



# Evaluando el impacto de la estructura de mercado sobre la innovación y la calidad

Impulsando la banda ancha móvil en Centroamérica

ANEXOS



La GSMA representa los intereses de los operadores móviles de todo el mundo, reuniendo a casi 800 operadores y más de 300 compañías del ecosistema móvil en general. Estas compañías incluyen fabricantes de teléfonos y de dispositivos móviles, empresas de software y proveedores de equipos como también organizaciones que representan sectores adyacentes de la industria. La GSMA también organiza el Mobile World Congress, el Mobile World Congress de Shanghai, Mobile World Congress Americas, y la serie de Conferencias Mobile 360.

Para más información, visite el sitio corporativo de la GSMA en [www.gsma.com](http://www.gsma.com)

Siga a la GSMA en Twitter: [@GSMA](https://twitter.com/GSMA)

GSMA Latin America es el brazo de la GSMA en la región.

Para más información en inglés, español y portugués visite [www.gsmala.com](http://www.gsmala.com)

Siga a GSMA LA en Twitter: [@GSMALatam](https://twitter.com/GSMALatam)

## GSMA Intelligence

GSMA Intelligence es la fuente de referencia para datos, análisis y previsiones de los operadores móviles de todo el mundo, y publica informes y estudios acreditados sobre el sector. Nuestros datos abarcan todos los grupos de operadores, redes y MVNO de todos los países del mundo, desde Afganistán hasta Zimbabue, y constituyen el conjunto más completo y preciso disponible de parámetros de la industria, con millones de puntos de datos individuales que se actualizan cotidianamente. Operadores, distribuidores, reguladores, instituciones financieras y terceras partes líderes de la industria confían en la información de GSMA Intelligence para respaldar sus decisiones estratégicas y planificar sus inversiones a largo plazo. Los datos de GSMA constituyen un punto de referencia para el sector y son citados con frecuencia por los medios y por la propia industria. Nuestro equipo de analistas y expertos elaboran regularmente informes influyentes basados en estudios de diversas facetas de la industria.

Para más información visite [www.gsmaintelligence.com](http://www.gsmaintelligence.com)

[info@gsmaintelligence.com](mailto:info@gsmaintelligence.com)

### **Autores**

Xavier Pedrós, Economista

Pau Castells, Director de Análisis Económico

Serafino Abate, Director de Economía de la Competencia

Lucrecia Corvalan, Gerente de Regulación para América Latina



# Anexos

<b>Anexo 1. Análisis comparado en Política de Defensa de la Competencia</b>	<b>2</b>
1.1 Control de fusiones	3
1.2 Prácticas que se pueden considerar abuso de posición dominante	5
<b>Anexo 2. Análisis comparado de regulaciones minorista y mayorista</b>	<b>6</b>
<b>Anexo 3. Uso de umbrales por las autoridades de competencia de Estados Unidos y España</b>	<b>10</b>
<b>Anexo 4. Impacto de la competencia sobre la inversión</b>	<b>12</b>
4.1 Estrategia empírica	13
4.2 Datos	16
4.3 Resultados y diagnósticos	17
<b>Anexo 5. Impacto de la estructura de mercado sobre las velocidades de descarga 4G</b>	<b>19</b>
5.1 Estrategia empírica	20
5.2 Datos	21
5.3 Resultados y diagnósticos	24
<b>Anexo 6: Evolución del HHI por país</b>	<b>30</b>



---

# Anexo 1

---

## Análisis comparado en Política de Defensa de la Competencia

---



## 1.1 Control de fusiones

Tabla A1

	Panamá	Costa Rica	El Salvador
<b>Prohibición de fusión (por defecto)</b>	Sí. Distinción entre operadores Tipo A/B.	No	No
<b>Inicio de valoración</b>	No se establece en la LC un criterio. Autoridad puede verificar la fusión que estime. El plazo es de hasta 60 días.	Obligación de autorización siempre. Autoridad tiene plazo de 30 días.	Obligación de autorización cuando activos totales excedan 50.000 salarios mínimos anuales urbanos en la industria o cuando ingresos totales exceden 60.000 salarios urbanos. Autoridad tiene plazo de 90 días.
<b>Índices de concentración y cuotas</b>	No se establecen cuotas específicas.	No se establecen cuotas específicas.	No se establecen cuotas específicas.
<b>Eficiencias</b>	<b>Eficiencias explícitamente previstas</b>	Se reconoce (Art. 56 LR): a) Ganancias de eficiencia como ahora las economías de escala; b) <i>Failing-firm defence</i> .	Se reconoce (Reglamento Art. 14 LC): a) Ahorros para producir la misma cantidad del bien a menor costo; b) Menores costos si se producen más servicios de forma conjunta; c) Disminución significativa de los gastos administrativos; d) Transferencia de tecnología o conocimiento de mercado; e) Disminución del costo de producción o comercialización derivada de la expansión de una red de infraestructura o distribución.
	<b>Requisitos para aceptación</b>	Imposibilidad de alcanzarse por otros medios (Art. 56 LR).	a) Verificabilidad; b) Inherentes a la concentración; c) Trasladables a los consumidores (Reglamento Art. 14 LC).
	<b>Remedios</b>	Previsiones generales sobre uso de medidas correctivas.	Previsiones específicas de remedios. <sup>1</sup>

Fuente: GSMA Intelligence, basado en análisis de Leyes de Regulación Telecomunicaciones (LR), Leyes de Competencia (LC) y sus respectivos reglamentos. Ver Tabla 8 para fuentes.

1. Cesión, traspaso o venta de activos o derechos; separación o escisión de operador; limitaciones de prestar determinados servicios o geografías: restricción a nuevas fusiones; modificación de contratos (Art. 57 LR).

Tabla A1 continuada

		Honduras	Nicaragua
	<b>Prohibición de fusión (por defecto)</b>	No	No
	<b>Inicio de valoración</b>	Obligación de autorización cuando activos conjuntamente excedan 10.000 salarios mínimos; cuando las ventas excedan 15.000 salarios mínimos; o bien cuando representen 20% del mercado relevante.	Obligación de notificar concentraciones de agentes que combinan más de 25% del mercado relevante o ingresos superiores a 642.857 salarios mínimos. Autoridad tiene plazo de hasta 60 días.
	<b>Índices de concentración y cuotas</b>	No se establecen cuotas específicas.	No se establecen cuotas específicas.
<b>Eficiencias</b>	<b>Eficiencias explícitamente previstas</b>	Se reconoce (Reglamento Art. 6 LC): a) Ahorros que permitan producir la misma cantidad del bien a menor costo; b) Menores costos si se producen más servicios de forma conjunta; c) Disminución de los gastos administrativos; d) La innovación, transferencia tecnológica e información comercial; e) La disminución del costo de producción derivada de la expansión de una red de infraestructura o distribución; f) <i>Failing-firm defence</i> (Art 17.4 LC).	Se reconoce (Reglamento Art. 23 LC): a) Ahorros que permitan producir la misma cantidad del bien a menor costo; b) Menores costos si se producen más servicios de manera conjunta; c) Disminución de los gastos administrativos; d) Transferencia de tecnología o conocimiento de mercado; e) Disminución del costo de producción o comercialización derivada de la expansión de una red de infraestructura o distribución.
	<b>Requisitos para aceptación</b>	Beneficios directos al consumidor (Reglamento Art. 6 LC).	a) Beneficios directos al consumidor; b) Imposibilidad de alcanzarse por otros medios; c) Que no resulte en una reducción de la oferta (Art. 27 LC).
	<b>Remedios</b>	Previsiones generales sobre uso de medidas correctivas.	Previsiones generales sobre uso de medidas correctivas.

Fuente: GSMA Intelligence, basado en análisis de Leyes de Regulación Telecomunicaciones (LR), Leyes de Competencia (LC) y sus respectivos reglamentos. Ver Tabla 8 para fuentes.



## 1.2 Prácticas que se pueden considerar abuso de posición dominante

Más allá del control de fusiones, la Política de Defensa de la Competencia permite a las autoridades públicas actuar cuando un operador que tiene posición dominante realiza acciones que puedan restringir la competencia. Las prácticas que pueden ser potencialmente sancionadas pueden ser acuerdos entre competidores o bien acuerdos entre no competidores.

Tabla A2

		Panamá	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua
<b>Entre competidores</b>	Precios o cantidades	LC	LC y LR	LC	n.a.	LC	LC
	División o distribución de segmentos o geografías del mercado	LC	LC y LR	LC		LC	LC
	Posiciones sobre licitaciones, subastas de bienes públicos	LC	LC y LR	LC		LC	LC
<b>Entre no competidores</b>	Distribución exclusiva	LC	LC y LR	LC		LC	LC
	Negativa de suministro	LC	LC	No prohibido		LC y LR	LC
	Venta sujeta a no comprar, adquirir, vender o servir otro servicio	LC	LC y LR	LC		LC	LC
	Venta sujeta a comprar, adquirir, vender o servir otro servicio	LC	LC y LR	LC		LC y LR	LC
	Ejercer presión a tercer agente para disuadir/obligar conducta	LC	LC y LR	No prohibido		LC	LC
	Aplicar a terceros contratantes condiciones desiguales de prestación	No prohibido	LC y LR	No prohibido		LR	LC
	<i>Retail Price Maintenance</i>	No prohibido	LC y LR	No prohibido		No prohibido	LC
<b>Respecto los consumidores</b>	Precios predatorios	LC	LC y LR	LC		LC y LR	LC
	Limitar producción, distribución o venta para favorecer posición	LC	No prohibido	No prohibido		LC	LC
	Retirada de suministro	No prohibido	No prohibido	No prohibido	LR	No prohibido	
	Subsidios cruzados	LR	LR	No prohibido	LR	LR	
	Vinculación o atadura ( <i>tying</i> )	No prohibido	No prohibido	No prohibido	LR	No prohibido	

LC: Prohibido en la Ley de Competencia; LR: Prohibido en la Ley de Regulación.

Fuente: GSMA Intelligence, basado en análisis de Leyes de Telecomunicaciones, Leyes de Competencia y sus respectivos reglamentos. Ver Tabla 8 para fuentes.



---

# Anexo 2

---

Análisis comparado de regulaciones minorista y mayorista

---



Tabla A3

		Panamá	Costa Rica	El Salvador	
Regulación del mercado minorista	<b>Regulación de niveles precios</b>	<b>No.</b> Regulador puede establecer tarifas si considera falta de competencia. Actualmente se ha declarado la competencia efectiva (telefonía móvil y fija), si bien en telefonía fija se regula una tarifa de Servicio Universal.	<b>No.</b> Regulador puede establecer tarifas tope si considera que no hay competencia efectiva. Actualmente se ha establecido competencia efectiva en telefonía móvil (regulación persiste en telefonía fija).	Voz: <b>Sí.</b> Regulador puede establecer tarifas si considera falta de competencia efectiva. Actualmente se regulan topes tarifarios en base a metodología de costos bottom up (telefonía móvil y fija) Datos: <b>No.</b> Actualmente proyecto en discusión para introducir regulación de precios.	
	<b>Regulación de niveles de calidad</b>	<b>Sí.</b> Recientemente se han establecido parámetros para garantizar velocidades de internet. En servicio móvil y fijo también existen normativas sobre metas.	<b>Sí.</b> En datos velocidad mínima de 256 Kbps una vez consumido la capacidad contratada. También existen otros indicadores en voz y datos.	<b>No.</b> El Regulador inició recientemente un proceso de consulta para emitir normativa.	
	Prohibiciones sobre discriminación tarifaria	<b>Discriminación tarifas en general</b>	<b>Sí.</b> Tarifas deben ser equitativas, homogéneas y no discriminatorias.	<b>No</b>	<b>No</b>
		<b>Subsidios cruzados</b>	<b>Sí.</b> Tarifas no se pueden subsidiar.	<b>Sí</b>	<b>No</b>
		<b>Vinculación de servicios</b>	<b>No</b>	<b>No</b>	<b>No</b>
Regulación del mercado mayorista	<b>Regulación de precio de interconexión</b>	<b>No</b>	<b>No,</b> pero negociado bajo guía regulatoria.	<b>Sí.</b> El Regulador establece directamente el precio.	

Tabla A3 continuada

		Guatemala	Honduras	Nicaragua	
Regulación del mercado minorista	<b>Regulación de niveles precios</b>	<b>No.</b> Libremente negociadas, sin aprobación (telefonía móvil y fija).	<b>Voz: Sí.</b> Regulador puede establecer tarifas si considera falta de competencia efectiva. Actualmente se regulan topes tarifarios en base a metodología de costos marginales a largo plazo (telefonía móvil y fija). <b>Datos: No.</b>	<b>Sí.</b> Regulador puede autorizar tarifas, emitiendo periódicamente informe indicando servicios dónde no hay necesidad de aprobación. Actualmente fijación de tarifas topes en voz (telefonía móvil y fija).	
	<b>Regulación de niveles de calidad</b>	<b>No</b>	<b>Sí.</b> Respecto datos y voz: parámetros para caudal, latencia, pérdida de paquetes, tiempos de respuesta o nivel de señal, entre otros.	<b>No</b>	
	<b>Prohibiciones sobre discriminación tarifaria</b>	<b>Discriminación tarifas en general</b>	<b>No</b>	<b>Sí.</b> Obligación de tarifas homogéneas y uniformes.	<b>Sí.</b> Tarifas justas y no discriminatorias en una misma categoría de usuarios.
		<b>Subsidios cruzados</b>	<b>No</b>	<b>Sí.</b> Tarifas no se pueden subsidiar.	<b>Sí.</b> Tarifas no se pueden subsidiar.
		<b>Vinculación de servicios</b>	<b>No</b>	<b>Sí.</b> Prohibición de vincular servicios.	<b>No</b>
Regulación del mercado mayorista	<b>Regulación de precio de interconexión</b>	<b>No</b>	<b>No,</b> pero negociado bajo guía regulatoria. Si no se logra acuerdo, los precios los fija el regulador.	<b>No,</b> pero negociado bajo guía regulatoria. Si no se logra acuerdo, los precios los fija el regulador.	

## Notas

### Panamá

- Sobre regulación estructural. La distinción entre operadores de Tipo A y Tipo B se establece en la Ley de Telecomunicaciones de 1996 (Artículo 7).
- Sobre regulación de precios. Las tarifas pueden estar determinadas por Regulador cuando se cumplen unos requisitos sobre falta de competencia, de acuerdo a la Ley de Telecomunicaciones de 1996 (Artículo 38).<sup>2</sup> Las únicas tarifas que tienen regulación son las tarifas de Servicio Universal que presta el operador dominante Cable & Wireless. Este operador puede ofrecer las tarifas que estime, pero está obligado a mantener dentro de su oferta una tarifa de telefonía fija regulada.
- Sobre regulación de calidad. El regulador ha establecido una serie de principios orientados a regular las velocidades ofrecidas en internet móvil, mediante la Resolución AN No/1370-Telco., en junio de 2017. Las metas de calidad de servicio son 16 y se desarrollan en el Anexo B de cada contrato de concesión. Hay metas para los servicios fijos y móviles (Resolución JD-4000, Resolución AN No. 950- Telco, AN No. 2442-Telco).
- Sobre discriminación de tarifas. El principio sobre discriminación tarifaria se establece en la Ley de Telecomunicaciones de 1996 (Artículo 39).
- Sobre subsidios cruzados. El principio sobre subsidios cruzados se establece en la Ley de Telecomunicaciones de 1996 (Artículo 38).

2. Los casos en que se pueden fijar tarifas incluyen cuando hay un solo operador a nivel nacional o en una zona en concreto; cuando hay prácticas anticompetitivas (Art. 38)

## Notas

### Costa Rica

- Sobre la regulación de precios. Se establece la posibilidad de que se regulen las tarifas mediante topes de precio u otra metodología, en la Ley General de Telecomunicaciones de 2008 (Artículo 50). Previo a septiembre de 2017, la regulación de precios aplicó tanto para prepago como postpago en todos los servicios. Para el servicio de datos móviles, aplicó tarifa por descarga en prepago, y tarifa plana en postpago. A partir de septiembre de 2017 se declaró que el mercado minorista era de competencia efectiva.
- Sobre la regulación de calidad. Para el servicio de datos móviles, la velocidad mínima se estableció por parte del Regulador como resultado de una orden del Tribunal Constitucional (RCS 255 2017, RCS 256 2017). A partir del 19 de febrero 2018 entra en vigencia la nueva versión del reglamento de Prestación y Calidad de los Servicios, que contempla indicadores comunes para todos los servicios e indicadores particulares para servicios móviles. Los niveles de calidad mínimos están establecidos se establecen en este reglamento, y la SUTEL evalúa el cumplimiento de estos parámetros 2 veces al día.
- Sobre subsidios cruzados. El principio se establece en la Ley General de Telecomunicaciones de 2008 (Artículo. 50).
- Sobre el precio de interconexión. El principio se establece en la Ley General de Telecomunicaciones de 2008 (Artículo 61).

### El Salvador

- Sobre nivel de precios. El principio de que el Regulador establece los topes máximo de tarifas básicas de servicio público de telefonía fija y móvil, en base a metodología reconocida por la UIT se establece en la Ley de Telecomunicaciones de 1997 (Artículo 8). La regulación actual sobre precios comprende las tarifas de voz móvil-móvil, móvil-fijo, fijo-fijo y fijo-móvil (todas ON NET y OFF NET).<sup>3</sup>
- Sobre el precio de interconexión. La fijación de precios por parte del Regulador se establece en la Ley de Telecomunicaciones de 1997 (Artículo 109).

### Guatemala

- Sobre regulación de precios. El principio de no regulación de precios se establece en la Ley de Telecomunicaciones de 1996 (Artículo 22).

### Honduras

- Sobre el nivel de precios. El principio de que las tarifas son reguladas siempre que se determine que los servicios no se prestan en competencia se establece en la Ley Marco del Sector de Telecomunicaciones de 1997 (Artículo 31). Se regulan las tarifas de telefonía fija y móvil, nacional e internacional, así como los servicios portadores. La metodología para fijar el tope tarifario se introdujo en el Reglamento General artículo 259 y en la Resolución NR028/99, Artículo 28.<sup>4</sup>
- Sobre la regulación de calidad. Los parámetros de calidad sobre datos y voz se fijan en la Resolución NR004/11. En esta resolución se regulan parámetros para caudal, latencia, pérdida de paquetes, tiempos de respuesta o nivel de señal. También existe regulación sobre los tiempos de respuesta, el nivel de señal radioeléctrica, la probabilidad de bloqueo, la completación de llamadas y la retenibilidad del servicio.
- Sobre discriminación de tarifas. Las normas sobre discriminación tarifaria son establecidas en la Ley Marco del Sector de Telecomunicaciones de 1997 (Artículo 32) y en el Reglamento (Artículo 212D).
- Sobre vinculación de servicios. La prohibición se establece en el Reglamento General que desarrolla la Ley Marco del Sector de Telecomunicaciones de 1997 (Artículo 212).
- Sobre el precio de interconexión. El principio se establece en la Ley Marco del Sector de Telecomunicaciones (Artículo 34) y en la Resolución NR008/03 (Artículo 45).

### Nicaragua

- Sobre regulación de precios. El principio de autorización de tarifas se establece en la Ley General de Telecomunicaciones y Servicios Postales de 1996 (Artículos 78-79).
- Sobre discriminación de tarifas. El principio sobre discriminación tarifaria se establece en la Ley General de Telecomunicaciones y Servicios Postales de 1996 (Artículos 78-79).
- Sobre subsidios cruzados. El principio sobre subsidios cruzados se establece en la Ley General de Telecomunicaciones y Servicios Postales de 1996 (Artículos 78-79).
- Sobre el precio de interconexión. El principio sobre guía regulatoria en precios de interconexión se establece en la Ley General de Telecomunicaciones y Servicios Postales de 1996 (Artículo 85).

3. No se regulan tarifas de datos, SVA, internacionales, roaming o SMS.

4. La última actualización al respecto corresponde a la Resolución NR012/12, dónde se establecen topes para las comunicaciones con origenación fija y terminación móvil, comunicación con Origenación Móvil Celular o PCS y Terminación Telefonía fija y para las comunicaciones con Origenación Móvil Celular o PCS y terminación móvil (prepago y postpago).



# Anexo 3

Uso de umbrales por las autoridades de competencia de Estados Unidos y España



Tabla A4

## Estados Unidos: Recomendaciones de la FTC

HHI	Incremento	Recomendación
Menos de 1500	Cualquiera	Aprobar
Entre 1500 y 2500	Menos de 100	Aprobar
Entre 1500 y 2500	Más de 100	Concentración moderada: debe ser evaluada. Con altas posibilidades de ser aprobada.
Más de 2500	Menos de 100	Concentración alta: debe ser evaluada. Con posibilidades de ser aprobada.
Más de 2500	Entre 100 y 200	Concentración alta: debe ser evaluada. Con algunas posibilidades de ser aprobada.
Más de 2500	Más de 200	Altamente concentrada: debe ser evaluada. Se presume poder de mercado, pocas posibilidades de ser aprobada.

Tabla A5

## España: Recomendaciones de la CNMC

HHI	Incremento	Efecto para la competencia
Menos de 1000	Cualquiera	Seguro
Entre 1000 y 2000	Menos de 250	Seguro
Entre 1000 y 2000	Más de 250	Representa peligro
Más de 2000	Menos de 150	Seguro
Más de 2000	Más de 150	Representa peligro



---

# Anexo 4

---

Impacto de la competencia sobre la inversión

---





Para estudiar el impacto de la intensidad de la competencia sobre los niveles de inversión se ha construido un modelo de inversión por operador. En este modelo, la inversión por operador se explica en base a una serie de factores de demanda y de oferta, entre los cuales el impacto de cambios en los niveles

de intensidad de competencia experimentada por cada operador. Con el modelo que se define en este anexo, los parámetros se estiman mediante análisis econométrico de un panel de datos que incorpora países de Centroamérica y de Sudamérica.

## 4.1 Estrategia empírica

### Medición de competencia

Se calcula un Índice de intensidad de competencia en base al índice Lerner de poder de monopolio a nivel de empresa, que se puede expresar como se indica en la Ecuación 1 – donde  $\theta_i$  denota la intensidad de competencia percibida por el operador  $i$ . El índice Lerner describe la intensidad de competencia como la distancia del precio existente en el mercado respecto al precio que prevalecería en un mercado en competencia perfecta. Esto se mide como la diferencia entre los precios existentes y los costos marginales, asumiéndose que la competencia es más intensa cuando estos dos indicadores son más próximos.<sup>5</sup>

$$\text{Ec. 1 } \theta_i = 1 - \frac{P_i - C_i}{P_i}$$

Calcular el Índice de intensidad de competencia requiere información sobre precios ( $P_i$ ) y sobre costos marginales ( $C_i$ ) por minuto de voz y por megabyte de datos del operador  $i$ . Sin embargo, tanto los precios como los costos no son directamente observables debido a limitaciones de datos. En su lugar, bajo la presunción de bienes homogéneos y de costos marginales constantes, la ratio de beneficios de explotación en relación a los ingresos totales es una aproximación válida del índice Lerner de poder de mercado. Hounghonon & Jeanjean (2016b) proporcionan una justificación detallada del uso de este indicador en mercados oligopolísticos. Así, el Índice de intensidad de competencia se calcula como en la Ecuación 2:

$$\text{Ec. 2 } \theta_{ijq} = 1 - \frac{\text{Ebtida}_{ijq}}{\text{Ingresos}_{ijq}}$$

*Ebtida* del operador  $i$  del país  $j$ , el beneficio de explotación, recoge los ingresos antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización durante el trimestre  $q$  de un año determinado. Es decir, es la diferencia entre ingresos y gastos operativos, excluyendo las partes de impuestos, pagos de intereses la depreciación y amortización de activos. La variable *Ingresos* es la suma de los ingresos generados por la provisión de servicios de telefonía móvil y de las ventas de dispositivos móviles. Los ingresos por provisión de servicios de telefonía móvil incluyen ingresos por servicios de voz, datos, cargos por *roaming* e ingresos por interconexión.

El uso de esta medición de competencia tiene dos ventajas, frente a índices de concentración (por ejemplo, el HHI, el Índice de Dominancia o el Índice de Concentración, entre otros).

- Por un lado, es una medición de competencia que permite capturar la cercanía de los operadores en competencia (es decir, mide, para cada operador, el punto hasta que este se puede comportar de forma independiente). Esto es en frente a mediciones como el HHI, que presume que todos los operadores son competidores con la misma cercanía unos a otros.
- Por otro lado, este es un indicador de competencia a nivel operador, mientras que los índices de concentración son únicos para todos los operadores dentro de un mercado. Esto permite una mejor especificación del modelo y proporciona más variabilidad en el panel de datos.

5. Frente a las medidas de concentración, como el HHI, este indicador tiene la ventaja que captura mejor la proximidad de la competencia entre operadores. Esto es porque, por ejemplo, el cálculo del HHI para dos mercados con misma distribución de cuotas de mercado resultará en mismo indicador de competencia. En cambio, el cálculo de dos índices Lerner en estos dos mercados puede ser diferente en los dos mercados en tanto en que los operadores de un mercado produzcan servicios que compiten más intensamente entre ellos (y así se refleje entre la distancia entre precios y costes). También, el uso del índice Lerner permite tener datos de competencia a nivel de operador, así dando más variabilidad al análisis.

## Medición de inversión

La inversión en infraestructura de red se mide en este análisis mediante dos variables: el logaritmo de inversión en bienes de capital, o CAPEX; y el logaritmo de CAPEX por suscriptor. Esta medida de inversión incluye los gastos en la compra de activos tangibles y el mantenimiento de estos dentro de un marco temporal más allá del año fiscal. La medida de CAPEX también, en parte, incorpora pagos recurrentes por licencias.

El uso de CAPEX tiene tres limitaciones. Por un lado, es una variable que tiene temporalidad, relacionada con la fluctuación en ciclos de inversión. Esto dificulta crear modelos de predicción en tanto en que estos deben incorporar la variación en CAPEX determinada por el ciclo en que se encuentra – e.g., ciclo de expansión o contracción del gasto. En segundo lugar, uso de CAPEX a nivel comparativo entre países puede tener sesgos creados por diferencias metodológicas en términos de contabilidad. Finalmente, el uso de CAPEX puede ser a veces problemático si se comparan operadores convergentes con operadores sólo móviles.

Aún con estas limitaciones, el uso de CAPEX es habitual en la reciente literatura que ha investigado los determinantes de la inversión en el mercado de la telefonía móvil (CERRE, 2015; Hounghonon & Jeanjean, 2016a y 2016b; HSBC, 2015).

## Estimación consistente con endogeneidad

La Ecuación 3 muestra una estimación con OLS simple donde se asume exogeneidad estricta en la relación entre competencia y CAPEX. Para poder capturar la potencial relación no lineal entre competencia e inversión, a parte del término de competencia  $\theta_{ijq}$  se añade el factor cuadrático  $\theta_{ijq}^2$ .

$$\text{Ec. 3 } \text{LogCAPEX}_{ijq} = \gamma_0 + \gamma_1 \theta_{ijq} + \gamma_2 \theta_{ijq}^2 + \gamma \mathbf{X}_{jq} + \mu_q + \mu_j + \varepsilon_{ijq}$$

Con esta especificación, se puede derivar el efecto marginal de la competencia sobre la inversión (Ecuación 4). Una estimación consistente con una U invertida daría como resultados un coeficiente  $\gamma_1$  positivo, mientras que  $\gamma_2$  resultaría negativo. Así, a niveles bajos de competencia, el coeficiente  $\gamma_1$  predominaría, resultando en un efecto marginal igualmente positivo. A niveles altos de competencia, sin embargo, el segundo término más que compensaría el impacto en la dirección opuesta. La Ecuación 4 implica que el punto de competencia que

coincide con el punto máximo de inversión, en la U invertida, es  $\theta_{ijq}$  (Ecuación 5).

$$\text{Ec. 4 } \frac{d\text{LogCAPEX}_{ijq}}{d\theta_{ijq}} = \gamma_1 + 2\gamma_2 \theta_{ijq}$$

$$\text{Ec. 5 } \theta_{ijq}^* = -\gamma_1 / 2\gamma_2$$

El modelo de inversión incluye un vector de factores de control  $\mathbf{X}_{jq}$

Se recogen los shocks sobre CAPEX creados por la acumulación de espectro de cada operador. Dadas la limitada desagregación de los datos disponibles, esto se mide mediante el espectro total de cada país. Por lo tanto, esto constituye una proxy que asume una distribución igual de espectro entre operadores.

También se incorpora un conjunto de variables macroeconómicas. Entre estas, el logaritmo de la *densidad de población* para controlar por diferencias en inversión generadas por diferencias en costos. Se añade el logaritmo de los *ingresos por cápita* para capturar diferencias en voluntad a pagar en la demanda que los operadores sirven en cada país. Finalmente, el modelo también permite controlar por diferencias de inversión causadas por diferentes tamaños de mercado potencial, mediante la inclusión del logaritmo de la *población en edad de trabajo*. Esto último se incorpora como sustitución del número de suscriptores de cada operador, que se considera que puede ser más endógeno a la inversión.

También se recogen efectos fijos por trimestre ( $\mu_q$ ) y por país ( $\mu_j$ ):

$\mu_q$  Recoge shocks de inversión específicos del trimestre q para un año determinado. Esto se aplica mediante variables binarias individuales, para cada uno de los trimestres con el panel en el que se estima el modelo (es decir, efectos trimestrales fijos). Los coeficientes de estas variables capturan cambios de CAPEX inducidos por factores no observados constantes en todos los operadores. Estos shocks son, por ejemplo, las progresivas reducciones de CAPEX causadas por las mejoras tecnológicas y productivas que ocurren simultáneamente en los diferentes mercados analizados; o los incrementos en CAPEX derivados de ciclos simultáneos de inversión, en tanto en que los ciclos de expansión de red estén aproximadamente sincronizados.



$\mu_j$  Son efectos fijos cada país  $j$  orientados a controlar por factores específicos de cada mercado constante en el tiempo. Se incorporan como variables binarias que toman valor 1 si el operador  $i$  se encuentra en el mercado  $j$ . De este modo, un elemento clave que queda incorporado son las diferencias en geografía, que puedan generar diferencias importantes en costos de despliegue de infraestructura. Idealmente,  $\mu_j$  debería incorporarse a nivel de operador ( $\mu_i$ ) para controlar también por factores específicos no observados de cada operador. Sin embargo, el panel que se analiza no es completo, y se necesitan dos instrumentos que varíen entre operadores y trimestres para identificar el impacto causal de competencia sobre inversión a nivel operador. En este contexto, los efectos fijos por operador se tienen que asumir como constantes por cada mercado – así, reemplazos por efectos fijos por país.

La estimación de los parámetros de la Ecuación 3 puede venir sesgada por la simultaneidad de esta relación. Es decir, por un lado, la competencia puede afectar la variación de CAPEX mediante las diferentes hipótesis planteadas en la Sección 3.1. Sin embargo, por otro lado, las inversiones de los operadores, a su vez, también afectan los niveles de competencia – por ejemplo, porque esta crea diferenciación de producto.

Para estimar los parámetros con consistencia con la restricción de exogeneidad, se utiliza un enfoque de Variable Instrumental. Se emplean dos Variables Instrumentales para predecir la competencia experimentada por cada operador: (i) el año de lanzamiento del operador; (ii) y el segundo lag de competencia. Respecto el primer instrumento, se espera que la intensidad competitiva sea menor conforme un operador tenga más tiempo desde el punto de lanzamiento, mientras que esto debería de ser exógeno a la inversión.<sup>6</sup> Respecto el lag de competencia, se espera que esta constituya una variable relativamente más exógena respecto a la inversión (teniendo en cuenta la naturaleza cíclica de la inversión). Estos dos instrumentos son en línea con las especificaciones propuestas en Hounghon & Jeanjean (2016b) y HSBC (2015).

Con este enfoque, la estimación se implementa en dos fases, como en un procedimiento habitual de 2SLS. En la Fase 1, se estiman los determinantes de competencia de  $\theta_{ijq}$  y  $\theta_{ijq}^2$  a partir de las variables instrumentales (Ecuaciones 6 y 7).

$$\text{Ec. 6 } \theta_{ijq} = \tau_0 + \tau_1 \text{ Año Lanzamiento}_{ij} + \tau_2 \theta_{ijq-2} + \pi X_{ijq} + \mu_i + \mu_j + \varepsilon_{ijq}$$

$$\text{Ec. 7 } \theta_{ijq}^2 = \tau_0 + \tau_1 \text{ Año Lanzamiento}_{ij} + \tau_2 \theta_{ijq-2} + \pi X_{ijq} + \mu_i + \mu_j + \varepsilon_{ijq}$$

Con esto, se recogen las predicciones del modelo para  $\theta_{ijq}$  y  $\theta_{ijq}^2$ , y estos valores luego se insertan en la Ecuación 3.

### Detalles de la estimación y tests de robustez

El modelo se estima mediante Método General de los Momentos con Variable Instrumental (IV-GMM).<sup>7</sup> Los errores estándar son robustos a heteroscedasticidad y autocorrelación arbitrarias, dentro de los operadores<sup>2</sup> de un mismo país.<sup>8</sup> La autocorrelación se considera en este caso un aspecto relevante a tener en cuenta, debido la naturaleza cíclica de la inversión – i.e., dónde un error positivo (negativo) en tiempo  $t$  se relaciona con un error positivo (negativo) en tiempo  $t + 1$ , para cada país.

Para comprobar el enfoque de Variable Instrumental, se realizan un seguido de pruebas:

- Antes de aplicar el enfoque con Variable Instrumental, se comprueba si las variables de competencia son endógenas a la inversión. Esto se realiza con un test de Durbin-Wu-Hausman.
- Después de aplicar el enfoque de Variable Instrumental, se comprueba la endogeneidad de los regresores potencialmente endógenos. Esto se realiza calculando un Estadístico C, definido como la diferencia entre dos estadísticos Sargan-Hansen.<sup>9</sup>
- Se comprueba si los instrumentos son suficientemente fuertes, i.e., si se encuentran correlacionados con los regresores endógenos más allá de una correlación débil. Para ello se analiza si el estadístico F Cragg-Donald Wald es superior a los valores críticos de Stock y Yogo.<sup>10</sup>
- Finalmente, se realiza un test para determinar si la ecuación está exactamente identificada o si se encuentra sub-identificada; es decir, si los instrumentos son relevantes. Para ello se calcula un estadístico Hansen J.

6. A mayor tiempo desde el lanzamiento del operador, se esperaría que el operador desarrolle mejor operativa, haya ampliado su escala, mejorado su infraestructura y conocimiento del mercado. Estos factores deberían permitir a un operador tener un índice Lerner más alto (i.e., mayor distancia entre precios y costos marginales) o, lo que es lo mismo, un índice de intensidad de competencia inferior. También, el operador con más años en un mercado es incumbente, generalmente, con mayores márgenes.

7. Implementado en STATA mediante el paquete ivreg2 y la opción gmm2s.

8. Implementado en STATA mediante el paquete ivreg2 y la opción cluster().

9. Implementado en STATA con la opción endog del paquete ivreg2.

## 4.2 Datos

Se emplean datos trimestrales de inversión por operador y mediciones de competencia para 13 mercados de Centro y Sudamérica, y 26 operadores. Debido a disponibilidad limitada de datos sobre CAPEX y de EBITDA, en este estudio se incluyen los mercados de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile,

Colombia, Ecuador, El Salvador, México, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela. Se analizan períodos diferentes para cada operador según la disponibilidad de datos, dentro de los años 2001 a 2016. Las fuentes se recogen en la Tabla A6.

Tabla A6

### Fuentes de datos

Variable	Nivel de datos	Fuente	Notas
EBITDA	Por operador, por trimestre	GSMA Intelligence	Basado en datos públicos reportados por cada operador en sus informes trimestrales o anuales
CAPEX	Por operador, por trimestre	GSMA Intelligence	Basado en datos públicos reportados por cada operador en sus informes trimestrales o anuales. Cuando los datos no son reportados, los datos de CAPEX pueden haber sido estimados mediante modelos de inversión de GSMA Intelligence.
Ingresos	Por operador, por trimestre	GSMA Intelligence	Basado en datos públicos reportados por cada operador en sus informes trimestrales o anuales. Cuando los datos no son reportados, los datos de CAPEX pueden haber sido estimados mediante modelos de ingresos de GSMA Intelligence.
Espectro total (MHz)	Por país, por trimestre	GSMA Intelligence	
Densidad de población	Por país, por trimestre	Banco Mundial	
Renta pe cápita	Por país, por trimestre	Banco Mundial	
Población en edad de trabajar	Por país, por trimestre	Banco Mundial	

10. Implementado en STATA. Valores de Stock y Yogo reportados por defecto en el paquete *ivreg2*.



## 4.3 Resultados y diagnósticos

### Resultados

La Columna 1 de la Tabla A7 muestra que el índice Lerner tiene, en promedio, un impacto negativo sobre el CAPEX por operador por trimestre. Esto significa que un incremento en el Índice de intensidad de competencia lleva a una reducción de la inversión por operador. Sin embargo, el análisis adicional sugiere que la relación entre el Índice de intensidad de competencia y la inversión por operador no es lineal.

Los modelos que permiten acomodar una relación no lineal (Columnas 2, 3 y 4) dan apoyo a esta conclusión. Pese a que el Índice de intensidad de competencia tiene un impacto positivo, el término cuadrático de esta variable tiene el signo contrario. Esto significa que, a partir de cierto nivel en el Índice de intensidad de competencia, el segundo término puede más que compensar el primero, llevando a un impacto total negativo. Los puntos de maximización de la inversión por operador se relacionan con niveles de EBITDA del 32 al 38%, según las variables de control incluidas. Este rango de nivel de maximización se encuentra alineado con las

conclusiones de Hounghonon & Jeanjean (2016b) y HSBC (2015) para mercados desarrollados.

En cuanto a variables de control, tanto la densidad de población como la renta per cápita se revelan como factores de relevancia, con un impacto en la dirección esperada. Es decir, mayores niveles de renta inducen mayor inversión, y una población más concentrada implica menores necesidades de inversión de capital. La densidad de población tiene un tamaño de impacto especialmente substancial, si bien los errores estándar son también grandes.

Respecto al espectro, la suma de cantidades de MHz en todas las frecuencias para servicios móviles no aparece como significativa. Esto podría venir dado por el hecho que esta variable representa una agregación de asignaciones a nivel de país (en lugar de a nivel de operador). La falta de significancia podría indicar que la presunción de que el espectro se distribuye de forma simétrica en cada mercado tiene limitaciones, y, por consiguiente, que se debería incorporar mediciones a nivel de operador para un mejor control de este factor.

Tabla A7

## Sumario de resultados de los modelos de inversión para Centro y Sudamérica, estimación con Variable Instrumental

	Log CAPEX			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Índice de intensidad de competencia	-2,384*** (0,722)	8,806*** (2,394)	5,975** (2,351)	7,734** (3,230)
Índice de intensidad de competencia (cuadrado)		-6,575*** (2,347)	-4,784** (2,028)	-5,654** (2,501)
Log de densidad de población				-35,02* (18,26)
Log de renta per cápita			1,366*** (0,379)	1,374** (0,540)
Log de población adulta				18,04 (13,41)
Cantidad de espectro				0,000769 (0,000992)
<b>EBITDA de maximización de inversión</b>	<b>NA</b>	<b>33%</b>	<b>38%</b>	<b>32%</b>
Observaciones	791	791	791	780
R Cuadrado	0,812	0,734	0,776	0,778
Efectos fijos por país y tiempo	Sí	Sí	Sí	Sí
Errores estándar robustos	Sí	Sí	Sí	Sí
<i>Diagnósticos de Variable Instrumental</i>				
Test de exogeneidad	No pasado	Pasado	Pasado	Pasado
Test de identificación débil	Pasado	Pasado	Pasado	Pasado
Test de sub-identificación	Pasado	Pasado	Pasado	Pasado

Errores robustos a heteroskedasticidad y autocorrelación dentro de clusters (país)  
 \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

### Diagnósticos

En la primera fase de la estimación (e.g., la predicción de las variables de competencia y competencia al cuadrado como función de las dos variables instrumentales), la variable instrumental que recoge el número de años desde el lanzamiento tiene un impacto no significativo y de signo negativo. En cambio, el segundo *lag* de la variable de competencia resulta tener el impacto significativo esperado.

En el conjunto de modelos, como se ha explicado en la sección 4.1, se han realizado un seguido de comprobaciones sobre el enfoque de Variable Instrumental. En base a la Columna 4 de la Tabla A7:

- Estimando el modelo sin variables instrumentales, el test de Durbin-Wu-Hausman rechaza la hipótesis nula de que las variables de competencia se puedan considerar exógenas.<sup>11</sup>
- Una vez aplicado el enfoque con variables instrumentales, el Estadístico C (definido como la diferencia entre dos estadísticos Sargan-Hansen) no permite rechazar la hipótesis nula de que los represores puedan ser tratados como exógenos.<sup>12</sup>
- En el test de identificación débil de los instrumentos, el estadístico F Cragg-Donald Wald es superior a los valores críticos de Stock y Yogo calculados para diferentes rangos.<sup>13</sup>

11. En la Columna 4 de la Tabla A7 – Para  $\theta$ :  $F(1,602) = 9,97$  y  $\text{Prob} > F = 0,002$ . Para  $\theta^2$ :  $F(1,602) = 9,97$  y  $\text{Prob} > F = 0,002$

12. En la Columna 4 de la Tabla A7 – Para  $\theta$  y  $\theta^2$ :  $\text{Chi-sq}(2)$  P-Val = 0,1740.

13. En la Columna 4 de la Tabla A7 – El estadístico F Cragg-Donald Wald F es 8,18. Los valores críticos para identificación débil de Stock y Yogo son: 7,03 (10% maximal IV size); 4,58 (15% maximal IV size); 3,95 (20% maximal IV size); 3,63 (25% maximal IV size).

---

# Anexo 5

---

Impacto de la estructura de mercado sobre las velocidades de descarga 4G

---

## 5.1 Estrategia empírica

Las velocidades de descarga en red 4G del operador  $i$ , en el mercado  $j$  en el trimestre  $q$ , es una función de un conjunto de factores de oferta y demanda (Ecuación 8). La estructura de mercado se captura en esta primera especificación con una variable  $a$  que puede tomar dos formas.

$$\text{Ec. 8 } \text{Descarga}4G_{ijq} = \gamma_0 + \gamma_1 MNOs_{jq} + \gamma X_{jq} + \mu_q + \mu_i + \varepsilon_{ijq}$$

En primer lugar,  $MNOs_{jq}$  constituye el número de jugadores absoluto. En este contexto,  $\gamma_1$  proporciona el efecto promedio de la variación en número de jugadores, tanto a lo largo del tiempo en un mismo país como entre distintos países en el mismo momento. En segundo lugar, el análisis de número de jugadores también substituye  $MNOs_{jq}$  por las variables binarias  $N MNOs_{jq}$ , dependiendo del número de jugadores en el mercado ( $4 MNOs_{jq}$ ,  $3$  o  $2 MNOs_{jq}$  o  $2 MNOs_{jq}$ ). En este caso,  $\gamma_1$  captura el impacto asociado a una estructura de mercado específica – ya sea a partir de cambios dentro o entre los mercados. También se reemplaza  $MNOs_{jq}$  por el índice HHI.

Así mismo, el modelo incorpora los siguientes factores adicionales de control  $X_{jq}$ , específicos de las telecomunicaciones móviles, a nivel de mercado:

El espectro 4G disponible por el operador  $i$  en el trimestre  $q$ . Esto es una agregación de los MHz disponibles en las diferentes frecuencias utilizadas para tecnología 4G. Se esperan que incrementos en la cantidad de espectro generen shocks positivos en las velocidades de descarga.

Las velocidades de descarga en 3G de cada operador. Por un lado, un buen desempeño en 3G puede facilitar pasar al 4G dado el desarrollo existente en infraestructura pasiva (torres, backhaul, backbone). Por otro lado, velocidades altas de descarga de datos en 3G puede disminuir la necesidad de invertir en 4G (dado el cierto grado de sustitución entre estas tecnologías en determinados servicios).

Para tener en cuenta el rol de la congestión y uso de la red 4G (cuyos altos niveles podrían llevar a menores velocidades de descarga), se incluye la penetración del internet móvil teniendo en cuenta todas las tecnologías móviles. Notamos que la inclusión de una medida más directa de congestión y uso 4G, como por ejemplo la penetración del 4G en particular, generaría sesgos por endogeneidad.<sup>14</sup> En cambio, la penetración del internet móvil, mientras captura diferencias entre países y en el tiempo en cuanto a hábitos de consumo, es más exógena a la calidad de la red. Esto es porque el crecimiento en internet móvil en la región viene dado fundamentalmente por el 2G y el 3G.<sup>15</sup>

Por otro lado, el vector  $X_{jq}$  también añade dos variables macroeconómicas. Por un lado, la renta per cápita, orientada a explicar diferencias en velocidades causadas por diferencias en el poder adquisitivo a lo largo del tiempo y entre países. Por otro lado, la densidad de la población, para tener en cuenta el hecho que los mercados tienen estructuras de costos distintas.

14. Es decir, las velocidades se ven afectadas por la intensidad del uso, pero el uso también depende de la calidad de la conexión.

15. Para que la penetración del internet móvil fuera endógena a la calidad 4G, se presupone que una mejor calidad 4G debe de incrementar las conexiones 4G y esto, a su vez, repercutir en mayor penetración de internet móvil. En este caso, por construcción de datos, este mecanismo es muy limitado, en tanto en cuanto el crecimiento del internet móvil es fundamentalmente generado por el 2G y el 3G.



Finalmente, la Ecuación 8 incluye efectos fijos por trimestre y país:

$\mu_y$  Proporciona control sobre factores temporales comunes a todos los mercados estudiados. Algunos ejemplos de estos aspectos pueden ser la aparición aproximadamente simultánea de nuevos dispositivos que permiten mejor desempeño en los resultados de los tests, o la incorporación de nuevas tecnologías de infraestructura.

$\mu_i$  Recoge un conjunto de variables binarias para cada uno de los mercados, para tener en cuenta aspectos constantes en el tiempo no observados directamente con otras variables de control. Notamos que el uso de efectos fijos por país resulta en una escasa variación en el panel, debido a que el número de cambios de operadores *dentro* de los países en el período de tiempo estudiado es limitado. Con esta restricción, las estimaciones sólo tendrían en cuenta variaciones de 3 a 4 operadores en tres mercados.<sup>16</sup> Esto significaría mermar la validez externa de los resultados (dado que los coeficientes reflejarían efectos específicos de tres mercados). Esto tampoco permitiría explorar el impacto de 2 y 3 jugadores. Así pues, para proporcionar mayor variabilidad, se substituyen los efectos fijos por país por efectos subregionales (Centro y Sudamérica).

### Detalles de la estimación y tests de robustez

La estimación se hace con OLS, con efectos fijos trimestrales y subregionales. Los errores estándar se calculan para ser robustos con heteroskedasticidad. Se han realizado las siguientes comprobaciones:

- Respecto la inclusión de la penetración de internet móvil y los posibles riesgos de endogeneidad, las estimaciones se han realizado incluyendo y excluyendo esta variable. También, se han inspeccionado los residuos del modelo, y su distribución en relación a la penetración del internet móvil, para comprobar la presencia de endogeneidad.
- Respecto la inclusión de efectos fijos subregionales, se han realizado tests de Hausman para comprobar la conveniencia de efectos aleatorios dentro de cada subregión.
- Los modelos también se han estimado para las medidas de todas las tecnologías en lugar de las específicas de 4G (orientadas a dar resultados promedio de los operadores, ver Sección 5.2). En estas simulaciones, la variable espectro se captura a nivel de todo el país, en lugar del nivel operador, debido a disponibilidad de datos. Estos modelos no incluyen como control la penetración del internet móvil por su más clara endogeneidad en relación a las velocidades promedio (internet móvil se encuentra en crecimiento sobre todo durante las mejoras en 2G y 3G).

## 5.2 Datos

### Datos para calidad de red

La calidad de red se mide con datos de Speedtest Intelligence™. Mediante la aplicación Speedtest® de Ookla®, los usuarios de servicios móviles realizan tests de desempeño de las redes móviles, informando sobre parámetros como las velocidades de descarga, las velocidades de subida o la latencia, entre otros. Los resultados de estos tests son recogidos y agregados después de aplicar un proceso de filtro y normalización. Estos procesos están orientados a eliminar sesgos y crear una muestra representativa

de la calidad de la red, dando como resultado un promedio de velocidad por operador.<sup>17</sup>

- Con estas medidas a nivel de operador, este estudio sólo ha tenido en cuenta resultados promedio basados en muestras con un mínimo de 300 tests. Este umbral resulta de un análisis del tamaño promedio de la población de los países estudiados, buscando establecer un intervalo de confianza del 95% (asumiendo una distribución aleatoria de los tests).

16. En el período en el que se cuentan con datos para 4G (2014 a 2016 para la mayoría de operadores), los cambios que se producen dentro de países incluyen Chile 3 a 4 (2015); Perú 3 a 4 (2015) y Colombia 3 a 4 (2016).

17. En primer lugar, se aplica un filtro para garantizar que los datos son precisos y reflejan comportamiento real del consumidor. Esto incluye filtros *anti-spoofing*, umbrales de máximos teóricos de velocidad y umbrales de distancia entre el usuario y el servidor. A continuación, se aplica un proceso de normalización para evitar resultados sesgados por tests excesivos. Este proceso normaliza los datos por usuario, localización y tiempo para crear una muestra. Cada muestra representa los resultados acumulativos de los tests para cada usuario y dispositivo únicos por localización por día. Por ejemplo, si se realizan tests en 5 ciudades desde un dispositivo, un dispositivo genera una muestra a nivel país y cinco individuales asociadas a cada ciudad. Esto se hace para garantizar que los resultados de los usuarios tienen el mismo peso independientemente de las veces que un usuario realiza tests desde un mismo dispositivo, localización y día. Más información disponible en [http://www.speedtest.net/awards/client/files/2017%20Speedtest%20Awards%20Methodology%20-%20Best%20\(1\).pdf](http://www.speedtest.net/awards/client/files/2017%20Speedtest%20Awards%20Methodology%20-%20Best%20(1).pdf)

- A continuación, las medidas de desempeño por operador se han agregado a nivel país mediante un promedio ponderado utilizando cuotas de mercado. Estas medidas sólo se han calculado cuando los operadores con disponibilidad de datos suman, como mínimo, un 50% del mercado en término de conexiones. Notar que la agregación de datos a nivel de país sólo se utiliza para las tendencias descriptivas en Sección X.

Los datos de desempeño de red 4G incluyen operadores de los siguientes mercados: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

Tabla A8

## Estadísticos descriptivos de las muestras para 4G

Trimestre	Número de operadores	Países	Mínimo de tests por operador	Máximo de tests por operador	Promedio de tests por operador
2012q4	1	1	4662	4662	4662
2013q1	4	3	576	8644	2638
2013q2	6	3	1936	17451	8976
2013q3	8	5	463	30786	11628
2013q4	15	8	305	54794	11690
2014q1	18	8	319	73011	16096
2014q2	23	10	321	105559	17407
2014q3	26	10	604	142311	21308
2014q4	31	13	600	135632	20390
2015q1	35	14	547	120780	18346
2015q2	40	14	387	132840	17259
2015q3	45	14	323	121624	16357
2015q4	50	17	350	120008	16691
2016q1	52	17	454	114145	17582
2016q2	51	16	561	114683	19356
2016q3	51	16	619	121808	20327
2016q4	57	18	312	137304	18887

Tabla A9

## Estadísticos descriptivos de las muestras para todas las tecnologías

Trimestre	Número de operadores	Países	Mínimo de tests por operador	Máximo de tests por operador	Promedio de tests por operador
2011q3	36	15	312	48216	6028
2011q4	42	16	320	47989	6213
2012q1	49	17	318	76183	9214
2012q2	51	18	348	146323	12924
2012q3	52	18	377	170349	14869
2012q4	54	19	338	207262	16112
2013q1	55	19	339	205771	16955
2013q2	56	19	335	216971	18768
2013q3	57	19	368	235882	20886
2013q4	57	19	487	322029	25596
2014q1	61	19	320	348012	27239
2014q2	61	19	571	383290	30903
2014q3	62	19	599	432987	34592
2014q4	63	19	570	415817	33788
2015q1	63	19	314	384285	31071
2015q2	63	19	322	436720	32411
2015q3	63	19	395	332371	31883
2015q4	64	19	344	291914	30973
2016q1	64	20	416	280251	32540
2016q2	64	20	638	273468	32938
2016q3	65	20	366	270778	31903
2016q4	65	20	386	265203	30060

Tabla A10

## Otros datos

Variable	Nivel de datos	Fuente	Notas
Espectro 4G (MHz)	Por operador, por trimestre	GSMA Intelligence	Las frecuencias consideradas 4G son las bandas 1700/2100, 700, 2500 y 2600. Esta regla general se ha adaptado al caso de cada país. Se ha medido el espectro asignado en cada frecuencia - esto puede diferir respecto el espectro realmente utilizado por cada operador.
Espectro total (MHz)	Por país, por trimestre	GSMA Intelligence	Se consideran todas las frecuencias utilizadas en servicios móviles.
Penetración de internet móvil	Por país, por trimestre	GSMA Intelligence	Porcentaje de población con acceso a internet móvil, considerando todas las tecnologías de conectividad.
Cuotas de mercado	Por operador, por trimestre	GSMA Intelligence	Cuotas de mercado calculadas en base al número de conexiones.
Densidad de población	Por país, por trimestre	Banco Mundial	Población por quilómetro cuadrado de tierra.
Renta pe cápita	Por país, por trimestre	Banco Mundial	PIB per cápita en USD actuales.

## 5.3 Resultados y diagnósticos

### Resultados sobre velocidades de descarga

La Tabla A11 muestra los resultados para los modelos 4G, según se define en la Ecuación 8.

- En base a las Columnas 1 y 2, el incremento en número de jugadores (dentro de los países o entre los países de la muestra) tiene un impacto negativo sobre las velocidades de descarga. En el período analizado, es importante remarcar que todos los cambios que ocurren parten de un mínimo de 2 operadores. En promedio, la entrada de operadores lleva asociada una caída de las velocidades de descarga de 2.9 a 4.4 Mbps, en función de si el modelo incluye la penetración del internet móvil.
- El HHI arroja resultados también significativos y en la misma dirección. Un incremento de HHI en 1000 puntos se relaciona con un aumento de 2 a 2.6 Mbps (Columnas 3 y 4 de la Tabla A11).



Tabla A11

## Resultados para modelos de velocidad de descarga 4G para Centro y Sudamérica

	Velocidades de descarga 4G por operador (Mbps)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Número de MNOs	-4,400*** (0,680)	-2,901*** (0,796)		
HHI			0,00260*** (0,000564)	0,00203*** (0,000581)
Penetración internet móvil		24,57*** (6,358)		32,16*** (5,450)
Cantidad de espectro 4G	0,140*** (0,0161)	0,113*** (0,0159)	0,155*** (0,0167)	0,114*** (0,0158)
Velocidad de descarga 3G	2,765*** (0,315)	3,003*** (0,322)	2,412*** (0,346)	2,816*** (0,353)
Log de renta per cápita	0,589 (0,767)	-3,650*** (1,295)	0,156 (0,824)	-4,830*** (1,141)
Log de densidad de población	-0,0637 (0,988)	2,136** (1,062)	-0,664 (0,933)	2,146** (0,953)
Constante	23,66*** (8,323)	40,64*** (9,046)		32,81*** (10,51)
Observaciones	492	492	492	492
R Cuadrado	0,307	0,328	0,280	0,327
Efectos fijos por país	No	No	No	No
Efectos fijos por subregión	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos por trimestre	Sí	Sí	Sí	Sí
Errores estándar robustos	Sí	Sí	Sí	Sí

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Discriminando por el tipo de cambio en el número de jugadores, encontramos resultados consistentes (Tabla A12). La entrada de un cuarto de jugador, o bien la comparativa de los operadores en mercados de 4 jugadores respecto el resto, induce una reducción de las velocidades de 1.9 a 3.4 Mbps (Columnas 1 y 2). Por otro lado, estos coeficientes revierten su signo para estructuras de 2 o 3 jugadores (Columnas 3 y 4), dado que este es el grupo de referencia para los resultados anteriores. Encontramos que el impacto más fuerte

está asociado en los operadores en mercados de 2 jugadores, que ven sus velocidades incrementadas en más de 8 a 12 Mbps (Columnas 5 y 6).

Las magnitudes de la variación de las velocidades de bajada en las Tablas A11 y A12 son importantes, teniendo en cuenta que el promedio de velocidad de bajada 4G entre países de Centro y Sudamérica es de 21 y 23 Mbps, respectivamente (en 2016 T4).

Tabla A12

## Resultados para modelos de velocidad de descarga 4G para Centro y Sudamérica (continuación)

	Velocidades de descarga 4G por operador (Mbps)					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
4 MNOs	-3,466*** (0,770)	-1,987** (0,833)				
2 o 3 MNOs			3,466*** (0,770)	1,987** (0,833)		
2 MNOs					12,64*** (2,051)	8,356*** (2,321)
Penetración internet móvil		30,63*** (5,893)		30,63*** (5,893)		24,64*** (6,119)
Cantidad de espectro 4G	0,148*** (0,0162)	0,111*** (0,0159)	0,148*** (0,0162)	0,111*** (0,0159)	0,130*** (0,0167)	0,106*** (0,0157)
Velocidad de descarga 3G	2,697*** (0,322)	3,023*** (0,327)	2,697*** (0,322)	3,023*** (0,327)	2,901*** (0,293)	3,094*** (0,301)
Log de renta per cápita	-0,510 (0,746)	-5,331*** (1,149)	-0,510 (0,746)	-5,331*** (1,149)	0,903 (0,811)	-3,449*** (1,288)
Log de densidad de población	0,0291 (1,006)	2,735*** (1,056)	0,0291 (1,006)	2,735*** (1,056)	1,196 (0,947)	2,973*** (0,956)
Constante	20,91** (8,690)	43,26*** (9,134)	17,44** (8,790)	41,27*** (9,411)	-2,614 (10,00)	23,32** (11,54)
Observaciones	492	492	492	492	492	492
R Cuadrado	0,279	0,318	0,279	0,318	0,307	0,329
Efectos fijos por país	No	No	No	No	No	No
Efectos fijos por subregión	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos por trimestre	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Errores estándar robustos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1

Teniendo en cuenta las otras variables en el modelo:

- Cabe destacar que el espectro 4G se revela como un factor explicativo significativo para las velocidades de descarga, tal y como se espera, en todas las especificaciones. En concreto, encontramos que el incremento en 1 MHz de espectro resulta en una subida en velocidades de descarga de aproximadamente 0.11 a 0.14 Mbps. Esto significa que asignar a un operador con dos bloques de 20 Mhz redundaría en un incremento de 4.4 a 5.6 Mbps.
- Las velocidades de las redes 3G tienen un efecto positivo, capturando las ventajas de tener un desarrollo de infraestructura pasiva (como ahora torres, *backhaul* y *backbone*). Igualmente, la densidad de población tiene también el impacto positivo esperado. La penetración del internet móvil tiene un coeficiente relativamente grande, y parece afectar a las velocidades más como un factor de demanda o tamaño del mercado, en lugar de ser un factor de control de la saturación de la red.<sup>18</sup>

18. El rol de esta variable podría confundirse en el modelo con el impacto de la renta per cápita. Esto podría explicar que el impacto de la renta per cápita sea contra intuitivo.



- La penetración del internet móvil tiene un impacto positivo y de tamaño importante. Esto sugiere que este indicador no captura factores de congestión y de uso que puedan reducir velocidades de bajada, sino más bien otros aspectos como podría ser el tamaño del mercado potencial.

### Diagnósticos sobre velocidades de descarga

Respecto la inclusión de la penetración de internet móvil y los riesgos de endogeneidad:

- Notamos que no existe una relación aparente entre los residuos de los modelos y la penetración del internet móvil (i.e., esto no sugiere una correlación que viole la asunción de exogeneidad). Esto es consistente con el hecho que, como se ha explicado, el grado en que mejores velocidades 4G pueden impactar sobre un incremento en la penetración del internet móvil en general es limitado.<sup>19</sup>
- La inclusión de la penetración del internet móvil resulta en las estimaciones más conservadoras sobre el rol de la estructura de mercado.

Independientemente de las comprobaciones explicadas más adelante, notamos que existe una consistencia en la reducción de la magnitud del impacto de las variables de estructura de mercado en todos los modelos.

Respecto la inclusión de efectos fijos subregionales, los tests de Hausman realizados sugieren que los efectos aleatorios son apropiados en Centroamérica, mientras que este no es el caso de Sudamérica. Aun así, en este análisis se prefiere asumir esta limitación, respecto al riesgo de merma validez externa de los resultados y de no poder analizar el impacto para estructuras de 2 y 3 operadores.

Finalmente, las estimaciones realizadas a partir de datos de velocidades de descarga promedio en todas las redes (2G, 3G y 4G) proporcionan validación respecto los resultados principales (ver Tabla A13). En su conjunto, los coeficientes confirman la dirección de los efectos en cuanto a la variación en general de jugadores, el HHI y el número específico de operadores, si bien las magnitudes son inferiores (Tabla A13).

Tabla A13

## Test de robustez para los modelos de velocidad de descarga 4G para Centro y Sudamérica

	Velocidades de descarga promedio por operador	Obs.	R Cuadrado	EF por país	EF por subregión	EF por trimestre	ES robustos
Número MNOs	-0,836*** (0,107)	1.263	0,592	No	Sí	Sí	Sí
HHI	0,0004*** (6,10e-05)	1.263	0,585	No	Sí	Sí	Sí
4 MNOs	-1,114*** (0,132)	1.263	0,595	No	Sí	Sí	Sí
2 o 3 MNOs	1,114*** (0,132)	1.263	0,591	No	Sí	Sí	Sí
2 MNOs	0,714** (0,307)	1.263	0,575	No	Sí	Sí	Sí

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1, errores estándar robustos entre paréntesis

De forma similar a los modelos en las Tablas A11 y A12, se incluyen como factores de control el espectro total (en el país, en lugar de por operador, debido a disponibilidad de datos), el logaritmo de la renta per cápita y el logaritmo de la densidad de población. Sólo se estiman modelos sin la variable de penetración de internet móvil.

19. Como se ha explicado, en el período estudiado, el internet móvil crece prácticamente únicamente a partir del 2G y el 3G).

### Resultados sobre velocidades de subida

A continuación se presentan los resultados para velocidades de subida 4G, aplicando el mismo enfoque explicado en la sección 5.1. Los resultados proporcionan validación de los efectos encontrados. Las magnitudes de los impactos

son inferiores en términos absolutos respecto los efectos encontrados velocidades de bajada, generalmente. No obstante, el promedio de velocidades de subida 4G en Centro y Sudamérica es de 12 y 13 Mbps, también inferior al promedio de velocidades 4G. Así, encontramos que, en términos relativos, los impactos son de un orden similar.

Tabla A14

## Resultados para modelos de velocidad de subida 4G para Centro y Sudamérica

	Velocidades de subida 4G por operador (Mbps)			
	(1)	(2)	(3)	(4)
Número de MNOs	-2,807*** (0,396)	-2,399*** (0,442)		
HHI			0,00243*** (0,000290)	0,00228*** (0,000295)
Penetración internet móvil		7,438** (3,430)		12,90*** (3,090)
Log de renta per cápita	-1,808*** (0,419)	-3,083*** (0,746)	-1,553*** (0,428)	-3,533*** (0,674)
Velocidad de subida 3G	3,090*** (0,692)	3,363*** (0,694)	2,403*** (0,675)	3,127*** (0,658)
Cantidad de espectro 4G	0,0228*** (0,00835)	0,0146 (0,00903)	0,0326*** (0,00891)	0,0165* (0,00943)
Log de densidad de población	-1,132** (0,556)	-0,467 (0,574)	-2,003*** (0,521)	-0,907* (0,503)
Observations	492	492	492	492
R-squared	0,308	0,314	0,325	0,348
Efectos fijos por país	No	No	No	No
Efectos fijos por subregión	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos por trimestre	Sí	Sí	Sí	Sí
Errores estándar robustos	Sí	Sí	Sí	Sí

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1



Tabla A15

## Resultados para modelos de velocidad de subida 4G para Centro y Sudamérica (continuación)

	Velocidades de subida 4G por operador (Mbps)					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
4 MNOs	-1,919*** (0,432)	-1,399*** (0,467)				
2 o 3 MNOs			1,919*** (0,432)	1,399*** (0,467)		
2 MNOs					9,599*** (1,293)	8,767*** (1,477)
Penetración internet móvil		12,50*** (3,290)		12,50*** (3,290)		5,267 (3,580)
Log de renta per cápita	-2,573*** (0,422)	-4,543*** (0,706)	-2,573*** (0,422)	-4,543*** (0,706)	-1,335*** (0,415)	-2,258*** (0,804)
Velocidad de subida 3G	2,460*** (0,696)	3,060*** (0,689)	2,460*** (0,696)	3,060*** (0,689)	3,420*** (0,648)	3,602*** (0,633)
Cantidad de espectro 4G	0,0282*** (0,00848)	0,0131 (0,00912)	0,0282*** (0,00848)	0,0131 (0,00912)	0,0139 (0,00901)	0,00874 (0,00903)
Log de densidad de población	-1,003* (0,570)	0,0964 (0,578)	-1,003* (0,570)	0,0964 (0,578)	-0,271 (0,488)	0,116 (0,474)
Observations	492	492	492	492	492	492
R-squared	0,267	0,287	0,267	0,287	0,336	0,339
Efectos fijos por país	No	No	No	No	No	No
Efectos fijos por subregión	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos fijos por trimestre	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Errores estándar robustos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí

\*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1



---

# Anexo 6

---

## Evolución del HHI por país

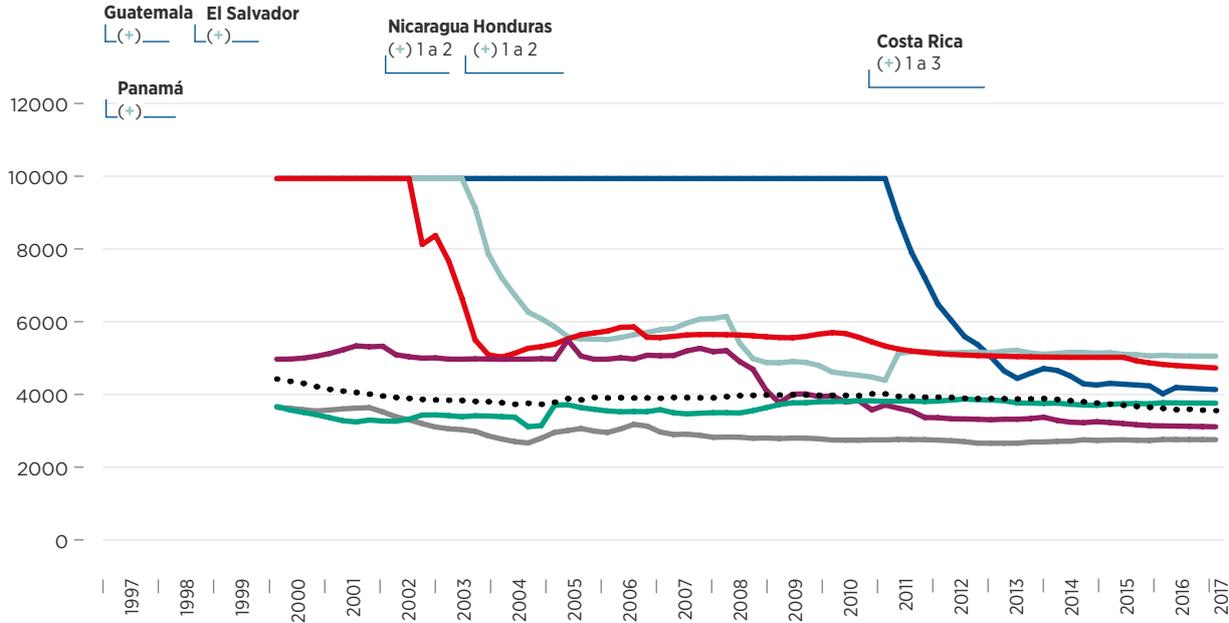
---



Figura A1

## Evolución del HHI por país

Aperturas de mercado



Post-apertura de mercados

El Salvador (+) 3 a 4  
 Guatemala (-) 4 a 3  
 Panamá (+) 2 a 4  
 Guatemala (+) 3 a 4  
 Honduras (-) 4 a 3 / 3 a 2  
 Nicaragua (+) 2 a 3  
 Honduras (+) 2 a 4 / 2 a 3

Costa Rica    El Salvador    Honduras    Nicaragua    Panamá    Guatemala    Sudamérica

N a n - El movimiento es de un operador no significativo (<5%)





Para descargar el informe y los anexos visite el sitio  
web de GSMA Latin America en  
[www.gsmala.com](http://www.gsmala.com)

**GSMA HEAD OFFICE**

Floor 2  
The Walbrook Building  
25 Walbrook  
London EC4N 8AF  
United Kingdom  
Tel: +44 (0)20 7356 0600  
Fax: +44 (0)20 7356 0601