de servicios públicos, vale la pena remarcar que al aumentar el costo del despliegue de torres, las autoridades locales limitan la capacidad de la industria móvil para apoyar las necesidades de conectividad de su población. Puesto que el despliegue de la red está vinculado causalmente a la adopción de la banda ancha móvil, una carga impositiva y de derechos de construcción extremadamente altos afecta negativamente el caso de negocio del despliegue de torres, limita su desarrollo y afecta, en última instancia, el crecimiento económico. Adicionalmente, la extrema variedad de tasas y tarifas por municipio impone una carga adicional a la empresa de torres a la hora de determinar la viabilidad del proyecto caso por caso, lo que se suma al costo de hacer negocios.

5.1.4 Políticas para promover el uso compartido de infraestructuras para el despliegue de 5G

El despliegue de las redes 5G requerirá un aumento significativo del nivel de densificación y despliegue de antenas para disponer de una cobertura útil en espacios de gran tráfico de datos (centros comerciales, estaciones de tren, calles y avenidas concurridas, autopistas, estadios, polígonos industriales, etc.). La densificación de las celdas requerirá la instalación de cantidades significativas de antenas, que no se instalan necesariamente en torres específicas, sino en los lados de los edificios, en postes o en la infraestructura de las calles.

Analistas han estimado que, en un escenario conservador, en 2025 se cubrirán los puntos más densos de las tres mayores ciudades en términos de población de cada país, y en 2030 esta cobertura alcanzará a quince de las principales áreas urbanas. Siguiendo las recomendaciones del Small Cell Forum (2017; 2018) y de COMMSCOPE (2018), y considerando una implantación de 225 células pequeñas por km² en zonas densamente pobladas, y 10 por cada macrocelda, esto podría implicar un crecimiento muy elevado de las estaciones de radiobase: de entre 3 y 4 veces más para 2030. El número de estaciones de radiobase no implica necesariamente un aumento proporcional en el número de emplazamientos, ya que puede haber varias estaciones de radiobase por emplazamiento, combinado esto con la compartición entre operadores móviles. Por otra parte, las celdas pequeñas no serían útiles si se despliegan en los emplazamientos actuales. Por esto, independientemente de la optimización de los emplazamientos actuales e incluso de la compartición de sitios, podría argumentarse efectivamente que un porcentaje significativo de microceldas requerirá nuevos emplazamientos. Si se proyecta la proporción actual de estaciones radiobase por sitio en cada país, se suman las nuevas que se desplegarán para 4G y 5G, y se asume un nivel de compartición del 25 %, se puede estimar que en 2030 se requerirán entre 2 y 3 veces el número actual de sitios. Así, Argentina podría necesitar 55 000 nuevos emplazamientos (3,1x), Brasil 240 000 (3,7x), Chile 24 000 (2,6x) Colombia 56 000 (3,2x), México 141 000 (4,0x) y Perú 59 000 (3,9x) (Cabello, et al., 2021).

Teniendo en cuenta estos despliegues, la regulación de la zonificación será fundamental. Las celdas pequeñas tienden a instalarse en postes de luz o de servicios públicos, con una altura aproximada de 15 metros, no más alta que el 10 % de las estructuras vecinas, y no requieren

obra civil ni nuevas estructuras. Por tanto, las nuevas celdas requieren regulación para evitar un despliegue excesivo:

- Distancia mínima de 50 metros entre postes de 15 metros y 100 metros, para alturas superiores a 15 metros.
- La regulación del derecho de paso debe limitarse a las microceldas de hasta 15 metros.
- La distancia mínima entre las microceldas debe aplicarse también en el caso de la propiedad privada.
- Los emplazamientos en edificios públicos y derechos de paso deben ofrecerse a precios de mercado.
- Los permisos para pequeños despliegues tienen que incluir la autorización para el tendido de fibra para *backhaul*.
- La regulación de las microceldas no debe discriminar a las macroceldas ni a las torres de telefonía móvil.
- Los permisos para el despliegue de las microceldas deben procesarse en un plazo no superior a treinta días, aunque no se requieren permisos en caso de que las radios se instalen en una estructura urbana preexistente (edificios).

5.1.5 Ausencia de regulación de los precios de los contratos de las empresas de torres con los operadores

La regulación de precios es la práctica gubernamental para determinar a cuánto pueden venderse determinados productos, tanto en el mercado minorista como en otras etapas del proceso productivo. En términos económicos, la regulación de precios se justifica cuando los mercados no generan precios competitivos. En el pasado, la regulación de precios se aplicaba en el sector de las telecomunicaciones para cumplir objetivos de eficiencia (en condiciones de escasez) y de equidad (acceso justo a un servicio esencial). Del mismo modo, los precios de interconexión se han regulado, en ocasiones, para evitar comportamientos anticompetitivos de operadores involucrados en momentos de liberalización del mercado.

Ninguna de estas condiciones puede considerarse en el caso de los precios entre un proveedor de infraestructuras (como las torres) y un proveedor de servicios. Los precios que se cobran entre una empresa de torres independiente y los operadores inalámbricos no deben regularse, por múltiples razones:

- Los contratos entre los proveedores de servicios de telecomunicaciones y las empresas de torres para el arrendamiento del espacio de las torres se establecen entre partes privadas sobre la base de precios acordados.
- La determinación del precio no refleja un precio excesivo o desmedido de un bien esencial.
- La regulación de los precios de acceso a las torres representa un desincentivo para invertir en infraestructuras. La regulación de las condiciones y los precios de acceso

afecta al rendimiento que un propietario de infraestructura esperaría recibir como resultado de sus esfuerzos de inversión. En términos económicos, la naturaleza de la regulación del acceso *ex post* tiene un impacto en los incentivos *ex ante* para invertir (Cave et al.).

5.1.6 Garantías a largo plazo y seguridad jurídica en los reglamentos y permisos

El sector de la industria de las torres es intensivo en capital, con importantes cantidades de recursos invertidos por adelantado. Como se muestra en el modelo económico-financiero, la monetización completa de la inversión de capital tiende a ocurrir después de varios años, y llega a una década completa. Este perfil financiero, agravado por la relativamente alta volatilidad de América Latina —en términos de crecimiento económico y de variables financieras, especialmente los tipos de cambio—, implican la necesidad de un marco regulador e institucional predecible y estable que suavice los altibajos y fomente la inversión nacional e internacional a largo plazo.

5.2 Mejores prácticas internacionales

La normativa y las políticas enfocadas a fomentar el desarrollo de un sector de torres independiente sostenible fueron validadas mediante un estudio de las mejores prácticas internacionales. Se recopiló información de Corea del Sur, Reino Unido, Canadá y Estados Unidos.

5.2.1 Compartición de infraestructuras en Corea del Sur

Corea del Sur es un país con un sistema de regulación ordenado y políticas de telecomunicaciones con visión de futuro. En este sentido, la Ley de Empresas de Telecomunicaciones (<https://bit.ly/3dZfdkI>) establece como "servicios comunes de telecomunicaciones", entre otros, el arrendamiento de equipos e instalaciones de líneas de telecomunicaciones. Asimismo, establece que los "equipos e instalaciones de líneas de telecomunicaciones" están constituidos por un conjunto de medios y todas las instalaciones anexas a estos. Los equipos e instalaciones se definen como conductos, líneas de servicios comunes, postes, cables, estaciones u otros equipos, necesarios para los operadores de telecomunicaciones, adquiridos mediante la celebración de un contrato.

Más allá de la Ley Común de Telecomunicaciones, la construcción de infraestructuras de tecnologías de la información y comunicación (TIC) también está regulada por la Ley de Empresas de Construcción de Información y Comunicaciones, donde se entiende por proyectos de construcción de información y comunicaciones las obras de instalación, mantenimiento y reparación de instalaciones de información y comunicaciones, así como otras obras relacionadas. En esta ley, un "operador de empresas de construcción de información y comunicaciones" se define como una entidad que gestiona una empresa de

construcción responsable de certificar la calidad de la construcción de una estructura según lo establecido por las autoridades locales.

La compartición de infraestructura tiene lugar cuando un operador común de telecomunicaciones recibe una solicitud de "uso conjunto" de instalaciones radioeléctricas de otros operadores. En estos casos, los precios por el uso conjunto por los operadores comunes de telecomunicaciones, que serán determinados y anunciados públicamente por el Ministerio de Ciencia, TIC y Planificación del Futuro (MCTPF), se calcularán y ajustarán de manera justa y razonable. Aunque la regulación de los precios no se determina en los acuerdos de compartición o arrendamiento, los procedimientos y métodos de pago de esos precios, así como el alcance y las directrices de las condiciones, procedimientos, métodos y cálculo de los precios por uso conjunto son determinados y anunciados públicamente por el MCTPF.

Si para la instalación se necesitan líneas, antenas y mecanismos relacionados con los servicios de telecomunicaciones, el operador de una empresa conjunta de telecomunicaciones podrá utilizar los terrenos de un tercero, o los edificios y estructuras anexos a estos. En estos casos, el operador de la empresa conjunta de telecomunicaciones deberá consultar previamente a los propietarios u ocupantes de los terrenos en cuestión. Cuando la consulta no resulte en un acuerdo o no se lleve a cabo, un operador de empresa común de telecomunicaciones podrá utilizar los terrenos de un tercero de conformidad con la Ley de Adquisición de Terrenos para Obras Públicas (<https://bit.ly/3wQz3Fm>) y se establecerá una compensación por esto.

5.2.2 Compartición de infraestructuras en el Reino Unido

Los servicios móviles en el Reino Unido están regulados por la Ley de Comunicaciones de 2003 (<https://bit.ly/3eiF735>). Aunque las administraciones locales supervisan la concesión de permisos para estructuras civiles para equipos de telecomunicaciones, estas no pueden prohibir la instalación de nuevas infraestructuras ni imponer distancias mínimas entre las nuevas instalaciones. Sin embargo, los operadores o las empresas de torres deben presentarles a las autoridades locales una descripción detallada del proyecto y la información sobre su ubicación, que puede ser objeto de comentarios en un proceso de consulta pública.

Aunque se fomenta el despliegue de infraestructuras de nueva tecnología (microceldas) a través de la exención de permisos para estructuras cuya altura no supere los 6 metros, el cálculo de las tasas por equipos activos difiere según el tipo de tecnología, siendo mayor en el caso de las microceldas.

Adicionalmente, un código de buenas prácticas (<https://bit.ly/3wQFdVQ>) especifica los requisitos para la autorización de una instalación civil que complementa la normativa sobre el acceso a las infraestructuras (<https://bit.ly/3CQEwQj>) y la normativa de la Unión Europea relativa al incentivo para el despliegue de redes de alta velocidad (<https://bit.ly/3RrWa08>), donde se especifica la figura de la infraestructura física.

Por último, los impuestos y tasas por el despliegue de torres se regulan a través de una tasa referencial unificada (*tasas empresariales*) que representa un impuesto por la ubicación de la infraestructura, fijada por el Parlamento y no puede modificarse por los municipios.

5.2.3 Compartición de infraestructuras en Canadá

Canadá es uno de los países donde se han promulgado planes y normas relacionados con los procesos de instalación de infraestructuras de telecomunicaciones. La autoridad de telecomunicaciones ha establecido una guía para ayudarles a las autoridades respecto al uso del suelo en la elaboración de protocolos para la ubicación de sistemas de antenas (<https://bit.ly/3RPlv59>). Esto incluye el uso de infraestructuras públicas para el despliegue de redes.

Al igual que en el Reino Unido, existen iniciativas para promover el desarrollo de redes de alta velocidad a través de la Política de Regulación de las Telecomunicaciones CRTC 2016-496 (<https://bit.ly/2xJh8AW>). La Circular de Procedimiento del Cliente CPC-2-0-03 (<https://bit.ly/3Qej2zU>) (Sistemas de Antenas de Radiocomunicaciones y Radiodifusión) establece las condiciones para el despliegue y la compartición de torres. Esta incentiva a las partes interesadas a considerar la posibilidad de compartir un sistema de antenas existente, modificando o sustituyendo una estructura, si es necesario, con el objetivo de ampliar la cobertura de forma armonizada. Además, la Circular de Procedimiento del Cliente CPC-2-0-17 (<https://bit.ly/3efp9Xk>) (Condiciones de licencia para la itinerancia obligatoria y el uso compartido de torres y emplazamientos de antenas y para prohibir los acuerdos de emplazamiento exclusivos) determina el procedimiento para solicitar y responder a las solicitudes de acceso compartido obligatorio entre operadores¹⁵.

Por último, en el informe final de 2020 del Grupo de Revisión Legislativa de la Radiodifusión y las Telecomunicaciones (<https://bit.ly/3RbTa9d>), se recomienda, entre otras cosas, que la CRTC (Comisión Canadiense de Radiotelevisión y Telecomunicaciones) efectúe una supervisión operativa del proceso de emplazamiento de antenas, incluida la gestión de la interacción con los municipios y las autoridades de uso del suelo (Recomendación 36). También le exige a la CRTC que consulte con el municipio correspondiente u otra autoridad pública antes de ejercer su discreción para conceder permisos de construcción de instalaciones de telecomunicaciones. Además, la CRTC está facultada para examinar y revisar las condiciones de acceso a las estructuras de apoyo de los servicios públicos regulados a nivel provincial para garantizar acuerdos no discriminatorios (Recomendación 37), aunque esta autoridad no se ejerce en la práctica.

¹⁵ Si bien Bell y Telus se han repartido esencialmente el país, y comparten la infraestructura activa en sus respectivas regiones, históricamente han defendido el uso compartido de sus emplazamientos con otros operadores (Rogers, Freedom) como una ventaja competitiva.

5.2.4 Compartición de infraestructura en Estados Unidos

La Ley de Telecomunicaciones de 1996 establece los parámetros del uso compartido de infraestructuras. Esta determina la potestad reguladora que tiene cada Estado para la instalación de infraestructuras móviles; además, establece que los Estados deben atenerse a los plazos de resolución de una solicitud de permiso establecida por la autoridad central.

En la misma línea, la norma para acelerar el despliegue de la banda ancha móvil mediante la eliminación de los obstáculos a la inversión en infraestructuras (<https://bit.ly/2vjaErO>) promueve el despliegue de celdas pequeñas (declarándolas exentas de evaluaciones o permisos) y establece un procedimiento con plazos para la revisión de las solicitudes de nuevas construcciones y las peticiones de coubicación. En esta línea, la FCC emitió la guía DA 19-277 (<https://bit.ly/3RgyCMw>), en la que se establecen normas específicas sobre el tiempo que puede llevar la revisión y aprobación del permiso de emplazamiento de infraestructuras móviles. La guía establece, además, dos nuevos periodos de revisión para las pequeñas instalaciones móviles (60 días para la coubicación en estructuras existentes y 90 días para la nueva construcción) y prevé entre 90 y 150 días para las pequeñas instalaciones móviles.

Por otra parte, la norma que implementa la obligación de los gobiernos estatales y locales de aprobar determinadas solicitudes de modificación de instalaciones móviles en virtud de la Sección 6409(a) de la Ley del Espectro de 2012 (<https://bit.ly/3eetUQV>) aclara varios elementos claves que determinan si una solicitud de modificación califica como una solicitud de instalación elegible que un gobierno estatal o local debe aprobar en un plazo de 60 días, con el fin de promover la sustitución de la infraestructura hacia 5G.

Por último, también se recomienda la creación de una base de datos con información sobre las infraestructuras públicas disponibles a nivel federal, incluyendo la ubicación y las tarifas, para promover la localización en zonas de interés para los operadores.

* * * * *

La revisión de estas mejores prácticas internacionales arroja las siguientes conclusiones para América Latina:

- Un tercio de los países latinoamericanos evaluados cuentan con leyes específicas para regular el despliegue de infraestructuras pasivas.
- Dos tercios de los países no les exigen a las empresas de torres independientes que se registren ante las autoridades reguladoras para comenzar a operar.
- Asimismo, dos tercios de los países de la muestra han promulgado leyes que están en armonía con las ordenanzas locales, procedimientos ligeros para los permisos de construcción y referencias a las tasas de construcción que conocen los operadores de infraestructuras.
- El mismo porcentaje de países no tiene normas de precios para las infraestructuras

compartidas.

- Un número similar de países presenta información que promueve el despliegue de redes para nuevas tecnologías como 5G y microceldas.
- Todos los países disponen de planes o manuales de buenas prácticas que permiten completar o complementar los marcos normativos que promueven la construcción ordenada de infraestructuras de telecomunicaciones compartidas.

El examen de la experiencia internacional en los países de referencia ha validado las seis áreas que contribuyen al desarrollo y a la sostenibilidad de un sector de torres independientes (véase cuadro 5.3).

Cuadro 5.3 Mejores prácticas internacionales por país.

Mejores prácticas	Países
Sin necesidad de concesiones y con aprobaciones rápidas de permisos	<ul style="list-style-type: none"> • Un tercio de los índices de referencia de los países no necesitan registrarse en el regulador para empezar a operar. • Un tercio de los países de referencia de la muestra tienen leyes que están en armonía con las ordenanzas locales, procedimientos ligeros para los permisos de construcción y referencias a las tasas de construcción que conocen los operadores de infraestructuras. • La normativa nacional cubre los aspectos técnicos de la instalación de las torres que cumplen los municipios (Reino Unido, Corea del Sur).
Regulación para evitar la sobreexplotación	<ul style="list-style-type: none"> • Todos los países disponen de planes o manuales de buenas prácticas que permiten completar o complementar los marcos normativos que promueven la construcción ordenada de las estructuras de telecomunicaciones. • Normativa para fomentar el uso compartido y la coubicación al tiempo que se controla la proliferación de infraestructuras (Estados Unidos, Reino Unido, Corea del Sur, Filipinas). • Régimen normalizado de permisos de construcción y directrices nacionales para la recaudación de tasas por infraestructuras (Reino Unido).
Límite de las tasas e impuestos	<ul style="list-style-type: none"> • Códigos de buenas prácticas o incentivos de la administración central que guían los procesos de los municipios (Estados Unidos, Reino Unido, Corea del Sur).
Políticas de fomento del desarrollo de infraestructuras para compartir con vistas al despliegue del 5G	<ul style="list-style-type: none"> • Un tercio de los países de referencia presenta información que promueve el despliegue de redes para nuevas tecnologías como el 5G y las células pequeñas.
Regulación de precios	<ul style="list-style-type: none"> • Un tercer país de referencia no dispone de una normativa de precios para fijar la relación de arrendamiento de infraestructuras entre los operadores de infraestructuras y los operadores de servicios.
Garantías a largo plazo en los reglamentos y permisos	<ul style="list-style-type: none"> • Un tercio de los países de referencia tienen leyes específicas para regular el despliegue de infraestructuras pasivas.

Fuente: análisis de Telecom Advisory Services.

5.3 El estado de la regulación y las políticas públicas que afectan a la industria de torres en América Latina

La evaluación de la regulación y las políticas públicas que afectan a la industria de torres en América Latina se llevó a cabo sobre la base de dos insumos: (i) investigación documental de los marcos regulatorios y de políticas públicas; (ii) entrevistas con los reguladores para validar la información investigada y obtener más información de la situación actual¹⁶.

El análisis se centra en cuatro aspectos: (i) la normativa que regula los permisos para los proveedores de infraestructuras pasivas; (ii) el proceso de armonización nacional y local (*municipal o distrital*) de los procedimientos administrativos para el emplazamiento de torres; (iii) el régimen tarifario para el uso del espacio público; (iv) la situación y perspectivas del marco regulatorio de la industria de torres. Estos cuatro aspectos se relacionan con los puntos fuertes y débiles que permiten o inhiben el despliegue de infraestructuras y, por tanto, el desarrollo avanzado de los servicios móviles. Esta evaluación también buscó identificar posibles iniciativas regulatorias a nivel nacional o municipal que pudieran tener un impacto negativo en las economías de escala del modelo de negocio de despliegue de infraestructura física.

A continuación, se resumen las principales conclusiones recopiladas para once países latinoamericanos: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Panamá, El Salvador, Guatemala y Nicaragua¹⁷. El marco de cada país se evalúa a la luz de las mejores prácticas identificadas anteriormente, y estas conducen a la formulación de recomendaciones de mejora.

5.3.1 Argentina

En su Decreto 1060, Argentina definió una clasificación técnica específica para el proveedor de infraestructura pasiva (denominada operador de infraestructura pasiva independiente) (<https://bit.ly/3P8rFMM>). Para prestar servicios, esa entidad requiere una simple solicitud de notificación de inicio de actividades, para lo cual se emite un certificado. Esto significa que no se requiere obtener una licencia o estar registrado.

La Resolución (RESOL-2019-2537-APN-ENACOM#JGM) (<https://bit.ly/3uGCuNw>) que regula a los operadores independientes de infraestructura complementa el Decreto 1060 en tres aspectos fundamentales: (i) define con precisión las características de un operador independiente de infraestructura pasiva¹⁸; (ii) determina la obligación de notificar el inicio de operaciones y reportar información de infraestructura al ENACOM (organismo regulador

¹⁶ En el anexo A.1 se incluye una lista de las autoridades entrevistadas.

¹⁷ En el anexo A.2 se incluye información detallada.

¹⁸ Los operadores independientes de infraestructuras están autorizados para explotar las infraestructuras aéreas, terrestres o subterráneas que soportan las redes para la prestación de servicios de telecomunicaciones; estas infraestructuras incluyen torres, mástiles, postes, conductos, canales, cámaras, cables, servidumbres, derechos de paso, cables de fibra óptica y antenas.

de las telecomunicaciones); (iii) establece la naturaleza de la relación entre los operadores de infraestructura pasiva y los licenciarios de servicios de telecomunicaciones.

En cuanto a la emisión de directrices para el despliegue de infraestructuras pasivas, Argentina presenta un mecanismo de armonización parcial entre la normativa nacional y la local, porque la Resolución 105/2020 (<https://bit.ly/3uLc9ht>) establece las directrices generales para el reparto y despliegue de infraestructuras que deben seguir las autoridades locales. Sin embargo, en aspectos relacionados con la mimetización, la distancia mínima o las tasas por uso del suelo, le corresponde a cada municipio dictar su ordenanza particular. Vale la pena mencionar que la Federación Argentina de Municipios (FMA) ha desarrollado un modelo de buenas prácticas para orientar a las administraciones locales en la gestión de estructuras para el desarrollo de las telecomunicaciones.

A la luz de las mejores prácticas, los puntos fuertes del marco regulatorio argentino son:

- El procedimiento administrativo para la realización de trámites incluye una ventanilla única en línea para la notificación del despliegue de la infraestructura pasiva.
- La compartición de infraestructuras es la única figura que permite el uso compartido y el arrendamiento entre operadores independientes y operadores de servicios TIC.
- Solo hay una norma que cubre el funcionamiento de las infraestructuras aéreas, físicas o subterráneas.

Algunas necesidades de mejora se relacionan con:

- Estandarización parcial de la normativa nacional y su armonización con los gobiernos locales; actualmente están realizándose esfuerzos a través de la FMA para implementar códigos de buenas prácticas en todos los municipios.
- Una de las causas de rescisión de los acuerdos de reparto es el impago, por lo que no se garantiza la continuidad del servicio a los usuarios finales.

5.3.2 Brasil

Brasil ha promulgado una ley y las normas correspondientes para regular el despliegue y la compartición de infraestructuras (Ley 13 116 (<https://bit.ly/3BnFHWA>) y Resolución 683-2017 (<https://bit.ly/3OIjdt>)). Ambos instrumentos especifican que el proveedor de infraestructura pasiva es la persona física o jurídica que proporciona infraestructura de apoyo o soporte. La puesta en marcha de las operaciones no requiere ningún proceso formal; sin embargo, para la instalación de las estructuras, se requiere la concesión de una licencia a través de un proceso simplificado (artículo 7, Ley 13 116).

El reglamento pretende optimizar el despliegue de emplazamientos, para evitar duplicidades (artículo 3, Resolución 683). Además, el proveedor de infraestructura pasiva puede ganar acceso a la infraestructura aérea y terrestre de apoyo a las redes para la prestación de servicios, como postes, torres, mástiles, armarios, estructuras de superficie y estructuras suspendidas.

En cuanto a la emisión de directrices para el despliegue de infraestructura, Brasil tiene un esquema de armonización parcial entre las regulaciones nacionales y locales. Mientras que el artículo 4, párrafo II, de la Ley 13 116 determina que la regulación de la infraestructura de telecomunicaciones es competencia exclusiva del gobierno federal, se les prohíbe a los municipios y al Distrito Federal imponer condiciones que puedan afectar la selección de la tecnología, la topología de las redes y la calidad de los servicios prestados. Por tanto, cada municipio tiene la competencia para emitir su propia ordenanza.

Adicionalmente, la misma normativa nacional establece directrices generales para la compartición, la ubicación, la mimetización, la distancia mínima y los cánones de uso del suelo (artículo 12, Ley 13 116). La llamada "Ley de Antenas" pretende lograr una armonización nacional en materia de despliegue. Sin embargo, todavía hay municipios que emiten sus propias ordenanzas que la administración central pretende normalizar. Además, vale la pena anotar que se emitió un *Manual de explotación de infraestructuras compartidas* (<https://bit.ly/2xRMO7T>) para orientar de manera general.

Los puntos fuertes del marco normativo brasileño son:

- Normalización, simplificación y agilidad de los procedimientos y criterios de concesión de licencias, así como la minimización del impacto urbanístico o ambiental.
- Incentiva el despliegue de redes y la expansión de la capacidad. El artículo 15 del Decreto 10 480 exime del otorgamiento de licencias o autorizaciones para celdas pequeñas (equipos activos). Además, los artículos 134, numeral 4, y 135 de la Ley 13 097 elimina la tasa para este tipo de equipos.
- El proceso de despliegue de la infraestructura pasiva es ágil y de bajo costo.

Los puntos para mejorar involucran estos aspectos:

- Aunque el silencio administrativo positivo se establece en 60 días, este puede representar un periodo prolongado en el proceso de aprobación de la instalación que podría retrasar o acumular la aprobación del despliegue.
- Algunos municipios y Estados siguen manejando una serie de licencias y ordenanzas propias.
- Ausencia de regulación de las distancias mínimas, que se eliminó en la Ley 11 934 de 2009 (artículo 10).

5.3.3 Chile

En Chile se ha promulgado una ley específica para el despliegue de infraestructuras pasivas, denominada "Ley de Torres" (Ley 20 559 (<https://bit.ly/3voKQd3>). Además, el Decreto 99 (<https://bit.ly/3AuCN1y>) define al proveedor de infraestructuras pasivas como un concesionario de infraestructuras o de servicios intermedios. Los proveedores de infraestructura pasiva están obligados a obtener una concesión de la autoridad reguladora, Subtel. Todos los operadores que obtengan este permiso tienen derecho a solicitar el despliegue de estructuras de torres en los respectivos municipios.

La "Ley de Torres" establece tres normas importantes: (i) definición de las distancias mínimas entre estaciones base; (ii) requisitos generales y específicos por zonas (*urbanas y rurales*) para la autorización de emplazamientos; (iii) directrices para el despliegue de torres que deben seguir las direcciones de obras municipales.

En cuanto a la emisión de directrices para la realización de infraestructuras, Chile presenta un marco armonizado entre la normativa nacional y la local, ya que la Ley 20 599 establece los procedimientos y directrices para su instalación. Sin embargo, los permisos de construcción relacionados con aspectos como la mimetización, la altura o las tasas de uso de suelo, son emitidos por cada municipio. Además, vale la pena mencionar que la Ley General de Urbanismo y Construcciones (<https://bit.ly/3PHfdU9>) establece una guía para abordar esos requerimientos.

Los puntos fuertes del marco normativo chileno son:

- Normas detalladas sobre los procedimientos para seguir en la aprobación del despliegue de infraestructuras pasivas.
- Aborda cuestiones relacionadas con los riesgos de seguridad; incluso determina un marco sancionatorio relacionado con las radiaciones electromagnéticas.
- La Resolución Exenta 471 de 2007 (<https://bit.ly/3ApOaYp>) establece las directrices generales para la instalación de estaciones de baja potencia (*small cells*).

Sus principales debilidades son:

- El proceso de aprobación del emplazamiento de la infraestructura contiene un proceso detallado, pero largo, para la aprobación de una solicitud de despliegue, que incluye, después de su presentación, al menos 30 días para su recepción.
- El proceso de aprobación de la infraestructura consta de dos solicitudes: una presentada a la SUBTEL (el organismo regulador de las telecomunicaciones), que emite un certificado; y otra al municipio, que tarda al menos 15 días laborables.

5.3.4 Colombia

No existe una ley específica para el despliegue de infraestructuras en general. El desarrollo de estructuras se establece de forma general en la Ley 1753 (artículo 193). Tampoco se menciona al proveedor de infraestructuras físicas como agente regulado. Sin embargo, sus actividades se relacionan con la solicitud de un permiso para la construcción de infraestructura en cada municipio y los requisitos están vinculados al artículo 2.2.2.2.5.12 del Decreto 1078 de 2015 (<https://bit.ly/3cSkhqc>).

En cuanto a la expedición de lineamientos para la implementación de infraestructura, Colombia presenta una armonización parcial entre la normatividad nacional y la local, dado que incluso la Constitución les otorga autonomía a los municipios para la gestión y administración del uso del suelo. Sin embargo, existe un gran esfuerzo en el despliegue de infraestructura a través de la política de buenas prácticas (<https://bit.ly/3BmM6RW>). Así, a petición de cada alcaldía, la CRC asesora en la construcción de ordenanzas con conceptos que promueven el despliegue (<https://bit.ly/3S8kZjw>), y buscan eliminar las barreras para el desarrollo de estructuras a través de un procedimiento de incentivos para la elegibilidad de proyectos que tienen que ver con las obligaciones de hacer en sus localidades.

Sus principales puntos fuertes son:

- No requiere un permiso específico para el proveedor de infraestructura pasiva.
- Promover el desarrollo de las infraestructuras mediante planes y un código de buenas prácticas para aplicar en los municipios.

El punto débil de la normativa tiene que ver con la aprobación de la licencia para la construcción de cada infraestructura, la cual puede tardar hasta 30 días, y esto podría retrasar el despliegue en ausencia de una normativa que especifique los detalles técnicos que debe evaluar cada municipio.

5.3.5 Costa Rica

Recientemente, se promulgó la Ley 10 216 (<https://bit.ly/3zlhUzA>) que incentiva y promueve la construcción de infraestructura de telecomunicaciones. Sin embargo, la resolución de compartición de infraestructura establece como única figura la relación entre el proveedor de infraestructura pasiva (PIP) y los operadores de servicios. Asimismo, las actividades de los PIP se relacionan con la solicitud de un permiso para la construcción de infraestructura en cada municipio; aunque la Ley 10 216 establece que en un plazo de 4 meses se debe normalizar el despliegue en los municipios.

En cuanto a la emisión de lineamientos para el despliegue de infraestructura, Costa Rica no cuenta actualmente con una armonización entre las regulaciones nacionales y locales, aunque existen esfuerzos de la Federación Metropolitana de Municipalidades que desarrolló lineamientos generales para la ubicación de infraestructura para ciertas localidades a través del Reglamento General de Licencias Municipales en Telecomunicaciones (<https://bit.ly/3uKSdvo>).

Por otro lado, la Resolución RJD-222-2017 (<https://bit.ly/3cboN2L>) regula el uso compartido de la infraestructura para el soporte de las redes públicas de telecomunicaciones, y abarca las redes externas, las tuberías, los conductos, los postes, las torres, las estaciones y otras instalaciones necesarias para la instalación y explotación de las redes públicas de telecomunicaciones, así como la prestación de los servicios disponibles al público, y la ubicación de equipos.

Los puntos fuertes en esta normativa se relacionan con:

- Autorización inmediata para operar como proveedor de infraestructuras.
- Una única norma contiene las directrices generales para el funcionamiento de las infraestructuras aéreas, físicas y subterráneas.
- El incumplimiento de las condiciones económicas no se considera una causa de rescisión de los contratos de reparto por cuestiones de continuidad del servicio.

Los puntos débiles de este reglamento son:

- Aunque la Ley de Despliegue de Infraestructuras fue aprobada recientemente, aún se encuentra en un periodo de transición que no permite la estandarización de los procesos para la construcción de estructuras en cada municipio.
- No existe una regulación de las distancias mínimas, lo cual resulta en la proliferación de estructuras en distancias cortas.
- La aprobación de la licencia para la construcción de cada infraestructura puede tardar hasta 30 días, lo que retrasaría el despliegue.

5.3.6 Ecuador

Existe una norma técnica para la provisión de infraestructura pasiva (Resolución ARCOTEL-2017-806) (<https://bit.ly/3AmJd37>). La figura para los actores que brindan acceso a la infraestructura es proveedor de infraestructura pasiva (PIP). Asimismo, las actividades de los PIP se relacionan con la solicitud de registro ante la ARCOTEL; y cada municipio dispone de la legislación local en materia de distancias, mimetización (con base en la política de mimetización de infraestructura: Acuerdo Ministerial 013-2019) (<https://bit.ly/3NWJv3S>) y tasas de ocupación del suelo en ordenanzas con particularidades en torno al Acuerdo 041-2015 (<https://bit.ly/3TzTBvI>).

En cuanto a la promulgación de lineamientos para el despliegue de infraestructura, Ecuador presenta una armonización parcial entre la normativa nacional y la local, dado que se han emitido políticas específicas para temas como la mimetización; otros lineamientos generales contemplan límites para las tasas de uso de infraestructura pública o rangos tarifarios para la contraprestación por arrendamiento de torres (\$ 1327 - \$ 2040), monopostes (\$ 1165 - \$ 1703) o mástiles (\$ 667 - \$ 753) (Acuerdo Ministerial 006-2018) (<https://bit.ly/3Aoq7cG>). Además, existe un análisis de las barreras de despliegue que generó recomendaciones para

trabajar en el marco de las competencias del Estado central y de los gobiernos municipales descentralizados.

Los principales puntos fuertes de la norma están relacionados con:

- Recomendaciones de estudios que orientan la generación de ordenanzas municipales respecto a una norma general.
- Proceso de socialización obligatorio para el despliegue de la infraestructura, para asegurar la aceptación de las torres por la población.

Sus debilidades incluyen:

- No existe una normativa general para el mimetismo, las distancias mínimas o la ubicación; solo se mencionan en la política de forma general.
- Marco procedimental, administrativo y fiscal para la instalación de diferentes infraestructuras en cada municipio.
- Tarifas reguladas en forma de bandas tarifarias para el arrendamiento de infraestructuras que tendrían que actualizarse periódicamente.

5.3.7 El Salvador

La única herramienta legal para apalancar el despliegue de infraestructura de telecomunicaciones es la Ley de Telecomunicaciones (Decreto 142 (<https://bit.ly/3Jd0Ogl>), y su reforma) (<https://bit.ly/3bglTK8>) que establece la colocación física o ubicación como una definición que promueve la compartición y el arrendamiento de estructuras físicas de los operadores de telefonía; sin embargo, no estipula una figura específica para otro tipo de actores que no tengan una concesión para prestar servicios de telecomunicaciones. En ese sentido, el operador propietario de estructuras no está obligado a obtener licencias o permisos ante la autoridad nacional; sin embargo, cada municipalidad puede establecer licencias para el operador o permisos de construcción. Por ejemplo, la Municipalidad de Soyapango (<https://bit.ly/3bmVM46>) establece la extensión de la solicitud del permiso en 10 días hábiles.

En cuanto a la emisión de directrices para el despliegue de redes, El Salvador no cuenta con una armonización entre las normas nacionales y locales. Los procesos técnicos y administrativos se dejan en manos de las autoridades municipales, por lo que puede haber varias disposiciones diferentes y no estandarizadas para la solicitud de ubicación de estructuras.

Existen esfuerzos para promover el despliegue estandarizado en catorce municipios que conforman el área metropolitana del Departamento de San Salvador, a través del Consejo del Área Metropolitana de San Salvador. A partir de esta planificación, se creó una normativa estándar que pueda replicarse en los diferentes municipios para la instalación de antenas en

el área (por ejemplo, ordenanza reguladora para la instalación de antenas o torres de telecomunicaciones en el Municipio de Mexicanos) (<https://bit.ly/3zk340H>).

Los principales puntos débiles se relacionados con:

- Normativa específica para que cada municipio controle y supervise la construcción de torres.
- Aunque la ley propone un marco de competencia, no especifica los marcos normativos para la realización de infraestructuras.

5.3.8 Guatemala

No existe una normativa específica para impulsar el despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones. La única herramienta es la Ley de Telecomunicaciones (Decreto 94-96 del Congreso de la República de Guatemala (<https://bit.ly/3Q0RJcA> , y sus reformas) que establece la colocación de equipos de manera obligatoria para los principales proveedores; sin embargo, no provee una figura específica para los proveedores que arriendan infraestructura física. Es decir, el operador de infraestructura pasiva no está obligado a obtener licencias o permisos de la autoridad nacional; sin embargo, cada municipalidad puede establecer permisos para la construcción de infraestructura (por ejemplo, la Municipalidad de Palín) (<https://bit.ly/3JhX4Kd>).

Guatemala no cuenta con una armonización entre su normativa nacional y local para el despliegue de redes. Los procedimientos técnicos o administrativos están a disposición de las autoridades municipales.

Los principales puntos débiles del reglamento incluyen:

- Falta de información para normalizar o tener referencias a códigos de buenas prácticas para la instalación de infraestructuras.
- No existe una delimitación adecuada de las zonas protegidas, por lo que pueden denegarse los permisos para la construcción de torres en zonas de interés para los operadores.
- Procesos discrecionales para la concesión de permisos o autorizaciones de mimetización.

5.3.9 Nicaragua

Para promover el despliegue de infraestructura, Nicaragua cuenta con la Ley de Construcción de Estructuras (Ley 843 - 2013 (<https://bit.ly/3BrwrR9>)) y su reglamento (Decreto Ejecutivo 15-2014 (<https://bit.ly/3OLgSqK>)). El tipo de certificado que debe obtener el proveedor de infraestructura física (PIF) es un registro, para lo cual debe pagar por el acceso

a la Ventanilla Única un valor de \$3000 (por única vez) y por el registro de "Torrero", según el Acuerdo Administrativo 03-98 (<https://bit.ly/3zFr0Nq>).

En cuanto a la emisión de lineamientos para el despliegue de redes, Nicaragua presenta una armonización parcial entre la normativa nacional y la local, pues las herramientas regulatorias sirven de base para la construcción de ordenanzas específicas que los municipios desarrollan en la implementación de infraestructura y tarifas por el uso del espacio físico.

A pesar de que la ley y el reglamento para la construcción de estructuras definen un procedimiento muy detallado, que contiene aspectos de gestión, aprobación, control y sanción para la ejecución de la infraestructura, podría deducirse que existen valores elevados a los que obliga la administración por conceptos de registro, uso de plataformas o régimen sancionatorio.

Los puntos fuertes del reglamento son:

- Establecimiento de procedimientos de autorización a través de una ventanilla única digital.
- Unificación y simplificación de los procedimientos.
- Normativa detallada para los permisos de despliegue de infraestructuras.

Los principales puntos débiles son:

- Procedimiento sancionatorio con multas elevadas en comparación con los países analizados.
- Además de las tasas por el uso del espectro, hay cargos que pueden representar obstáculos para el despliegue de la red o la solicitud de permisos para su construcción.

5.3.10 Perú

Existe la Ley 29022 (<https://bit.ly/3zkscUP>) y la Ley 30228 (<https://bit.ly/3PYE3P6>), con sus modificaciones, para la ampliación de la infraestructura, y el Decreto Supremo 024-2014-MTC (<https://bit.ly/3lkJl4U>) que contempla la figura del proveedor de infraestructura pasiva (PIP). Asimismo, un PIP puede iniciar sus actividades de manera inmediata porque no necesita licencia para operar. Sin embargo, requiere realizar un registro y obtener los permisos de construcción de la estructura que son emitidos por cada distrito. Incluso se aplica el silencio administrativo para acelerar el despliegue.

En cuanto a la emisión de directrices, Perú presenta una armonización entre las normas nacionales y locales. Los procesos de aprobación de despliegue se concentran en la Dirección de Regulación y Políticas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Como complemento, los lineamientos técnicos generales, de gestión y control se establecen a

través del Reglamento para el Fortalecimiento de la Ampliación de la Infraestructura (Decreto Supremo 003-2015) (<https://bit.ly/3OLl6hQ>).

Los principales puntos fuertes son:

- Los trámites para el registro son muy sencillos, y el tiempo procede incluso por silencio administrativo positivo.
- Existe una norma general con directrices de aplicación nacional.
- Los procedimientos de certificación de la infraestructura se concentran en una sola entidad MTC (Dirección de Políticas y Regulación).
- Los municipios se encargan exclusivamente del control de la construcción civil, mientras que el MTC proporciona el aval para el registro de la infraestructura.

Los puntos débiles se relacionan con el proceso de registro automático para el despliegue de la infraestructura, el cual ha generado inconvenientes debido a la implementación de la infraestructura en tiempos y lugares que a veces no son debidamente socializados con la población.

5.3.11 Panamá

La Resolución AN 2848-Telco (<https://bit.ly/3PG7W7c>) y su anexo (<https://bit.ly/3JuyCpr>) regulan la instalación, operación y uso compartido de torres y/o estructuras que soportan antenas de telecomunicaciones, ampliación de infraestructura. La figura del proveedor de infraestructura pasiva se determina como "instalador", y la figura de arrendamiento entre estos actores y los concesionarios de servicios se determina por compartición de infraestructura. El instalador no requiere permisos de operación, sin embargo, hay que registrar su infraestructura ante la Autoridad Nacional de los Servicios Públicos (ASEP).

Los instaladores están obligados a obtener los permisos de construcción de la estructura, emitidos por las autoridades municipales. Están obligados a completar los requisitos de uso del suelo, presentar los planos y diseños, las autorizaciones de la Autoridad de Aeronáutica Civil, la aprobación emitida por la ASEP y la Oficina de Seguridad del Cuerpo de Bomberos.

Panamá cuenta con una buena armonización entre la normativa nacional y la local. El Reglamento 2848-Telco (artículos 7, 8 y 9), que regula el despliegue, también emite directrices exhaustivas sobre el funcionamiento de los equipos radiantes, la compartición de infraestructuras y las radiaciones electromagnéticas. Los requisitos para obtener los permisos de la autoridad de telecomunicaciones están claramente establecidos, y la coordinación con los municipios sobre los permisos de construcción de estructuras también se definen en el proceso.

La normativa aplicada presenta puntos fuertes en términos de simplificación, normalización, uniformidad y coordinación del sector. Además, se determina la compartición como figura

única para el soporte de las antenas entre los operadores de servicios y los instaladores de torres.

5.4 Resumen de la situación actual en América Latina

Para concluir, entre los parámetros específicos que se investigaron en las leyes y reglamentos de los diferentes países de América Latina, se puede señalar que:

- El 73 % incluye al proveedor de infraestructuras pasivas en su normativa, aunque no tenga una ley específica sobre el tema.
- El 73 % tiene normas específicas (leyes, reglamentos o normas técnicas) sobre el despliegue de infraestructuras pasivas.
- En el 18 % se requiere algún tipo de registro o solicitud de concesión para obtener una licencia de operador pasivo del regulador de telecomunicaciones.
- Solo el 9 % puede considerarse que tiene normas nacionales muy armonizadas con las ordenanzas locales. Es decir, por un lado, existen leyes generales que establecen los mecanismos técnicos de despliegue (distancia, altura, compartición, ubicación); y, por otro, ordenanzas que regulan exclusivamente el ámbito de la construcción civil de la edificación (licencia de obras, cargas de suelo, entorno paisajístico).
- El 27 % tiene un procedimiento ligero para el funcionamiento del operador de infraestructura pasiva o el despliegue de su infraestructura.
- El 18 % ha establecido claramente parámetros o cuadros de referencia que determinan las tasas para la consideración del uso del espacio o el uso del suelo para la implementación de la infraestructura.
- En todos los países, se prefiere que los precios de arrendamiento de la infraestructura se establezcan entre las partes; sin embargo, el 27 % determina parcialmente algún tipo de bandas o rangos por los que debe regirse la negociación.
- El 27 % tiene planes centrados en el desarrollo de infraestructuras para nuevas tecnologías como 5G. Además, el 36 % establece alguna mención o regulación específica sobre el despliegue de microceldas (estaciones de baja potencia) o mobiliario urbano.
- El 27 % tiene planes futuros ya definidos o en marcha para el proveedor de infraestructuras pasivas. Además, un porcentaje igual de países cuenta con modelos de buenas prácticas que complementan las leyes generales para el despliegue de infraestructuras o intentan guiar el desarrollo ordenado de estas en ausencia de leyes.

La tabla 5.2 resume estas características.

Tabla 5.2 Características regulatorias para el despliegue de infraestructuras pasivas.

País	CRI	ECU	COL	PER	PAN	CHI	SLV	ARG	BRA	NIC	GTM
La regulación menciona al proveedor de infraestructura	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Normativa específica para la industria de torres	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
No se requiere licencia u obtener certificado	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Despliegue armonizado a nivel nacional	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Procedimiento ligero para desplegar infraestructura	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Tasas de implantación establecidas por la administración central	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Tarifas de arrendamiento no determinadas por la administración central	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Política de despliegue de infraestructura 5G	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Planes para la regulación futura	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Modelos de buenas prácticas	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● Si ● No ● Parcialmente

No entrevistados

Fuente: Telecom Advisory Services.

6. UNA VISIÓN DE FUTURO SOBRE EL SECTOR DE TORRES DE COMUNICACIONES

Más allá del apoyo continuo al despliegue de la infraestructura inalámbrica, el negocio futuro de las empresas de torres implica la migración de un puro "especialista" en infraestructura pasiva a un proveedor de valor agregado integrado verticalmente, siempre que las instituciones y la regulación les permitan tener una profunda transformación o los incentiven a esta. Ahora que la expansión de los operadores en América Latina está consolidada, una parte importante de las oportunidades de mercado de sus desinversiones en torres se centra en la coordinación con las empresas de torres independientes. En este sentido, existe una oportunidad para que estas se vuelvan más ágiles, más orientadas a los datos y más centradas en los nuevos flujos de ingresos (Schicht et al., 2020). En otras palabras, las empresas de torres se alejarán de la visión actual de ellas como proveedores de infraestructura pasiva (Casahuga et al., 2022), y se moverán decididamente hacia una mayor diversificación, expandiéndose en el ecosistema digital. La regulación y las instituciones en América Latina deberían acompañar este proceso, incluso incentivando esta transformación digital y corporativa de las empresas de torres para enriquecer el ecosistema digital. Las oportunidades de negocio son evidentes en el espacio tradicional de las empresas de torres —que se vuelven más inteligentes—, como en la incorporación de nuevos servicios de telecomunicaciones y nuevas líneas de negocios digitales.

6.1 Un negocio más inteligente de la empresa tradicional de torres

En primer lugar, sobre la base de la economía y las finanzas construidas en este informe, las oportunidades de las empresas de torres implican profundizar en la optimización de algunos servicios compartiéndolos con los operadores de telecomunicaciones que comparten las mismas infraestructuras. Si la regulación lo permite y fomenta, el ahorro de costos podría enfocarse a mejorar y modernizar las infraestructuras, hacerlas más ecológicas o invertir en la transformación digital dentro y fuera de las empresas. Esta diversificación tendrá una contribución adicional en los servicios inalámbricos de telecomunicaciones, porque los recursos adicionales pueden centrarse en mejorar la calidad, la asequibilidad y la sostenibilidad.

En segundo lugar, la digitalización del núcleo, la implantación de sistemas de datos inteligentes en tiempo real en las infraestructuras instaladas y el abandono de la mera provisión pasiva de infraestructuras suponen beneficios sustantivos. Esto permitiría recopilar en tiempo real una evaluación precisa del estado de las infraestructuras (grado de corrosión, consumo energético, datos financieros por emplazamiento), así como de su entorno, desde las condiciones climáticas hasta la identificación de los competidores (Cane, 2022; Schicht et al., 2020). El punto de partida es un reto, pues una encuesta realizada en 2020 por TowerXchange y Analysis Mason muestra que el 28 % de las torres sigue utilizando Microsoft Excel como única herramienta de gestión de datos, y menos de la mitad se ha embarcado en una estrategia de datos de cualquier tipo.

6.2 Nuevas oportunidades para la industria de torres en el mercado del Internet de las cosas y las ciudades inteligentes

Más allá de la mejora del negocio principal, las empresas de torres se expandirán hacia otros espacios de diversificación, como un mayor apoyo al 5G, y al Internet of Things (IoT), combinado con un perfil "verde" más sostenible.

6.2.1 Nuevos servicios de telecomunicaciones, 5G y más allá

Las empresas de torres podrían desempeñar un papel activo en la densificación de la red para 5G, y no solo adaptarse a su despliegue. Como se analizó, la conectividad 5G requiere macrotorres y celdas pequeñas, con un número masivo de emplazamientos y aprovisionamiento de *backhaul*. Este proceso tendrá un impacto notable en las infraestructuras pasivas.

En este contexto, las empresas de torres deberían obtener permisos rápidos y flexibles de las autoridades locales para el despliegue de celdas pequeñas que caracterizará la mayor parte de la expansión de la infraestructura 5G. Invertir en *backhaul* de celdas pequeñas podría ser más arriesgado, pero los resultados iniciales en Estados Unidos y Europa parecen prometedores (Wilson, 2016). Los operadores que aún no disponen de una infraestructura de fibra densa deben establecer relaciones más sólidas y frecuentes con las empresas de torres, a medida que comienzan los despliegues de 5G.

Las empresas de torres también podrían desarrollar líneas de negocio directamente como socio comercial de las industrias en las redes privadas 5G, en apoyo de los casos de negocio, que comenzarán a desplegarse antes que el servicio masivo 5G minorista. Estas redes autónomas pueden atender diversas necesidades de segmentos verticales de la industria o incluso de gobiernos locales apoyados en las capacidades 4G y 5G e integrados a las redes nacionales, en la manufactura (por ejemplo, la automotriz), la energía y la minería, los puertos y el transporte en general, áreas con un importante apoyo en América Latina de los bancos de desarrollo. Esto permitirá soluciones de industria 4.0 más fiables y de alto rendimiento para diferentes sectores (Wilson, 2016).

6.2.2 Nuevos servicios digitales

Los nuevos estándares abiertos y los desarrollos basados en la nube están facilitando la desagregación de los componentes de hardware y software de la red. Esto abre el camino para aumentar los componentes "activos" de las líneas de negocio de las infraestructuras de torres, como las antenas y los equipos de transmisión de radio. En este modelo de servicios digitales múltiples, las empresas de torres desempeñan el papel de modelo de *host* neutral (Carvalho et al, 2021).

Aunque la oportunidad de ingresos para empresas de torres en los segmentos del Internet de las Cosas y las ciudades inteligentes podría ser menor que en el segmento de las células pequeñas, el CAPEX implicado también es bajo. Por otro lado, la ventaja de estos servicios podría ser mayor de lo esperado, dada la variedad de nuevos servicios que podrían soportarse, desde la imagen y la logística hasta los sectores de activos pesados (energía) que complementan a los drones, la inteligencia de datos y las ciudades inteligentes (meteorología, tráfico, energía como servicio). En términos más generales, el alcance del negocio de torres podría ampliarse entrando en los negocios de *edge computing*, gracias a la correcta huella regional y local de la infraestructura instalada y los servicios ofrecidos actualmente (Cane, 2022; Wilson 2016).

6.2.3 Una normativa con visión de futuro para favorecer un sector de torres de valor añadido diversificado

Se requiere que se cumplan algunas condiciones relevantes en esta transformación. Las capacidades, la tecnología, los procesos y la organización laboral necesarios dentro de las empresas de torres no pueden darse por sentados.

Adicionalmente, la diversificación prevista se enfrenta con retos normativos y estratégicos. En primer lugar, las nuevas oportunidades de negocio, en el sector de las telecomunicaciones y en otros servicios digitales, deben perseguirse protegiendo sus relaciones con sus principales clientes actuales, los transportadores. En segundo lugar, puesto que su negocio principal no requiere licencias ni toda la carga regulatoria asociada, los responsables políticos y los reguladores deben acompañar este proceso permitiendo y apoyando proactivamente la transformación de las empresas de torres, al tiempo que regulan adecuadamente los despliegues sobre la base de normas de calidad y sostenibilidad.

En primer lugar, los reguladores de América Latina deberían permitir y fomentar la compartición de infraestructuras y servicios como elemento clave para una mayor inversión en capital y servicios innovadores. El exceso de despliegue observado en algunos países de la región, y en muchas zonas urbanas a lo largo de América Latina, es un desperdicio de recursos y tiene un impacto negativo en el medio ambiente. En segundo lugar, los reguladores deberían acelerar la emisión de permisos de los municipios locales para el despliegue de células pequeñas, especialmente para los servicios 5G. A pesar del lento comienzo que la mayoría espera para los servicios 5G al por menor, excepto en Brasil y Chile, y probablemente en Argentina, las redes privadas están comenzando a desarrollarse en toda la región; y una vez iniciado, el despegue del 5G será rápido. Por tanto, planificarlo con antelación traerá beneficios sustantivos.

Asimismo, los reguladores podrían fomentar una regulación ligera, incluso experimentando antes de regular en un entorno controlado, utilizando cajas de arena reguladoras (*sandboxes regulatories*: cajas de arena reguladoras), por ejemplo, respecto a la entrada de nuevos actores en estos servicios innovadores en torno a las ciudades inteligentes. Las tecnologías digitales y la disponibilidad de datos pueden permitir nuevas formas de regular el ecosistema digital en tiempo real. A falta de reformas regulatorias significativas para

enfrentar nuevos modelos de negocio y tecnologías como el sector audiovisual, cada vez más convergente, las *sandboxes* (cajas de arena) se consideran una forma de promover, los reguladores, la competencia fomentando y dando rienda suelta a la innovación disruptiva. Además, las *cajas de arena* reguladoras les permiten a las autoridades y a los agentes del sector recabar información sobre nuevos mercados y servicios (como en los que podría entrar empresas de torres), en los que el comportamiento de los agentes, como las empresas y los consumidores, podría ser aún desconocido e imprevisible (Enríquez y Melguizo, 2021). Este marco podría servir para ensayar regímenes de autorización ligeros, que sustituyan procesos onerosos y lentos; obligaciones de información mínimas y razonables (como se experimentó durante los cierres de Covid-19), o incentivos fiscales para fomentar la expansión de infraestructuras en zonas rurales y remotas.

Por último, la transformación empresarial no es fácil, pero las autoridades públicas y los bancos de desarrollo podrían apoyar la transformación digital dentro de empresas de torres. La digitalización y la formación requerirán tiempo y recursos para invertir en equipos, implantar nuevos procesos digitales y formar a la mano de obra, aliviando las cargas normativas no esenciales y ofreciendo recursos de formación.

CONCLUSIONES

Una vibrante industria de torres independiente es un pilar para una América Latina 4.0, más productiva, más inclusiva, más sostenible (social y ambientalmente).

Este informe demuestra que el sector de la industria de las torres está experimentando profundos cambios en América Latina, lo que abre oportunidades para las asociaciones estratégicas. En particular, debido a su dinamismo y también a las desinversiones de algunos operadores tradicionales de telecomunicaciones, en promedio, la mitad de la base instalada la tiene a cargo empresas independientes. Aun así, existe una estrecha interdependencia entre los actores de la industria inalámbrica y los proveedores de infraestructuras pasivas, no solo como inquilinos de estos últimos, sino como socios potenciales a medida que surgen servicios adicionales de la transformación digital. Un área particular de ganancias mutuas proviene del uso compartido de la infraestructura, ya que las empresas de torres se aseguran una monetización relativamente estable de sus importantes inversiones, y los operadores pueden acumular ahorros para reinvertir en servicios de mejor calidad de los futuros (a través de la investigación más desarrollo —I+D).

Más allá de esta tendencia positiva, este informe demostró cuantitativamente que la creciente posición de las empresas de torres independientes es un activo para la economía digital, y en particular para la industria inalámbrica. Siguiendo la metodología desarrollada por el IFC del Banco Mundial, se muestra que entre 2016 y 2022 los países de América Latina con un sector de empresas de torres independiente más dinámico exhiben una mejor conectividad inalámbrica en términos de cobertura, uso, asequibilidad y calidad (velocidad). Al mismo tiempo, la industria inalámbrica muestra más competencia y más inversión, evidenciando una vez más el potencial de efectos benéficos para ambas partes. En concreto, la cobertura 4G es mayor que la del resto de países (97 % de la población frente al 90 %); la banda ancha inalámbrica es un 12 % más rápida que la del resto (33 Mbps frente a 29 Mbps); el gasto de capital es un 31 % mayor en los países líderes (21 USD per cápita frente a 16 USD per cápita); los servicios de banda ancha inalámbrica representan 1/3 de los costos en términos de renta per cápita en los países líderes en relación con el resto de países; los países líderes muestran una mayor adopción de la banda ancha que en el resto de la región (65 % frente al 58%); y la competencia inalámbrica es más intensa en los países con mayor proporción de despliegue de torres independientes (banda ancha inalámbrica de HHI= 2440 frente a 4135).

Estos resultados correlacionales se han confirmado en la modelización econométrica original, ya que las torres independientes muestran un impacto significativamente mayor en el uso, la cobertura, la velocidad y la asequibilidad de la banda ancha inalámbrica, lo que favorece una industria de las telecomunicaciones más competitiva. Un aumento del 10 % del número de torres independientes conduce, como mínimo, a un aumento de los niveles de cobertura 4G del 0,96 %; se relaciona causalmente con un aumento de los niveles de adopción de la banda ancha inalámbrica del 0,51%; se asocia con un aumento de los niveles de calidad del servicio (medido como velocidad de descarga de la banda ancha móvil) del

2,05 %; conduce a un aumento de los niveles de competencia en el mercado de la telefonía móvil (medido como una disminución del índice Herfindahl Hirschman, que mide la concentración de la industria —un índice más bajo representa una competencia más intensa—) del 0,46 %; y resulta en un mejoramiento del nivel de asequibilidad de la telefonía móvil (medido como una disminución del precio del servicio en relación con el PIB mensual per cápita) del 3,18 %.

Ahora es el momento de establecer políticas públicas adecuadas. Esto implica aplicar una regulación inteligente y flexible del sector de las torres independientes —que abarque sus normas de calidad y seguridad y su impacto ambiental y su sostenibilidad—, que garantice la previsibilidad y la estabilidad que un sector intensivo en capital requiere para su viabilidad financiera y su sostenibilidad a largo plazo, y que favorezca la compartición de infraestructuras en todo el sector de las telecomunicaciones. La revisión de la literatura de investigación y las entrevistas con reguladores y responsables políticos han llevado a la identificación de siete tipos de iniciativas que pueden contribuir al desarrollo y la sostenibilidad de un sector de torres independiente: la ausencia de concesiones de servicios; la necesidad de aprobaciones rápidas de permisos; las regulaciones para evitar el exceso de despliegue; el establecimiento de topes en las tasas e impuestos, y *de los* derechos de construcción; las políticas para promover la compartición de infraestructuras para el despliegue de la 5G; la ausencia de regulación de los precios de los contratos de las empresas de torres con los proveedores de servicios; las garantías a largo plazo en las regulaciones y permisos.

La buena noticia es que estas prescripciones políticas y reglamentarias se han emprendido por algunos países que deberían considerarse puntos de referencia a la hora de desarrollar las industrias de las telecomunicaciones y la compartición de infraestructuras pasivas, aprendiendo de su diseño y aplicación: Corea del Sur, Reino Unido y Estados Unidos. En pocas palabras, estos países cuentan con leyes específicas para regular el despliegue de infraestructuras pasivas, no les exigen a las empresas de torres independientes que se registren ante las autoridades reguladoras para comenzar a operar; han promulgado leyes que están en armonía con las ordenanzas locales; procedimientos ligeros para los permisos de construcción y referencias a las tasas de construcción conocidas por los operadores de infraestructuras; no tienen regulaciones de precios para las infraestructuras compartidas. Presentan información que promueve el despliegue de redes para nuevas tecnologías como el 5G y las células pequeñas, y cuentan con planes o manuales de buenas prácticas que permiten complementar o suplir los marcos regulatorios que promueven la construcción ordenada de infraestructuras de telecomunicaciones compartidas.

La industria de las torres en América Latina, y global, también atraviesa una profunda transformación para hacer su negocio principal más ágil, digital y ambientalmente sostenible, y al mismo tiempo diversificarse en servicios de telecomunicaciones y en otros favorecidos por los desarrollos digitales. Los reguladores también deben acompañar este proceso y favorecer el surgimiento de un sector digital adicional con visión de futuro.

Para concluir, hay algunos ámbitos en los que sería conveniente seguir investigando en apoyo del desarrollo de la industria. En primer lugar, sería aconsejable ampliar la cobertura geográfica, aprovechando las fuentes de datos fácilmente disponibles y comparables con las utilizadas en este informe. Esto reforzaría la potencia estadística de los resultados y, al mismo tiempo, enriquecería el abanico de buenas prácticas reguladoras. En segundo lugar, y de forma complementaria, sería útil ir mucho más lejos en la huella latinoamericana analizando los despliegues a nivel local. El consenso del mercado y de los analistas es que muchos de los retos regulatorios, financieros y ambientales se concentran en algunas partes de los países y de las ciudades. En tercer lugar, cada vez hay más pruebas a nivel mundial de las oportunidades de una transformación digital de la industria de las torres, que añaden algunas estimaciones del potencial del sector, y cómo el marco regulatorio ayudaría a apoyar el desarrollo de una América Latina 4.0, más productiva, más inclusiva y sostenible.

REFERENCIAS

Andrews, M., M. Bradonjic y I. Saniee. 2017. Cuantificación de los beneficios de compartir infraestructuras. *Research Gate* (junio). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/317673723_Quantifying_the_Benefits_of_Infrastucture_Sharing.

Base de datos de Indicadores Mundiales de Telecomunicaciones/TIC de la UIT (WTI) 2021

Billington, N. (1999). The location of foreign direct investment: an empirical analysis, *Applied Economics*, 31: 65-76.

Brichetti, J.P., Mastronardi, L., Rivas Amiassorho, M.E., Serebrisky, T. y Solís, B. (2021). *La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe: estimación de las necesidades in - versión hasta 2030 para avanzar en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Cabello, S., Rooney, D., y Fernández, M. (2021). *Nuevas dinámicas de la gestión de infraestructura en América Latina*. SMC+ Consulting.

Cane, R. (2022), *TowerXchange Meetup Americas 2022*, julio.

Carvalho, J., Budden G., CR, y Vaz, P.M. (2021). *The Rise of the Netcos*. Deloitte.

Casahuga G., P Ugarte. y F. Merry del Val (2022), *Atención empresas de torres: es hora de escuchar a su cliente*. Arthur D. Little.

Cavalcante, A., Mendes, M., Marquezini, V., Mendes, L., y Salle Moreno, C. "5G para zonas remotas: Desafíos, oportunidades y modelos de negocio para Brasil". En: *IEEE Access* 9 (2021), pp. 10829-10843. ISSN: 21693536. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3050742.

Cave, M., Majumdar, S. y Rood, H. *Regulación y competencia en infraestructuras*. Disponible en: https://www.acm.nl/sites/default/files/old_publication/publicaties/7859_relationship_accesspricing_infrastructure_260301.pdf

Checko, A., Christiansen, H. L., Ying Yan, Scolari, L., Kardaras, G., Berger, M. S., y Dittmann, L., (2015). "Cloud RAN for Mobile Networks - A Technology Overview". En: *IEEE Commun. Surv. Tutorials*, 17.1 pp. 405-426. ISSN: 1553877X. DOI: 10.1109/COMST.2014.2355255.

Cohen, T., y Southwood. R. (2008). *Extending Open Access to National Fiber Backbones in Developing Countries*. 8º. Simposio Mundial para Reguladores de la UIT, Pattaya, Tailandia, 11-13 de marzo.

Comisión de la Banda Ancha para el Desarrollo Sostenible (2022). *Objetivos 2025: Conectar a la otra mitad*. Disponible en: <https://www.broadbandcommission.org/broadband-targets/>

COMMSCOPE (2018). "Powering the future of small cells and beyond". Disponible en: <https://www.commscope.com/blog/2018/powering-the-future-of-small-cells-and-beyond/>

Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) (2011). *Informe de la encuesta sobre el uso compartido de la infraestructura y el desarrollo de la banda ancha en la región de la APEC*. Singapur: Grupo de Trabajo de Telecomunicaciones e Información de APEC. Disponible en: <https://www.apec.org/Publications/2011/09/Survey-Report-on-Infrastructure-Sharing-and-Broadband-Development-in-APEC-Region>.

Deloitte y Asociación para el Progreso de las Comunicaciones (APC) (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>.

Devereux, M. y Freeman, H. (1995). The impact of tax on foreign direct investment: empirical evidence and the implications for tax integration schemes, *International Tax and Public Finance*, 2: 85-106.

Drees-Gross, F. y Zhang, P. (2021). "Poor digital access is holding Latin America and the Caribbean back. Here's how to change it", *World Bank Blogs*, 12 de agosto.

EY-Parthenon y Asociación Europea de Infraestructuras Móviles (EWIA) (2019).

García, J. M., Kelly, T., (2015). *The Economics and Policy Implications of Infrastructure Sharing and Mutualisation in Africa*. Tech. rep. 2015. Disponible en: <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/533261452529900341-0050022016/original/WDR16BPInfrastructureMutualisationGarcia.pdf>

Gilani, A., Kabir, I., Ullah, I, y Rehman, G. (2021). "Techno-Economic Analysis of Green and Sustainable Infrastructure Sharing in Mobile Communication Systems". pp. 80-89.

GSMA (2018). Enabling Rural Coverage. Recomendaciones normativas y políticas para fomentar la cobertura de la banda ancha móvil en los países en desarrollo. *Tech. Rep.*

GSMA Intelligence (2021), *La economía móvil en América Latina 2021*. GSM Association.

Houlin, Zhao (director general de Funke Opeke, y MainOne) (2017). "Compartir redes, impulsar el crecimiento". En: *Shar. net- works, Driv. growth*. Disponible en: https://www.itu.int/es/itu/news/Documents/2017-06/2017%7B%5C_%7DITUNews06-es.pdf.

Houngbonon, G., Rossotto, C., y Strusani, D. (2021). *Enabling a competitive mobile sector in emerging markets through the development of tower companies*. Compass Note 104 (junio); Washington, DC: International Financial Corporations.

Informe del Foro de Células Pequeñas y 5G Americas (2018): "Small Cell sitting Challenges and Recommendations", Documento 195.10.01.

Katz, R. y Callorda, F. (2019). *Evaluación del impacto económico de la fiscalidad sobre la inversión en comunicaciones en Estados Unidos*. Un informe para el Broadband Tax Institute. Telecom Advisory Services.

Katz, R. y Jung, J. (2021). *El impacto económico de la banda ancha y la digitalización a través de la pandemia Covid-19: Modelización econométrica*. Ginebra: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

Kerf, M. (1998). *Concesiones para infraestructuras: Una guía para su diseño y adjudicación*. World Bank Technical Paper no. 399.

Kitindi, E. J., Mangare. C. F., y Kabir, A. (2020). "Compartición de infraestructuras para redes celulares en Tanzania". En: *Int. J. Inf. Commun. Technol. Hum. Dev.* 12.1, pp. 1-23. ISSN: 1935- 5661. DOI: 10.4018/ijicthd.2020010101.

Kliks, A., Musznicki, B., Kowalik, K., Kryszkiewicz, P. (2018). "Perspectivas para la reutilización de fuentes en las redes 5G". En: *Telecommun. Syst.* 68. DOI: 10.1007/s11235-017- 0411-3.

Lefevre, B. C. (2008). "Compartir móvil". En: *8th Global Symposium of Regulators*

Macmillan Keck y Columbia Center on Sustainable Investment (2017). *Toolkit on Cross-Sector Infrastructure Sharing* (Kit de herramientas para compartir infraestructuras). Nueva York: Macmillan Keck y Columbia Center on Sustainable Investment. Disponible en: <http://pubdocs.worldbank.org/en/307251492818674685/Cross-Sector-Infrastructure-Sharing-Toolkit-final-170228.pdf>.

Organismo de Reguladores Europeos de las Comunicaciones Electrónicas (ORECE) (2018). *Informe sobre el uso compartido de infraestructuras*. Riga: ORECE. Disponible en: https://bereg.europa.eu/eng/document_register/subject_matter/bereg/reports/8164-bereg-report-on-infrastructure-sharing.

Ovase, K., Sajjad, K., Memon, A., Saba, E., Zahid, A., y Naz, F. (2020). "Compartición de infraestructuras y soluciones en las redes celulares de próxima generación". En: 20.12, pp. 184-192.

Paolini, M. (2010). Los beneficios de compartir la infraestructura. *Fierce Wireless* (29 de junio). Disponible en: <https://www.fiercewireless.com/tech/paolini-benefits-infrastructure-sharing>.

Schicht, R., Banerjee, S., Arias J., y Voytenko, A. (2020). *The New Digital Landscape for Tower Companies*. Boston Consulting Group.

Slemrod, J. (1990). Tax effects on Foreign Direct Investment in the United States: evidence from a cross-country comparison, En: A. Razin y J. Slemrod eds. *Taxation in the Global Economy*, Chicago: University of Chicago Press, 79-117.

Small Cell Forum and 5G Americas Report (2018). "Small Cell sitting Challenges and Recommendations", Documento 195.10.01 agosto de 2018.

Small Cell Forum (2017). "Vision for Densification into the 5G Era", Documento 110.10.01, diciembre de 2017.

Stigler, G. (1951). "The division of labor is limited by the extent of the market", *Journal of Political Economy* Vol. 59, No. 3 (Jun. 1951), pp. 185-193.

Talpos, I. y Vancu, I. (2009). Corporate Income Taxation Effects on Investment Decisions in the European Union, *Annales Universitatis Apulensis Series Oeconomica*, 11 (1): 513-518.

Tinini, R. I., Macedo Batista, D., Bittencourt Figueiredo, G., Tornatore, M., y Mukherjee, B., (2019). "Colocación de BBU de baja latencia y eficiencia energética y formación de VPON en RAN virtualizada de niebla". En: *J. Opt. Com- mun. Netw.* 11.4 B37-B38. ISSN: 19430639. DOI: 10.1364/JOCN.11.000B37.

Tognisse, I., Kora, A., Degila, J. (2021). "Modelo de compartición de infraestructuras para conectar a los desconectados en las zonas rurales". *Revista de la UIT*.

Tong, Li, y Bai, Lin. "Model of wireless telecommunications network sharing & benefit-cost analysis". En: *Proc. - 2011 4th Int. Conf. Inf. Manag. Innov. Manag. Ind. Eng. ICIII 2011 2* (2011), pp. 102-105. DOI: 10.1109/ICIII.2011. 171.

Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Disponible en: <https://a4ai.org/news/un-broadband-commission-adopts-a4ai-1-for-2-affordability-target/>

Vasconcellos, V., y Portela de Carvalho, P. H. (2020). "A Framework for Evaluating 5G Infrastructure Sharing with a Neutral Host". En: *28Th Conf. Fruct Assoc.*, pp. 660-663.

Vidal, E. (2017). *Infraestructuras Compartidas de Telecomunicaciones en la República Dominicana*. Washington, DC: Alianza por un Internet Asequible (A4AI). Disponible en: <https://a4ai.org/research/infraestructuras>

Wilson, S. (2016), *Revenue Opportunities for Empresas de torres and MNOs now and in the 5G era. Densificación de células pequeñas e IoT*. Análisis Mason.

ANEXOS

A.1 Lista de entrevistas con reguladores.

País	Entrevistas	Unidad de elaboración de políticas
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none">• Glenn Fallas, <i>director General de Calidad</i>• Ivannia Morales, <i>Asesora del Consejo</i>• Juan Gabriel García, <i>Dirección General de Mercados</i>	Superintendencia de Telecomunicaciones
Perú	<ul style="list-style-type: none">• Naylamp López, <i>Asesor Viceministerio</i>• Ronald Farromeque, <i>Dirección de Políticas y Regulaciones</i>	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
Colombia	<ul style="list-style-type: none">• Alejandra Arenas Pinto, <i>coordinadora de Política Regulatoria</i>	Comisión de Regulación de Comunicaciones
Chile	<ul style="list-style-type: none">• Virginia Reginato, <i>División Política Regulatorio y Estudios</i>	Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile
Ecuador	<ul style="list-style-type: none">• Paul Meza, <i>subsecretario de Telecomunicaciones y Asuntos Postales</i>• Mónica Zurita, <i>directora de Telecomunicaciones y Asuntos Postales</i>	Ministerio de Telecomunicaciones
El Salvador	<ul style="list-style-type: none">• Rafael Arbizu, <i>subdirector de Telecomunicaciones</i>	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
Panamá	<ul style="list-style-type: none">• Hildeman Rangel, <i>director Nacional de Telecomunicaciones</i>	Autoridad Nacional de Servicios Públicos

A.2 Modelo de rentabilidad financiera del sector de las torres (basado en un modelo de torre única).

		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
INGRESOS											
	Variables										
	Ingreso mensual por operador										
	Urbano	\$ 600									
	Suburbano	\$ 1,200									
	Rural	\$ 2,000									
	Escenario urbano										
	Un operador		\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 7,200	\$ 7,200
	Dos operadores		\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400
	Tres operadores		\$ 21,600	\$ 21,600	\$ 21,600	\$ 21,600	\$ 21,600	\$ 21,600	\$ 21,600	\$ 21,600	\$ 21,600
	Cuatro operadores		\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800
	Escenario suburbano										
	Un operador		\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400	\$ 14,400
	Dos operadores		\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800	\$ 28,800
	Tres operadores		\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200
	Cuatro operadores		\$ 57,600	\$ 57,600	\$ 57,600	\$ 57,600	\$ 57,600	\$ 57,600	\$ 57,600	\$ 57,600	\$ 57,600
	Escenario rural										
	Un operador		\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000	\$ 24,000
	Dos operadores		\$ 48,000	\$ 48,000	\$ 48,000	\$ 48,000	\$ 48,000	\$ 48,000	\$ 48,000	\$ 48,000	\$ 48,000
	Tres operadores		\$ 72,000	\$ 72,000	\$ 72,000	\$ 72,000	\$ 72,000	\$ 72,000	\$ 72,000	\$ 72,000	\$ 72,000
	Cuatro operadores		\$ 96,000	\$ 96,000	\$ 96,000	\$ 96,000	\$ 96,000	\$ 96,000	\$ 96,000	\$ 96,000	\$ 96,000
OPEX											
	Variables										
	O&M por torre										
	Urbano	\$ 150									
	Suburbano	\$ 200									
	Rural	\$ 400									
	Escenario urbano		\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 1,800	\$ 1,800
	Escenario suburbano		\$ 2,400	\$ 2,400	\$ 2,400	\$ 2,400	\$ 2,400	\$ 2,400	\$ 2,400	\$ 2,400	\$ 2,400
	Escenario rural		\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800	\$ 4,800
CAPEX											
	Dress tower addition	35%									
	Microwave backhaul										
	Variables										
	Urbano	\$ 40,000	\$ 40,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Suburbano	\$ 100,000	\$ 100,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
	Rural	\$ 150,000	\$ 150,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
EBITDA											
	Urbano										
	Un operador		\$ 5,400	\$ 5,400	\$ 5,400	\$ 5,400	\$ 5,400	\$ 5,400	\$ 5,400	\$ 5,400	\$ 5,400
	Dos operadores		\$ 12,600	\$ 12,600	\$ 12,600	\$ 12,600	\$ 12,600	\$ 12,600	\$ 12,600	\$ 12,600	\$ 12,600
	Tres operadores		\$ 19,800	\$ 19,800	\$ 19,800	\$ 19,800	\$ 19,800	\$ 19,800	\$ 19,800	\$ 19,800	\$ 19,800
	Cuatro operadores		\$ 27,000	\$ 27,000	\$ 27,000	\$ 27,000	\$ 27,000	\$ 27,000	\$ 27,000	\$ 27,000	\$ 27,000
	Suburbano										
	Un operador		\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000
	Dos operadores		\$ 26,400	\$ 26,400	\$ 26,400	\$ 26,400	\$ 26,400	\$ 26,400	\$ 26,400	\$ 26,400	\$ 26,400
	Tres operadores		\$ 40,800	\$ 40,800	\$ 40,800	\$ 40,800	\$ 40,800	\$ 40,800	\$ 40,800	\$ 40,800	\$ 40,800
	Cuatro operadores		\$ 55,200	\$ 55,200	\$ 55,200	\$ 55,200	\$ 55,200	\$ 55,200	\$ 55,200	\$ 55,200	\$ 55,200
	Rural										
	Un operador		\$ 19,200	\$ 19,200	\$ 19,200	\$ 19,200	\$ 19,200	\$ 19,200	\$ 19,200	\$ 19,200	\$ 19,200
	Dos operadores		\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200	\$ 43,200
	Tres operadores		\$ 67,200	\$ 67,200	\$ 67,200	\$ 67,200	\$ 67,200	\$ 67,200	\$ 67,200	\$ 67,200	\$ 67,200
	Cuatro operadores		\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 91,200	\$ 91,200
DEPRECIACION											
	Urbano		\$ 4,000	\$ 4,000	\$ 4,000	\$ 4,000	\$ 4,000	\$ 4,000	\$ 4,000	\$ 4,000	\$ 4,000
	Suburbano		\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000	\$ 10,000
	Rural		\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 15,000	\$ 15,000

EBIT												
Urbano												
Un operador			\$ 1,400	\$ 1,400	\$ 1,400	\$ 1,400	\$ 1,400	\$ 1,400	\$ 1,400	\$ 1,400	\$ 1,400	\$ 1,400
Dos operadores			\$ 8,600	\$ 8,600	\$ 8,600	\$ 8,600	\$ 8,600	\$ 8,600	\$ 8,600	\$ 8,600	\$ 8,600	\$ 8,600
Tres operadores			\$ 15,800	\$ 15,800	\$ 15,800	\$ 15,800	\$ 15,800	\$ 15,800	\$ 15,800	\$ 15,800	\$ 15,800	\$ 15,800
Cuatro operadores			\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000	\$ 23,000
Suburbano												
Un operador			\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000	\$ 2,000
Dos operadores			\$ 16,400	\$ 16,400	\$ 16,400	\$ 16,400	\$ 16,400	\$ 16,400	\$ 16,400	\$ 16,400	\$ 16,400	\$ 16,400
Tres operadores			\$ 30,800	\$ 30,800	\$ 30,800	\$ 30,800	\$ 30,800	\$ 30,800	\$ 30,800	\$ 30,800	\$ 30,800	\$ 30,800
Cuatro operadores			\$ 45,200	\$ 45,200	\$ 45,200	\$ 45,200	\$ 45,200	\$ 45,200	\$ 45,200	\$ 45,200	\$ 45,200	\$ 45,200
Rural												
Un operador			\$ 4,200	\$ 4,200	\$ 4,200	\$ 4,200	\$ 4,200	\$ 4,200	\$ 4,200	\$ 4,200	\$ 4,200	\$ 4,200
Dos operadores			\$ 28,200	\$ 28,200	\$ 28,200	\$ 28,200	\$ 28,200	\$ 28,200	\$ 28,200	\$ 28,200	\$ 28,200	\$ 28,200
Tres operadores			\$ 52,200	\$ 52,200	\$ 52,200	\$ 52,200	\$ 52,200	\$ 52,200	\$ 52,200	\$ 52,200	\$ 52,200	\$ 52,200
Cuatro operadores			\$ 76,200	\$ 76,200	\$ 76,200	\$ 76,200	\$ 76,200	\$ 76,200	\$ 76,200	\$ 76,200	\$ 76,200	\$ 76,200
IMPUESTOS		25%										
Urbano												
Un operador			\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350	\$ 350
Dos operadores			\$ 2,150	\$ 2,150	\$ 2,150	\$ 2,150	\$ 2,150	\$ 2,150	\$ 2,150	\$ 2,150	\$ 2,150	\$ 2,150
Tres operadores			\$ 3,950	\$ 3,950	\$ 3,950	\$ 3,950	\$ 3,950	\$ 3,950	\$ 3,950	\$ 3,950	\$ 3,950	\$ 3,950
Cuatro operadores			\$ 5,750	\$ 5,750	\$ 5,750	\$ 5,750	\$ 5,750	\$ 5,750	\$ 5,750	\$ 5,750	\$ 5,750	\$ 5,750
Suburbano												
Un operador			\$ 500	\$ 500	\$ 500	\$ 500	\$ 500	\$ 500	\$ 500	\$ 500	\$ 500	\$ 500
Dos operadores			\$ 4,100	\$ 4,100	\$ 4,100	\$ 4,100	\$ 4,100	\$ 4,100	\$ 4,100	\$ 4,100	\$ 4,100	\$ 4,100
Tres operadores			\$ 7,700	\$ 7,700	\$ 7,700	\$ 7,700	\$ 7,700	\$ 7,700	\$ 7,700	\$ 7,700	\$ 7,700	\$ 7,700
Cuatro operadores			\$ 11,300	\$ 11,300	\$ 11,300	\$ 11,300	\$ 11,300	\$ 11,300	\$ 11,300	\$ 11,300	\$ 11,300	\$ 11,300
Rural												
Un operador			\$ 1,050	\$ 1,050	\$ 1,050	\$ 1,050	\$ 1,050	\$ 1,050	\$ 1,050	\$ 1,050	\$ 1,050	\$ 1,050
Dos operadores			\$ 7,050	\$ 7,050	\$ 7,050	\$ 7,050	\$ 7,050	\$ 7,050	\$ 7,050	\$ 7,050	\$ 7,050	\$ 7,050
Tres operadores			\$ 13,050	\$ 13,050	\$ 13,050	\$ 13,050	\$ 13,050	\$ 13,050	\$ 13,050	\$ 13,050	\$ 13,050	\$ 13,050
Cuatro operadores			\$ 19,050	\$ 19,050	\$ 19,050	\$ 19,050	\$ 19,050	\$ 19,050	\$ 19,050	\$ 19,050	\$ 19,050	\$ 19,050
FLUJOS DE CAJA LIBRE												
Urbano												
Un operador			\$ (40,000)	\$ 5,050	\$ 5,050	\$ 5,050	\$ 5,050	\$ 5,050	\$ 5,050	\$ 5,050	\$ 5,050	\$ 5,050
Dos operadores			\$ (40,000)	\$ 10,450	\$ 10,450	\$ 10,450	\$ 10,450	\$ 10,450	\$ 10,450	\$ 10,450	\$ 10,450	\$ 10,450
Tres operadores			\$ (40,000)	\$ 15,850	\$ 15,850	\$ 15,850	\$ 15,850	\$ 15,850	\$ 15,850	\$ 15,850	\$ 15,850	\$ 15,850
Cuatro operadores			\$ (40,000)	\$ 21,250	\$ 21,250	\$ 21,250	\$ 21,250	\$ 21,250	\$ 21,250	\$ 21,250	\$ 21,250	\$ 21,250
Suburbano												
Un operador			\$ (100,000)	\$ 11,500	\$ 11,500	\$ 11,500	\$ 11,500	\$ 11,500	\$ 11,500	\$ 11,500	\$ 11,500	\$ 11,500
Dos operadores			\$ (100,000)	\$ 22,300	\$ 22,300	\$ 22,300	\$ 22,300	\$ 22,300	\$ 22,300	\$ 22,300	\$ 22,300	\$ 22,300
Tres operadores			\$ (100,000)	\$ 33,100	\$ 33,100	\$ 33,100	\$ 33,100	\$ 33,100	\$ 33,100	\$ 33,100	\$ 33,100	\$ 33,100
Cuatro operadores			\$ (100,000)	\$ 43,900	\$ 43,900	\$ 43,900	\$ 43,900	\$ 43,900	\$ 43,900	\$ 43,900	\$ 43,900	\$ 43,900
Rural												
Un operador			\$ (150,000)	\$ 18,150	\$ 18,150	\$ 18,150	\$ 18,150	\$ 18,150	\$ 18,150	\$ 18,150	\$ 18,150	\$ 18,150
Dos operadores			\$ (150,000)	\$ 36,150	\$ 36,150	\$ 36,150	\$ 36,150	\$ 36,150	\$ 36,150	\$ 36,150	\$ 36,150	\$ 36,150
Tres operadores			\$ (150,000)	\$ 54,150	\$ 54,150	\$ 54,150	\$ 54,150	\$ 54,150	\$ 54,150	\$ 54,150	\$ 54,150	\$ 54,150
Cuatro operadores			\$ (150,000)	\$ 72,150	\$ 72,150	\$ 72,150	\$ 72,150	\$ 72,150	\$ 72,150	\$ 72,150	\$ 72,150	\$ 72,150
FLUJOS DE CAJA LIBRE ACUMULADOS												
Urbano												
Un operador			\$ (40,000)	\$ (34,950)	\$ (29,900)	\$ (24,850)	\$ (19,800)	\$ (14,750)	\$ (9,700)	\$ (4,650)	\$ 400	\$ 5,450
Dos operadores			\$ (40,000)	\$ (29,550)	\$ (19,100)	\$ (8,650)	\$ 1,800	\$ 12,250	\$ 22,700	\$ 33,150	\$ 43,600	\$ 54,050
Tres operadores			\$ (40,000)	\$ (24,150)	\$ (8,300)	\$ 7,550	\$ 23,400	\$ 39,250	\$ 55,100	\$ 70,950	\$ 86,800	\$ 102,650
Cuatro operadores			\$ (40,000)	\$ (18,750)	\$ 2,500	\$ 23,750	\$ 45,000	\$ 66,250	\$ 87,500	\$ 108,750	\$ 130,000	\$ 151,250
Suburbano												
Un operador			\$ (100,000)	\$ (88,500)	\$ (77,000)	\$ (65,500)	\$ (54,000)	\$ (42,500)	\$ (31,000)	\$ (19,500)	\$ (8,000)	\$ 3,500
Dos operadores			\$ (100,000)	\$ (77,700)	\$ (55,400)	\$ (33,100)	\$ (10,800)	\$ 11,500	\$ 33,800	\$ 56,100	\$ 78,400	\$ 100,700
Tres operadores			\$ (100,000)	\$ (66,900)	\$ (33,800)	\$ (700)	\$ 32,400	\$ 65,500	\$ 98,600	\$ 131,700	\$ 164,800	\$ 197,900
Cuatro operadores			\$ (100,000)	\$ (56,100)	\$ (12,200)	\$ 31,700	\$ 75,600	\$ 119,500	\$ 163,400	\$ 207,300	\$ 251,200	\$ 295,100
Rural												
Un operador			\$ (150,000)	\$ (131,850)	\$ (113,700)	\$ (95,550)	\$ (77,400)	\$ (59,250)	\$ (41,100)	\$ (22,950)	\$ (4,800)	\$ 13,350
Dos operadores			\$ (150,000)	\$ (113,850)	\$ (77,700)	\$ (41,550)	\$ (5,400)	\$ 30,750	\$ 66,900	\$ 103,050	\$ 139,200	\$ 175,350
Tres operadores			\$ (150,000)	\$ (95,850)	\$ (41,700)	\$ 12,450	\$ 66,600	\$ 120,750	\$ 174,900	\$ 229,050	\$ 283,200	\$ 337,350
Cuatro operadores			\$ (150,000)	\$ (77,850)	\$ (5,700)	\$ 66,450	\$ 138,600	\$ 210,750	\$ 282,900	\$ 355,050	\$ 427,200	\$ 499,350
WACC		6.5%										
g		1%										
NPV sin Terminal Value												
Urbano												
Un operador			(\$5,996.88)									
Dos operadores			\$27,752.38									
Tres operadores			\$61,501.64									
Cuatro operadores			\$95,250.91									
Suburbano												
Un operador			(\$22,023.29)									
Dos operadores			\$45,475.23									
Tres operadores			\$112,973.75									
Cuatro operadores			\$180,472.28									
Rural												
Un operador			(\$27,410.06)									
Dos operadores			\$85,087.48									
Tres operadores			\$197,585.02									
Cuatro operadores			\$310,082.55									

NPV con Terminal Value	
Urbano	
Un operador	\$ 39,931.70
Dos operadores	\$ 122,792.71
Tres operadores	\$ 205,653.72
Cuatro operadores	\$ 288,514.73
Suburbano	
Un operador	\$ 82,566.54
Dos operadores	\$ 248,288.56
Tres operadores	\$ 414,010.58
Cuatro operadores	\$ 579,732.59
Rural	
Un operador	\$ 137,659.98
Dos operadores	\$ 413,863.34
Tres operadores	\$ 690,066.70
Cuatro operadores	\$ 966,270.06
TIR sin Terminal Value	
Urbano	
Un operador	2.63%
Dos operadores	21.65%
Tres operadores	37.35%
Cuatro operadores	51.89%
Suburbano	
Un operador	0.69%
Dos operadores	16.78%
Tres operadores	29.97%
Cuatro operadores	42.03%
Rural	
Un operador	1.74%
Dos operadores	19.10%
Tres operadores	33.40%
Cuatro operadores	46.56%
TIR con Terminal Value	
Urbano	
Un operador	17.68%
Dos operadores	33.13%
Tres operadores	45.88%
Cuatro operadores	58.03%
Suburbano	
Un operador	16.06%
Dos operadores	29.21%
Tres operadores	39.86%
Cuatro operadores	49.74%
Rural	
Un operador	16.93%
Dos operadores	31.08%
Tres operadores	42.65%
Cuatro operadores	53.52%

A.3 Modelos econométricos

Cada modelo estadístico se presenta con la tabla correspondiente al que hace referencia.

Tabla 2.1 Modelos econométricos con cobertura 4G como variable dependiente.

```

Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =      209
Group variable: country_id           Number of groups =      19

R-squared:                            Obs per group:
  Within = 0.9044                      min =          11
  Between = 0.2224                     avg =          11.0
  Overall = 0.8471                      max =          11

corr(u_i, Xb) = -0.0045                F(12,178)      =      140.31
                                        Prob > F        =      0.0000
  
```

coverage_4g	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
ln_gdpc	-.0094265	.0813132	-0.12	0.908	-.1698885	.1510355
co_location	.1302603	.0452936	2.88	0.005	.0408788	.2196419
y1	-.842822	.0416424	-20.24	0.000	-.9249984	-.7606457
y2	-.8539221	.0384681	-22.20	0.000	-.9298342	-.7780099
y3	-.8243798	.0386324	-21.34	0.000	-.9006163	-.7481434
y4	-.7468049	.0391471	-19.08	0.000	-.8240571	-.6695527
y5	-.6403178	.039379	-16.26	0.000	-.7180276	-.562608
y6	-.4868832	.0386279	-12.60	0.000	-.5631107	-.4106557
y7	-.3776531	.0385155	-9.81	0.000	-.4536589	-.3016473
y8	-.1809828	.0395191	-4.58	0.000	-.2589691	-.1029966
y9	-.0888816	.0397413	-2.24	0.027	-.1673064	-.0104568
y10	-.0377281	.0393528	-0.96	0.339	-.1153861	.0399299
y11	0 (omitted)					
_cons	.8625181	.7174958	1.20	0.231	-.5533743	2.278411
sigma_u	.09631951					
sigma_e	.11765685					
rho	.40126357 (fraction of variance due to u_i)					

Fixed-effects (within) regression
 Group variable: country_id

Number of obs = 209
 Number of groups = 19

R-squared:
 Within = 0.9290
 Between = 0.5563
 Overall = 0.7690

Obs per group:
 min = 11
 avg = 11.0
 max = 11

corr(u_i, Xb) = 0.1313

F(13,177) = 178.07
 Prob > F = 0.0000

bam_unique_~n	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
coverage_4g	.110544	.0238254	4.64	0.000	.0635257	.1575624
ln_gdpc	.040168	.0261137	1.54	0.126	-.0113663	.0917022
sharing_index	.0002492	.0002107	1.18	0.238	-.0001665	.000665
y1	-.2735385	.0243352	-11.24	0.000	-.3215631	-.225514
y2	-.2358953	.0237654	-9.93	0.000	-.2827953	-.1889953
y3	-.1919286	.0231882	-8.28	0.000	-.2376896	-.1461677
y4	-.1537179	.0217594	-7.06	0.000	-.1966591	-.1107766
y5	-.1206992	.0198116	-6.09	0.000	-.1597965	-.0816019
y6	-.0981915	.0168757	-5.82	0.000	-.131495	-.064888
y7	-.0737533	.0151986	-4.85	0.000	-.1037471	-.0437594
y8	-.059636	.0133259	-4.48	0.000	-.0859342	-.0333378
y9	-.0365372	.0128846	-2.84	0.005	-.0619643	-.01111
y10	-.0189449	.0126239	-1.50	0.135	-.0438576	.0059679
y11	0 (omitted)					
_cons	.0792352	.2319567	0.34	0.733	-.3785215	.5369919
sigma_u	.07123765					
sigma_e	.03767334					
rho	.78145022	(fraction of variance due to u_i)				

Tabla 4.3 Modelos econométricos con cobertura de la variable dependiente.

Random-effects GLS regression
 Group variable: Country_id

Number of obs = 76
 Number of groups = 12

R-squared:
 Within = 0.3836
 Between = 0.7032
 Overall = 0.2796

Obs per group:
 min = 2
 avg = 6.3
 max = 7

corr(u_i, X) = 0 (assumed)

Wald chi2(2) = 21.95
 Prob > chi2 = 0.0000

ln_coverage	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
ln_towers	.094525	.0323773	2.92	0.004	.0310666	.1579834
ln_gdppc	.1590487	.0672837	2.36	0.018	.0271752	.2909223
_cons	-2.524748	.5631797	-4.48	0.000	-3.62856	-1.420936
sigma_u	.05382594					
sigma_e	.20456612					
rho	.06475054	(fraction of variance due to u_i)				

Random-effects GLS regression
Group variable: Country_id

Number of obs = 76
Number of groups = 12

R-squared:
Within = 0.6191
Between = 1.0000
Overall = 0.9233

Obs per group:
min = 2
avg = 6.3
max = 7

corr(u_i, X) = 0 (assumed)

Wald chi2(13) = 746.79
Prob > chi2 = 0.0000

ln_mbb	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
ln_towers	.4417392	.0442643	9.98	0.000	.3549827	.5284957
ln_gdppc	-.0836802	.1002834	-0.83	0.404	-.2802321	.1128717
c1	.1309393	.0542429	2.41	0.016	.0246252	.2372535
c2	-.542595	.0790031	-6.87	0.000	-.6974383	-.3877517
c3	.4988045	.0924598	5.39	0.000	.3175867	.6800223
c4	-.1182512	.0364155	-3.25	0.001	-.1896243	-.0468781
c5	.7233081	.0939479	7.70	0.000	.5391736	.9074426
c6	.3286707	.0584914	5.62	0.000	.2140297	.4433118
c7	.685972	.0951937	7.21	0.000	.4993957	.8725483
c8	.2210832	.0645331	3.43	0.001	.0946007	.3475656
c9	-.3338133	.0609582	-5.48	0.000	-.4532892	-.2143375
c10	.5788539	.1419388	4.08	0.000	.3006591	.8570488
c11	1.120534	.1303796	8.59	0.000	.8649952	1.376074
c12	0 (omitted)					
_cons	-4.096459	.9019706	-4.54	0.000	-5.864289	-2.328629
sigma_u	0					
sigma_e	.06079131					
rho	0 (fraction of variance due to u_i)					

Random-effects GLS regression
Group variable: Country_id

Number of obs = 76
Number of groups = 12

R-squared:
Within = 0.0553
Between = 0.8973
Overall = 0.7311

Obs per group:
min = 2
avg = 6.3
max = 7

corr(u_i, X) = 0 (assumed)

Wald chi2(2) = 83.90
Prob > chi2 = 0.0000

ln_mbb	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
ln_MNO	.0333624	.0156521	2.13	0.033	.0026849	.0640399
ln_gdppc	.2547614	.0345798	7.37	0.000	.1869863	.3225365
_cons	-3.16628	.2834842	-11.17	0.000	-3.721899	-2.610661
sigma_u	.04797378					
sigma_e	.08740701					
rho	.23150337 (fraction of variance due to u_i)					

Random-effects GLS regression
 Group variable: Country_id

Number of obs = 76
 Number of groups = 12

R-squared:
 Within = 0.2423
 Between = 1.0000
 Overall = 0.9872

Obs per group:
 min = 2
 avg = 6.3
 max = 7

corr(u_i, X) = 0 (assumed)

Wald chi2(13) = 4790.24
 Prob > chi2 = 0.0000

ln_HHI_Mobile	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
ln_independ~t	-.0474173	.0109227	-4.34	0.000	-.0688254	-.0260092
ln_gdppc	-.0078265	.046446	-0.17	0.866	-.098859	.0832061
c1	.2926719	.0284874	10.27	0.000	.2368375	.3485062
c2	.0400469	.031872	1.26	0.209	-.0224212	.1025149
c3	.0641796	.0414922	1.55	0.122	-.0171435	.1455028
c4	.4629362	.0177367	26.10	0.000	.4281729	.4976995
c5	.2435207	.0337491	7.22	0.000	.1773737	.3096677
c6	.7617328	.0231732	32.87	0.000	.7163142	.8071514
c7	.0827949	.0293895	2.82	0.005	.0251926	.1403971
c8	.2656163	.0259733	10.23	0.000	.2147095	.3165231
c9	.6598918	.0257826	25.59	0.000	.6093589	.7104247
c10	.4612293	.0560006	8.24	0.000	.3514702	.5709885
c11	.0942786	.044235	2.13	0.033	.0075795	.1809776
c12	0 (omitted)					
_cons	8.334061	.4019916	20.73	0.000	7.546171	9.12195
sigma_u	0					
sigma_e	.02818043					
rho	0 (fraction of variance due to u_i)					

Tabla 4.11 Modelos econométricos con la variable dependiente asequibilidad del móvil.

Random-effects GLS regression
 Group variable: Country_id

Number of obs = 64
 Number of groups = 12

R-squared:
 Within = 0.1025
 Between = 0.6769
 Overall = 0.6907

Obs per group:
 min = 1
 avg = 5.3
 max = 6

corr(u_i, X) = 0 (assumed)

Wald chi2(2) = 30.20
 Prob > chi2 = 0.0000

ln_afforda~y	Coefficient	Std. err.	z	P> z	[95% conf. interval]	
ln_towers	-.3267791	.1215102	-2.69	0.007	-.5649346	-.0886235
ln_gdppc	-.982563	.2537373	-3.87	0.000	-1.479879	-.485247
_cons	12.34322	2.219913	5.56	0.000	7.992275	16.69417
sigma_u	.51947285					
sigma_e	.22940465					
rho	.83680621 (fraction of variance due to u_i)					

