

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**



Difusión y relación competitiva de la telefonía móvil en el Perú: un  
análisis empírico

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN  
ECONOMÍA**

**AUTOR**

DAVID ALBERTO TERREROS INGARUCA

**ASESOR:**

JORGE CARLOS TRELLES CASSINELLI

Diciembre, 2018

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de los principales determinantes de la densidad de la telefonía móvil en el Perú en el periodo 1994-2017 mediante modelos de difusión de tecnologías, identificando con ello el efecto que han tenido las distintas políticas públicas y regulatorias sobre el crecimiento de la telefonía móvil, con el fin de evaluar la eficacia de tales acciones. Asimismo, se modela la dinámica de la competencia en el mercado de la telefonía móvil con el fin de evaluar su efecto sobre la difusión del servicio, utilizando para ello el modelo Lotka-Volterra, un modelo de dinámica poblacional entre especies. Los resultados obtenidos en este estudio evidencian que la difusión de la telefonía móvil ha sido afectada de manera positiva por las políticas regulatorias tales como la introducción del sistema “El que llama paga”, la regulación de los cargos de terminación de llamadas móviles, las políticas orientadas a disminuir los costos de cambio, tales como la introducción de la portabilidad numérica, el desbloqueo de los terminales móviles, mientras que no ha sido afectada por factores económicos agregados como el PBI per cápita. Por otro lado, las ecuaciones de Lotka-Volterra han demostrado su utilidad para describir las relaciones de competencia entre los operadores móviles, evidenciando que la competencia entre los mayores operadores se produjo en el periodo posterior a la entrada de estos al mercado. Por último, se espera que la competencia entre los operadores móviles se realice más sobre la base de los abonados móviles actuales y menos sobre el potencial de clientes que no cuentan con servicio, debido a que el tamaño del mercado se encuentra próximo a su potencial.



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN</b> 6	
2.1. Planteamiento del problema.....	6
2.2. Justificación de la investigación.....	7
<b>3. OBJETIVO E HIPÓTESIS</b> .....	9
3.1. Objetivos de la investigación.....	9
3.2. Formulación de hipótesis.....	9
<b>4. EL MERCADO DE LA TELEFONÍA MÓVIL EN EL PERÚ</b> .....	10
4.1. Evolución del mercado de la telefonía móvil en el Perú.....	11
4.2. Regulación de la telefonía móvil.....	21
<b>5. MARCO TEÓRICO</b> .....	27
5.1. Revisión de la literatura .....	27
5.2. Modelos de difusión de tecnologías.....	29
5.3. Modelo Depredador-Presa de Lotka-Volterra (LV) .....	31
<b>6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	34
6.1. Modelo de difusión de la telefonía móvil .....	34
6.2. Base de datos .....	39
<b>7. RESULTADOS</b> .....	42
7.1. Determinantes de la difusión.....	42
7.2. Dinámica competitiva .....	45
<b>8. CONCLUSIONES</b> .....	51
<b>9. RECOMENDACIONES</b> .....	52
<b>10. LIMITANTES</b> .....	53
<b>11. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	54
<b>12. ANEXO</b> .....	57

## GRÁFICOS

<b>Gráfico N° 1:</b> Evolución de la densidad de la telefonía móvil en el Perú, periodo 1994-2017 .....	10
<b>Gráfico N° 2:</b> Evolución tecnológica de la telefonía móvil en el Perú .....	13
<b>Gráfico N° 3:</b> Evolución del número de líneas de telefonía móvil por modalidad contractual, periodo 2001-2017 (*) .....	15
<b>Gráfico N° 4:</b> Evolución del tráfico originado local en redes móviles por tipo de modalidad contractual, periodo 2004 – 2016.....	15
<b>Gráfico N° 5:</b> Evolución de la cobertura de servicios móviles a nivel distrital, periodo 2002-2016 .....	16
<b>Gráfico N° 6:</b> Evolución del porcentaje de hogares con acceso al servicio de telefonía móvil, periodo 2004-2017 .....	17
<b>Gráfico N° 7:</b> Evolución de la participación de líneas por servicio y por empresa operadora, periodo 1994-2017 .....	18
<b>Gráfico N° 8:</b> Evolución del HHI, HHI mínimo y Brecha Competitiva por líneas en servicio, periodo 1994 - 2017.....	19
<b>Gráfico N° 9:</b> Evolución del ARPU mensual de telefonía móvil, periodo 1998-2017 ....	19
<b>Gráfico N° 10:</b> Evolución de los ingresos por servicios móviles y empresa operadora (S/ sin I.G.V.) <sup>1/</sup> , periodo 1998-2017 .....	20
<b>Gráfico N° 11:</b> Evolución de las inversiones en telecomunicaciones por grupo económico, periodo 2002-2016 .....	20
<b>Gráfico N° 12:</b> Evolución del tráfico local originado en redes fijas desagregado por tipo de llamada, periodo 2004-2016.....	22
<b>Gráfico N° 13:</b> Evolución de los cargos de terminación en la telefonía móvil (Promedio <sup>*/</sup> ), periodo 1994-2017 .....	24
<b>Gráfico N° 14:</b> Evolución del número de líneas móviles portadas, periodo 2010-2017 .....	25
<b>Gráfico N° 15:</b> Evolución de la cantidad de líneas móviles portadas desagregadas por modalidad contractual, periodo 2014-2017.....	26
<b>Gráfico N° 16:</b> Evolución de la cantidad de líneas móviles portadas prepago por operador, periodo 2014-2017 .....	26
<b>Gráfico N° 17:</b> Evolución de la cantidad de líneas móviles portadas postpago por operador, periodo 2014-2017 .....	27
<b>Gráfico N° 18:</b> Variable <i>cargot</i> .....	38
<b>Gráfico N° 19:</b> Variable <i>cpp_pret</i> .....	38
<b>Gráfico N° 20:</b> Variable <i>costct</i> .....	39
<b>Gráfico N° 21:</b> Funciones de utilidad, periodo Dic 1998 – Mar 2018.....	47
<b>Gráfico N° 22:</b> Dinámica competitiva entre Telefónica, Bellsouth y América Móvil, periodo diciembre 1998 – marzo 2018.....	47
<b>Gráfico N° 23:</b> Cuotas de mercado reales y proyectadas, periodo Dic 1998 – Mar 2018 .....	48
<b>Gráfico N° 24:</b> Cuotas de mercado proyectadas al año 2019.....	49
<b>Gráfico N° 25:</b> Proyección del índice del HHI al 2019.....	50
<b>Gráfico N° 26:</b> Proyección de la densidad de la telefonía móvil considerando un nuevo escenario competitivo .....	51

## CUADROS

<b>Cuadro N° 1:</b> Evolución de los cargos de terminación en la telefonía móvil.....	24
<b>Cuadro N° 2:</b> Tipos de roles competitivos determinados a partir de los signos de <i>dij</i> y <i>dji</i> .....	32
<b>Cuadro N° 3:</b> Descripción de las variables de estudio .....	40

## TABLAS

<b>Tabla N° 1:</b> Resumen estadístico de las variables utilizadas en el modelo.....	41
<b>Tabla N° 2:</b> Resultados de las estimaciones de los modelos de difusión de la densidad de telefonía móvil .....	42
<b>Tabla N° 3:</b> Resultados de las estimaciones del modelo de determinantes de la difusión de la densidad de telefonía móvil .....	43



## 1. INTRODUCCIÓN

El servicio de telefonía móvil es el servicio de telecomunicaciones que mayor crecimiento ha mostrado tanto en el Perú como a nivel internacional, siendo esto aún más importante en los países en vías de desarrollo, donde el despliegue de redes fijas es limitado, a diferencia de los países desarrollados donde la transición se realizó de las redes fijas a las móviles.

En particular, la telefonía móvil presentó un crecimiento acelerado hasta alcanzar un nivel estable, mostrando niveles de densidad elevados, considerando que el número de líneas alcanzó a superar al número de habitantes.

Asimismo, la expansión de la telefonía móvil junto con el desarrollo de dispositivos más avanzados (Smartphone) han permitido el mayor acceso al servicio de internet, impulsando el aumento del comercio y la publicidad en el sector móvil. Sectores económicos como el financiero se han visto beneficiados por el crecimiento de los servicios móviles debido a que permiten brindar servicios de dinero móvil, contribuyendo así a la inclusión financiera.

En el plano social, la expansión de la telefonía móvil ha contribuido a mejorar la calidad de vida de las personas en situación de pobreza debido al limitado acceso a la telefonía fija, siendo su asequibilidad y el control de los gastos lo que lo hacen tan atractivo para este segmento de la población (Galperín & Mariscal, 2007).

A nivel macro, el ecosistema móvil contribuye al crecimiento económico de los países, llegando a generar el 5% del PBI latinoamericano y 1.6 millones de empleos para el 2017 (GSMA, 2018). Además, el desarrollo del ecosistema móvil basado en el servicio de telefonía móvil ha permitido la generación de oportunidades para las start-ups encargadas de producir contenidos y aplicaciones (GSMA, 2017).

En tal sentido, el presente trabajo busca evaluar el efecto de los principales determinantes de la densidad de la telefonía móvil, resaltando las políticas públicas y regulatorias implementadas por el estado, así como la dinámica de la competencia en el mercado, utilizando para esto último un modelo de dinámica poblacional entre especies.



## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y RELEVANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1. Planteamiento del problema

En la actualidad, el mercado de la telefonía móvil se encuentra en su etapa más alta de crecimiento, considerando que el número de líneas móviles en servicio supera al número de habitantes, además de crecer a tasas cada vez menores. Al respecto, el elevado crecimiento experimentado por el mercado de la telefonía móvil se debió tanto al desenvolvimiento propio de las fuerzas del mercado como a las acciones implementadas por parte del Estado.

Por un lado, los operadores móviles han llevado a cabo diversas acciones para expandir y mejorar la calidad del servicio de la telefonía móvil, con el fin de obtener mayores beneficios en el segmento de mercado al cual buscan atender. Es así que dentro de tales acciones tenemos el despliegue de infraestructura, la adopción de mejores tecnologías móviles al adoptar nuevas generaciones de estándares tecnológicos, la adjudicación de más espectro radioeléctrico, entre otros.

En cuanto a la dinámica competitiva entre las empresas operadoras, entendida como los cambios en los tipos de interacciones (Roles de competencia) de un modelo Lotka-Volterra<sup>1</sup>, se han mostrado comportamientos diferenciados a lo largo de los años. De acuerdo a la información histórica de la evolución de la telefonía móvil se tiene que la competencia en dicho mercado se incrementó en los periodos posteriores a la entrada de nuevos operadores, lo cual estuvo asociado a un crecimiento en el número de líneas móviles. Esto se verifica en los años posteriores a la entrada de la empresa América Móvil Perú en el 2005, y de los grupos Entel Chile y Viettel Telecom a fines del 2014.

Por otro lado, el Estado mediante la formulación de políticas sectoriales y regulatorias ha llevado a cabo acciones importantes para el desarrollo y mejora de la eficiencia del mercado de la telefonía móvil. Dentro de estas acciones tenemos: la ley para la expansión de la infraestructura de telecomunicaciones, la ley de portabilidad numérica, la ley para establecer medidas para fortalecer la competencia, la ley de promoción de la banda ancha y construcción de una red dorsal de fibra óptica, la asignación de espectro radioeléctrico<sup>2</sup>, la fijación de cargos de interconexión, entre otros.

En ese sentido, considerando las acciones implementadas tanto por el lado de las empresas, como por el lado del Estado, resulta importante evaluar los principales determinantes de la densidad de la telefonía móvil en el Perú. Asimismo, dada su importancia, la evaluación deberá de considerar los efectos de la dinámica competitiva entre los operadores móviles sobre la difusión de dicho servicio.

---

<sup>1</sup> En un modelo Lotka-Volterra las relaciones de competencia pueden ser de: i) Competencia pura, ii) predador-presa, iii) mutualismo, iv) comensalismo, v) amensalismo y vi) neutralismo. Por otra parte, el modelo desarrollado por Marasco et al. (2016), y empleado en el presente documento, permite capturar todas las posibles clases de interacciones de competencia. Esto resulta importante debido a que el tipo de interacción competitiva en un mercado puede cambiar por factores exógenos, avances tecnológicos, decisiones de marketing, etc.

<sup>2</sup> El espectro radioeléctrico (ER) es un recurso natural de dimensiones limitadas que forma parte del patrimonio de la Nación. A través del ER pueden propagarse las ondas radioeléctricas sin guía artificial, permitiendo con ello prestarse servicios de telecomunicaciones, de radiodifusión, entre otros.

## 2.2. Justificación de la investigación

El desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es importante para los países por sus efectos positivos en varios aspectos de la sociedad. Al respecto, las Naciones Unidas (2011), en base a una revisión de diferentes estudios, concluyó que el desarrollo de las TIC tiene un efecto positivo sobre la economía, el empleo, las innovaciones, la seguridad, educación, entre otros.

Sin embargo, a pesar de la importancia de las TIC en las sociedades, en los países de América Latina existen rezagos en la adopción de los servicios de telecomunicaciones. Es así que en la actualidad los indicadores de penetración de los servicios de telefonía fija e internet fijo de banda ancha se encuentran por debajo de la media de los países desarrollados<sup>3</sup>. Esto es debido a una serie de características que comparten los países de América Latina, tales como contar con una población con bajo poder adquisitivo, déficit en la infraestructura, falta de una cultura digital, altas tasas de ruralidad, difícil geografía, entre otros.

Por otro lado, de la gran variedad de servicios de telecomunicaciones, es el servicio de la telefonía móvil el que ha logrado cumplir con las metas del servicio universal, principalmente a través de las fuerzas del mercado<sup>4</sup>, al crecer de manera sostenida tanto en los países de América Latina<sup>5</sup> como a nivel mundial. En la actualidad la penetración de este servicio ha logrado superar el 100% de la población en gran parte de los países de América Latina, permitiendo a la población acceder a los beneficios que esta tecnología conlleva.

Por otra parte, el Perú no ha sido ajeno al desarrollo de la telefonía móvil a nivel mundial. Es así que la densidad del servicio móvil logró alcanzar el 100% en el año 2014, mientras que, en la actualidad, la densidad de la telefonía fija se encuentra rezagada entre los países de la región. Al respecto, el rápido crecimiento de la telefonía móvil se ha alcanzado tanto por las fuerzas del mercado, como por las políticas sectoriales y regulatorias implementadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y el Organismo Supervisión de Inversión Privada en Telecomunicaciones (Osiptel). Estas entidades han buscado promover el acceso y uso del servicio, así como impulsar la competencia en el mercado de la telefonía móvil, a fin de beneficiar a la población. Es por ello que resulta importante identificar el efecto que han tenido las distintas políticas públicas y regulatorias sobre el crecimiento de la telefonía móvil, ello con el fin de evaluar la eficacia de tales acciones.

---

<sup>3</sup> De acuerdo a cifras del Banco Mundial, en el año 2016 la penetración de los servicios de telefonía fija e internet de Banda Ancha fija para los países de América Latina y el Caribe fueron de 17.1 y 11.2, respectivamente; mientras que en los países de la Unión Europea fueron de 41.7 y 33.4, respectivamente.

<sup>4</sup> De acuerdo a Oestmann y Dymond (2009), se entiende por "Servicio Universal" a aquel servicio del cual todos los particulares u hogares deberían de beneficiarse y poder utilizarlo de manera privada, sea en el hogar o cada vez más de forma portátil mediante dispositivos inalámbricos. Asimismo, en su informe señala que en el año 2006 la Unión Europea sometió a evaluación integrar dentro las metas del servicio universal a la telefonía móvil. Sin embargo, debido a que el mercado había llevado la generalización universal del uso de este servicio, se decidió que no había necesidad para que el regulador intervenga para alcanzar la universalidad del mismo.

<sup>5</sup> En el año 2016, la penetración de la telefonía móvil en América Latina y el Caribe y los países de la Unión Europea fue de 108.3 y 124.1, respectivamente.



Otro aspecto a tomar en cuenta es el proceso de difusión<sup>6</sup> que ha tenido la telefonía móvil, el cual ha mostrado una tasa de adopción en forma de “s”, característico de los procesos de difusión tecnológica. En particular, durante los periodos iniciales solo una minoría de individuos adopta la tecnología, quienes son llamados innovadores. Conforme una mayor cantidad de individuos adoptan el servicio, la curva de difusión empieza a crecer. No obstante, la tasa de adopción del servicio tiende a nivelarse debido a que cada vez quedan menos individuos sin el servicio. Por consiguiente, resulta importante considerar los modelos de difusión tecnológica para evaluar la eficacia de las políticas regulatorias por su utilidad para describir el proceso de adopción de la telefonía móvil.

Finalmente, resulta importante evaluar el efecto de la dinámica competitiva sobre la difusión de la telefonía móvil mediante la estimación de las ecuaciones de Lotka-Volterra. Esto es debido a que dichas ecuaciones permiten modelar las relaciones de competencia entre poblaciones, tecnologías y empresas que luchan por una mayor cuota de mercado; así como por su creciente aplicación en el campo de la economía.



---

<sup>6</sup> De acuerdo a Roger (2005) la difusión es un proceso por el cual una innovación o tecnología es comunicada a través de ciertos canales a través del tiempo entre los miembros de un sistema social. En el presente estudio, la tecnología a ser adoptada por la población es la telefonía móvil.

### **3. OBJETIVO E HIPÓTESIS**

#### **3.1. Objetivos de la investigación**

##### **Objetivo general**

El objetivo general de la investigación es evaluar el efecto de las principales variables que han determinado el crecimiento de la densidad de la telefonía móvil en el Perú en el periodo 1994-2017. Para ello se considera un periodo de estudio más amplio que el analizado en estudios previos, donde el número de líneas móviles en servicio se encuentra por encima del número de habitantes, creciendo a un ritmo cada vez más lento. Asimismo, se plantea modelar la dinámica competitiva entre las empresas operadoras con el fin de evaluar su efecto en la difusión móvil, así como predecir la densidad de la telefonía móvil en el Perú para el periodo 2018-2019, y su desagregación por cuotas de mercado entre empresas.

##### **Objetivos específicos**

1. Evaluar el efecto de las políticas regulatorias en el crecimiento de la telefonía móvil mediante la utilización de modelos de difusión.
2. Evaluar la dinámica competitiva entre las empresas operadoras y su efecto sobre la difusión de la telefonía móvil, así como predecir la demanda por empresa.

#### **3.2. Formulación de hipótesis**

##### **Hipótesis general**

La estimación cuantitativa entre las variables de política regulatoria evidenciaría que estas tienen un papel importante en el crecimiento de la telefonía móvil. Asimismo, las políticas de implementación del sistema “El que llama paga” y la regulación de cargos de terminación móvil tienen un efecto positivo en el proceso de difusión del servicio.

##### **Hipótesis específicas**

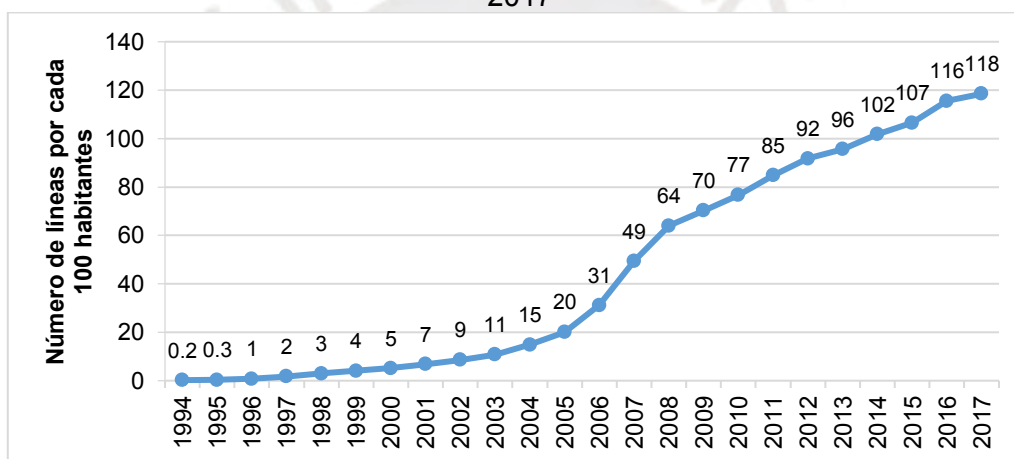
1. Las políticas regulatorias han tenido un efecto positivo en la difusión de la telefonía móvil con excepción de la implementación de la portabilidad numérica móvil.
2. La dinámica competitiva entre las empresas ha tenido un efecto positivo sobre la difusión de la telefonía móvil. Asimismo, permite realizar proyecciones confiables sobre las participaciones de las empresas.

#### 4. EL MERCADO DE LA TELEFONÍA MÓVIL EN EL PERÚ

La telefonía móvil apareció en el Perú en el año 1990, en un contexto donde el servicio de telefonía fija presentaba una baja cobertura y una baja calidad en su prestación. Al respecto, Zegarra (2005) señala que la telefonía móvil apareció como una alternativa para realizar llamadas frente a la escasez de las líneas telefónicas fijas, lo cual explica su crecimiento explosivo a pesar de presentar mayores costos de instalación y tarifas que la telefonía fija.

Desde sus inicios, el mercado de la telefonía móvil ha mostrado un crecimiento sostenido (ver **Gráfico N° 1**), aunque con diferentes velocidades de crecimiento a lo largo de los años. Esto es debido al proceso de difusión que sigue este tipo de servicio, el cual se ha visto afectado por los cambios en la estructura del mercado producto de la entrada de nuevas empresas, la adopción de nuevas estrategias comerciales, el desarrollo de nuevas tecnologías, la implementación de políticas regulatorias, la asignación de más espectro radioeléctrico, entre otros.

**Gráfico N° 1:** Evolución de la densidad de la telefonía móvil en el Perú, periodo 1994-2017



Fuente: Osiptel, Informes Financieros Trimestrales de Telefónica de España. Elaboración: Propia

La rápida difusión del servicio permitió que la densidad de la telefonía móvil<sup>7</sup> alcanzara la cifra de 118.5 a fines del 2017. No obstante, en los últimos años el crecimiento de la telefonía móvil se ha venido reduciendo, debido a que el número de potenciales adoptantes del servicio estaría disminuyendo al encontrarse limitado por el tamaño potencial del mercado. Asimismo, la disminución en el crecimiento del número de líneas móviles es general a todos los mercados móviles a nivel internacional.

En ese sentido, tomando en consideración que, en países representativos de la región, tales como Colombia y Chile, la densidad de la telefonía móvil alcanzó al 2017 la cifra de 126.8 y 127.5, respectivamente, se esperaría que el tamaño potencial del mercado de la telefonía móvil peruano se encuentre cercano a las 130 líneas móviles por cien habitantes. Esta cifra será estimada posteriormente mediante los modelos de difusión de tecnologías.

<sup>7</sup> Entendida como el número de líneas por cada 100 habitantes.

#### 4.1. Evolución del mercado de la telefonía móvil en el Perú<sup>8</sup>

##### a) Entrada de los operadores al mercado peruano

La prestación del servicio de la telefonía móvil empezó en abril de 1990 con el inicio de las operaciones en Lima y Callao de la Empresa Difusora de Radio Tele (TELE 2000). Posteriormente, en abril de 1991, la empresa Compañía Peruana de Teléfonos (CPTSA) ingresa al mercado operando en las provincias de Lima y Callao, mientras que en el año 1992 la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (Entel Perú) ingresa al mercado prestando el servicio en el resto del país.

En el año 1994, como parte del proceso de privatización, las empresas estatales CPTSA y Entel Perú pasan a formar parte de la empresa Telefónica del Perú S.A.A. (en adelante, Telefónica). En el año 1997 la empresa Bellsouth Perú S.A. (en adelante, Bellsouth) adquiere a Tele 2000, pasando a competir con Telefónica. Es así que hasta el 1997 el mercado de telefonía móvil se encontraba bajo un duopolio, al ser atendido por dos empresas.

En diciembre de 1998, ingresa al mercado la empresa Nextel del Perú S.A. (en adelante, Nextel), subsidiaria de Nextel International Inc., tras adquirir una serie de concesiones otorgadas a diversas empresas del servicio troncalizado en la Banda 800 MHz, a fin de contar con espectro suficiente para hacer viable la implementación de su sistema móvil. Nextel contó con un sistema digital troncalizado que le permitió ofrecer además de la comunicación mediante radio, la comunicación vía telefónica. La empresa concentró su interés en la atención del segmento corporativo.

En enero de 2000, se creó la empresa Telefónica Móviles S.A.C. (en adelante, Telefónica Móviles) como resultado de un proceso de reestructuración organizacional y funcional de Telefónica Holding.

En el año 2001, ingresa al mercado la empresa TIM Perú S.A.C. (en adelante, TIM) bajo la marca "TIM", tras ganarse la adjudicación del bloque A en la Banda 1,900 MHz en el año 2000. Posteriormente, en agosto de 2005, las acciones de TIM son transferidas a la empresa América Móvil S.A.C. (en adelante, América Móvil), la cual opera bajo la marca "Claro" hasta la actualidad. La entrada de esta empresa marcó un cambio importante en el mercado debido al cambio estratégico, enfocado en competir directamente con Telefónica.

En el año 2004, la empresa Bellsouth se denomina Comunicaciones Móviles del Perú y pasa a formar parte del grupo Telefónica<sup>9</sup>. En el 2005 Comunicaciones Móviles del Perú paso a denominarse Telefónica Móviles, operando bajo la marca Movistar<sup>10</sup>.

En los siguientes años, periodo 2005-2013, no se producirían grandes cambios en la estructura del mercado de la telefonía móvil. Durante este periodo se encontraban

---

<sup>8</sup> Esta sección se basa principalmente en la información "Hitos de la Reestructuración de las Telecomunicaciones" publicada por el Osiptel, así como en sus informes N° 028-GPR/2004, N° 093-GPR/2005, N° 028-GPR/2015 y N° 0016-GPR/2018.

<sup>9</sup> Según indica la Cepal (2005), la compra de todas las operaciones de Bellsouth (diez filiales en total) en América Latina por parte de Telefónica, permitió a esta última constituirse en un operador clave en el segmento móvil a escala regional.

<sup>10</sup> Resolución N° 032-2006-CD/OSIPTEL.

operando tres empresas: Telefónica Móviles, América Móvil y Nextel, las cuales mantenían una cuota de mercado en torno al 56.5%, 39% y 4.5%.

A partir del año 2013, producto de la licitación de las Bandas 1900 MHz y AWS para la prestación de servicios de comunicaciones móviles, ingresaron dos nuevos grupos económicos al mercado peruano: Viettel Telecom y el Grupo Entel Chile. La entrada de estos grupos conllevaría a un cambio importante en la estructura de mercado.

En agosto de 2013, el Grupo Entel Chile adquiere los activos de Nextel. En el siguiente año, tras la licitación de la Banda AWS para la prestación de servicios móviles avanzados (4G)<sup>11</sup>, la empresa Americatel Perú S.A. (filial del grupo Entel) se adjudicó el bloque B. Posteriormente, este bloque sería transferido a favor de Nextel Perú. Es recién a partir de setiembre de 2013 que se empezaron a observar cambios a nivel de estrategia, siendo en el año 2014 que Nextel Perú cambia su nombre y pasa a llamarse Entel Perú S.A. (en adelante, Entel). Cabe señalar que, como parte del cambio, la empresa pasó de ser un operador de nicho, enfocado en el sector corporativo, a ser un operador masivo compitiendo fuertemente en el sector residencial.

En julio de 2014, la empresa Viettel Perú S.A.C. (en adelante, Viettel) inició operaciones bajo la marca "Bitel", luego de adjudicarse las Bandas 1900 MHz y 900 MHz en los años 2011 y 2012, respectivamente. El ingreso de esta nueva empresa se caracterizó por realizar inversiones significativas en la industria, con el fin de expandir su cobertura incluso hasta centros poblados no cubiertos por otros operadores. En cuanto a la estrategia comercial, la oferta de Viettel apunta a atender el segmento de usuarios residenciales de menores recursos mediante ofertas a precios bajos, así como buscar atender puntos del país donde otros operadores no han llegado (Loaiza Flower & Jauregui, 2015).

En julio de 2016, ingresa la empresa Virgin Mobile Perú S.A. (en adelante, Virgin), convirtiéndose en el primer Operador Móvil Virtual (OMV) en operar en el mercado peruano. Este operador brinda sus servicios utilizando la infraestructura y espectro de Telefónica. En cuanto a su oferta, Virgin se enfoca en atender al segmento de jóvenes, quienes se caracterizan por no desear formar contratos para obtener servicios móviles.

#### b) Evolución Tecnológica de las Redes móviles

Conforme las tecnologías de los servicios móviles evolucionaban a nivel mundial, los operadores móviles en el Perú realizaban actualizaciones en las tecnologías que utilizan para prestar sus servicios. Como se aprecia en el **Gráfico N° 2**, los operadores móviles *"han optado por las tecnologías pertenecientes al Grupo 3GPP (3rd Generation Partnership Project Agreement), debido a sus altas prestaciones tecnológicas, las economías de escala generadas, su constante evolución, entre otros factores favorables"* (Osiptel, 2017, p. 58).

Cuando se inició la prestación del servicio de telefonía móvil en el Perú, se utilizó la tecnología AMPS, perteneciente a la primera generación de tecnologías (1G). Es recién en el año 1997, cuando se llevó a cabo uno de los principales cambios tecnológicos en la industria de la telefonía móvil en el Perú, al implementar la empresa Telefónica la

---

<sup>11</sup> Mediante el uso de tecnología LTE o superiores.

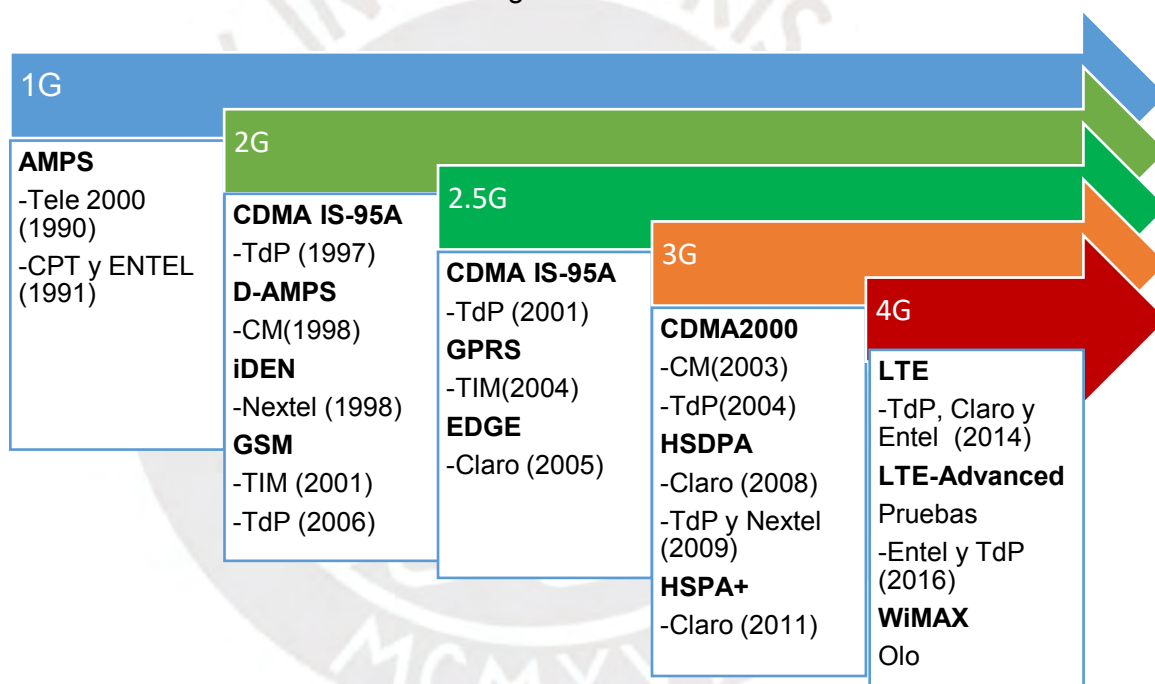


telefonía digital mediante el uso de la tecnología CDMA IS-95. De esta forma, se dio inicio a los servicios móviles de segunda generación (2G).

Posteriormente, con la entrada de la empresa TIM en el año 2001 se introdujo la tecnología GSM, en la Banda 1900 MHz. La adopción de esta nueva tecnología permitió realizar un uso más eficiente del espectro radioeléctrico, al permitir atender hasta ocho (08) comunicaciones en un mismo canal. Asimismo, mediante la plataforma GSM se empezó a brindar el servicio de mensajes cortos (SMS), transmisión de datos con una velocidad de hasta 56 kbps, internet, entre otros.

Es importante señalar que la adopción de la tecnología GSM por parte de los principales operadores en América Latina permitió a la población beneficiarse de las reducciones en los costos de equipamiento de red, terminales y otros insumos, producto de la mayor escala a nivel global de esta tecnología. Como resultado se pudo superar el 50% de la penetración móvil en América Latina, junto con la expansión del servicio de mensajería (AHCJET, 2013).

**Gráfico N° 2:** Evolución tecnológica de la telefonía móvil en el Perú



Fuente: Osiptel y reportes periódicos. Elaboración: Propia

Posteriormente, conforme se producían mejoras en las tecnologías para la prestación de los servicios móviles a nivel internacional, los operadores móviles en el Perú implementaron tecnologías que les permitieron mejorar las transferencias de datos. Dentro de las tecnologías adoptadas por parte de los operadores móviles tenemos el CDMA IS-95A (Telefónica) y el GPRS/EDGE (TIM/Claro), pertenecientes al grupo 2.5G, y las tecnologías CDMA2000 y HSPDA de tercera generación (3G).

En el año 2014, mediante la adjudicación de dos bloques de la Banda AWS (1.7/2.1 GHz) a las empresas Entel y Telefónica, se inicia la prestación de los servicios móviles avanzados de cuarta generación (4G) mediante el uso de la tecnología LTE. La empresa América Móvil, en su necesidad de lanzar servicios móviles 4G sin contar con una banda especializada para ello, hace uso de la Banda 1900 MHz.

Es importante mencionar que conforme evolucionaban las tecnologías para la prestación de servicios móviles, también lo hacia la armonización tecnológica, esto es, la capacidad de que una tecnología pueda operar en varias bandas de frecuencia. Al respecto, a pesar de que un terminal móvil de segunda generación con tecnología GSM puede fácilmente operar en las Bandas 900MHz y 1900MHz, no es posible operarlo en otras bandas de frecuencia. Por otro lado, las nuevas tecnologías de cuarta generación como el LTE tienen un rango más amplio de bandas disponibles (Oxera, 2012). En ese sentido, el desarrollo tecnológico ha permitido mejorar la calidad de los servicios móviles prestados, así como hacer un uso más eficiente del espectro radioeléctrico.

c) Evolución de la telefonía móvil por modalidad contractual

El crecimiento del número de líneas móviles por modalidad contractual es mostrado en el **Gráfico N° 3**. Como se aprecia, el crecimiento de la telefonía móvil en el Perú se ha llevado a cabo principalmente a través de las líneas prepago, característica que es compartida con los países de América Latina.

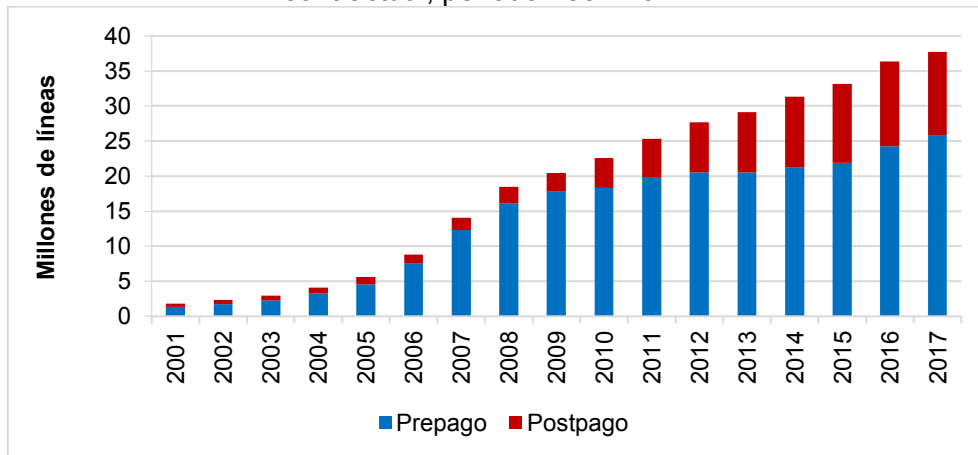
Al respecto, en un estudio para América Latina, la GSMA (2011) señala que *“La introducción de la servicios móviles prepagos ha resultado vital en la proliferación de conexiones móviles en Latinoamérica”*, debido a que ofrece una serie de ventajas a los consumidores con ingresos regulares o con baja estabilidad financiera tales como: flexibilizar la utilización del servicio de acuerdo a cuándo pueda pagarlo; permitir acceder a los servicios móviles a un costo inicial más bajo que los servicios postpago; y por último, al no requerir que el consumidor compruebe su capacidad crediticia ni se hagan seguimientos de cobranzas, lo cual resulta importante en países que presentan problemas en el acceso al sistema bancario como el peruano.

En cuanto a las estadísticas de la evolución del número de líneas móviles prepago es importante señalar que estas presentaron problemas en los reportes estadísticos, debido a que las empresas realizaron cambios drásticos en la contabilización del número de líneas móviles. Este es el caso de la empresa Telefónica, la cual dio de baja 5.8 millones de líneas prepago en noviembre de 2012 que no realizaron una recarga durante los últimos 210 días<sup>12</sup>; mientras que la empresa América Móvil en mayo de 2013 dejó de contabilizar las líneas prepago que no generaron tráfico en los últimos tres meses.

---

<sup>12</sup> Por este motivo, las estadísticas utilizadas en el presente estudio utilizan como fuente de información las estadísticas reportadas por Telefónica de España a fin de evitar confusiones sobre las preferencias de los abonados celulares, así como en los cálculos de los índices de competencia (HHI).

**Gráfico N° 3:** Evolución del número de líneas de telefonía móvil por modalidad contractual, periodo 2001-2017 (\*)

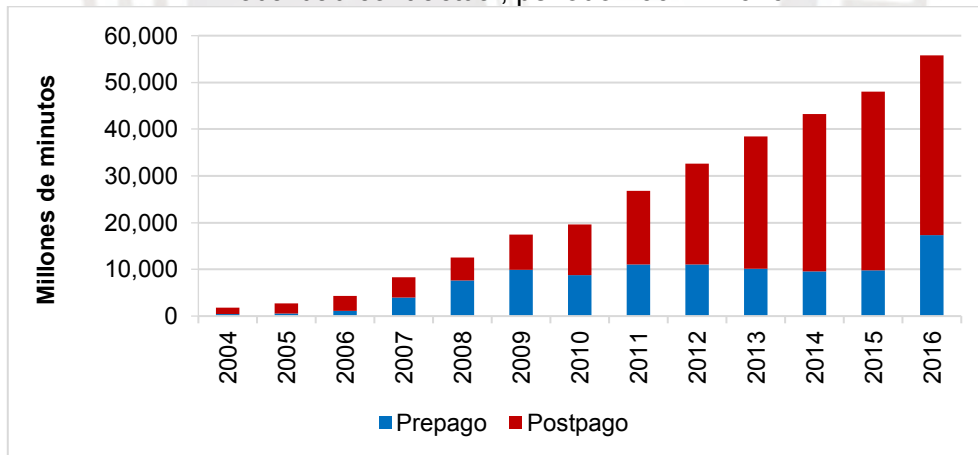


Nota: (\*) Las cifras prepago fueron corregidas a partir de los reportes trimestrales de Telefónica de España.

Fuente: Osiptel, Informes Financieros Trimestrales de Telefónica. Elaboración: Propia

Por otro lado, el tráfico de llamadas desagregadas por modalidad contractual es mostrado en el **Gráfico N° 4**, en el cual se aprecia que las líneas postpago concentran más del 50% del total de tráfico cursado por las líneas móviles. Estas cifras indicarían su importancia dentro de los planes ofrecidos por los operadores móviles. Sin embargo, en el año 2016 el tráfico cursado por las líneas prepago se incrementó sustancialmente, debido a las mejores ofertas lanzadas por los operadores móviles.

**Gráfico N° 4:** Evolución del tráfico originado local en redes móviles por tipo de modalidad contractual, periodo 2004 – 2016

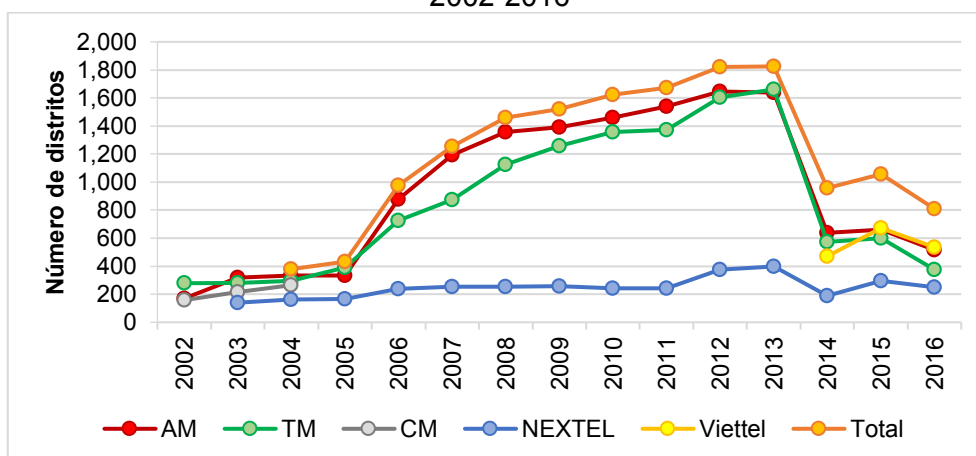


Fuente: Osiptel. Elaboración: Propia

d) Evolución de la cobertura de servicios móviles

La cobertura de los servicios móviles hasta el año 2004 no llegaba a cubrir el 20% del total de distritos a nivel nacional (ver **Gráfico N° 5**), siendo recién en el año 2005, a partir de la entrada de América Móvil, que la cobertura se incrementó exponencialmente. Al respecto, Gallardo et al. (2007) señalan que la expansión de la penetración móvil registrada en el periodo 2005-2006 estuvo correlacionada con el crecimiento de la cobertura y el acceso. Este crecimiento amplió la cobertura en zonas rurales y de mayor pobreza respecto a los distritos cubiertos en el año 2005.

**Gráfico N° 5: Evolución de la cobertura de servicios móviles a nivel distrital, periodo 2002-2016**



(\*) Información Referencial. La cantidad de distritos puede variar de acuerdo a los datos oficiales a ser calculados por la GFS. A partir del año 2016, de acuerdo con el Reglamento de Cobertura, para que un distrito sea considerado con Cobertura, al menos el 45% de sus CCPP debe de ser declarado con cobertura. Para el año 2017, el reglamento estipula que un distrito tendrá cobertura cuando al menos el 60% de sus CCPP tenga cobertura.

Nota: Las cifras podrían ser actualizadas ante una eventual modificación por parte de las empresas operadoras.

Fuente y elaboración: OSIPTEL

Por otra parte, Cancho y López (2006) muestran que para el año 2006 casi la totalidad de la brecha existente en el acceso a la telefonía móvil era atribuible fundamentalmente a la pobreza o “Brecha Real”, por lo cual la población no accedería al servicio aún si el mercado funcionara adecuadamente. En ese sentido, el incremento de la cobertura junto con la oferta de planes prepago, habrían contribuido a aumentar el acceso al servicio, debido a que bajo esta modalidad los abonados celulares no estarían condicionados a realizar pagos de manera regular (frecuente) para hacer uso del servicio.

Cabe señalar que previo al cuarto trimestre de 2014 se consideraba que un distrito contaba con cobertura cuando una empresa declaraba que contaba con cobertura en al menos una de sus localidades. Sin embargo, después de dicha fecha, se ha venido aplicando una nueva metodología para medir la cobertura<sup>13</sup>. Bajo este nuevo criterio, para que un distrito contara con cobertura debía de tener un nivel de señal de -95 dBm<sup>14</sup> en el 30% de los Centros Poblados (CCPP) que lo conforman. A pesar de los cambios, se observa que la cobertura aumento en el 2015, sin embargo, esta vuelve a disminuir en el 2016 debido a que se incrementa la exigencia para que un distrito cuente con cobertura, al exigir una señal en el 45% de los CCPP para dicho año.

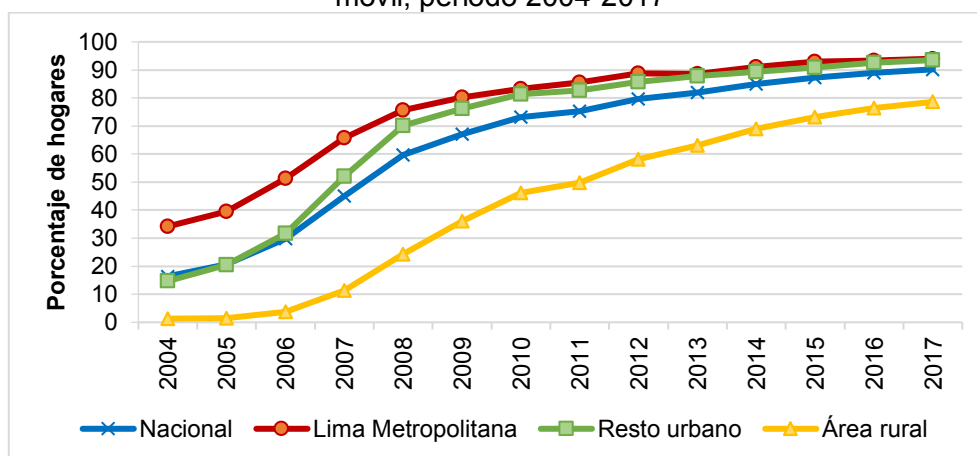
#### e) Evolución del acceso de la telefonía móvil

La evolución del acceso de la telefonía móvil y el cierre de la brecha urbano-rural muestran un crecimiento sostenido, explicado por el crecimiento de la cobertura y la oferta de planes prepago (ver **Gráfico N° 6**). Así en el año 2017, el 90.2% de los hogares a nivel nacional contaron con acceso de la telefonía móvil. Es importante resaltar que el proceso de difusión de la telefonía móvil en el ámbito urbano se encuentra alcanzando rápidamente su potencial de mercado, a diferencia del ámbito rural.

<sup>13</sup> Aprobada mediante Resolución N° 135-2013-CD/OSIPTEL.

<sup>14</sup> Un dBm es una unidad de medida de potencia expresada en decibelios (dBm) relativa a un milivatio (mW).

**Gráfico N° 6:** Evolución del porcentaje de hogares con acceso al servicio de telefonía móvil, periodo 2004-2017



Fuente: Enaho-INEI. Elaboración: Propia

En este sentido, la importancia del servicio de telefonía móvil resalta por estar presente tanto en el ámbito urbano como rural, a diferencia de otros servicios como la telefonía fija o el internet fijo, permitiendo que cerca del 79% de los hogares del ámbito rural puedan acceder a al menos un servicio de telecomunicaciones.

#### f) Análisis de los indicadores de competencia

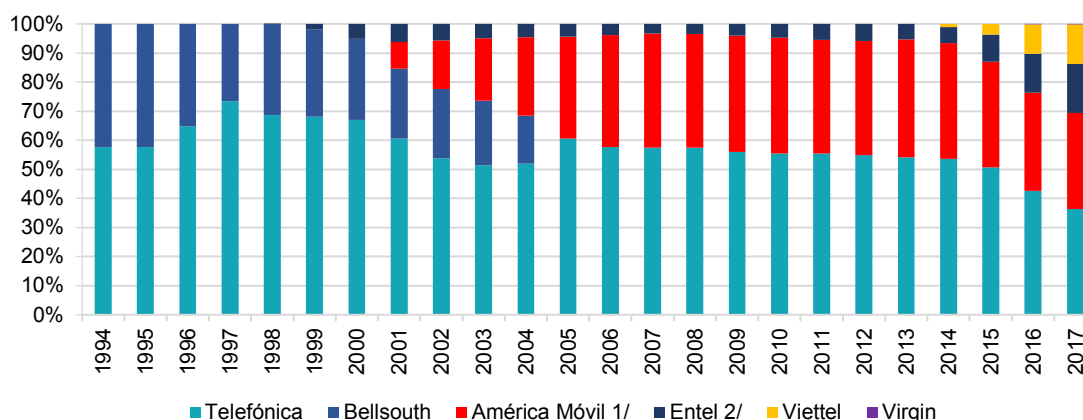
A lo largo de los años, el mercado de la telefonía móvil ha tenido una industria cuasi duopólica, debido a que eran dos empresas las que competían por la mayor parte del mercado. En los primeros años, hasta antes de la entrada de Nextel en 1998, las empresas Telefónica y Tele 2000 (después Bellsouth) mantuvieron el duopolio en un mercado que se encontraba en pleno crecimiento. Posteriormente, con la entrada de Nextel esta estructura no sufrió mayores cambios, como se aprecia en el **Gráfico N° 7**, las cuotas de mercado de los operados se mantuvieron relativamente estables en los años posteriores. Esto es debido a que las operaciones del nuevo operador se encontraban orientadas a la atención del sector corporativo, no compitiendo directamente con el resto de las empresas en el segmento residencial.

Posteriormente, a partir del año 2014 la estructura del mercado cambio progresivamente producto de la entrada de Viettel y el giro estratégico de Entel, al intensificar la competencia. Al respecto, es importante señalar que un aspecto importante para la competencia es el segmento de mercado al cual apuntan a atender los nuevos operadores móviles. Es así que tanto la empresa Nextel como Virgin apuntaron a atender nichos de mercado, en el primer caso al sector corporativo, mientras que en el segundo se apuntó atender al segmento de jóvenes.

Por otro lado, en el caso de las empresas América Móvil y Viettel, al buscar atender a un segmento más amplio como el residencial, han implementado estrategias que les han permitido alcanzar una mayor participación en el mercado. En ese sentido, el número de empresas que operan en el mercado no sería un buen indicador de competencia, toda vez que no todas compiten por el mercado en su conjunto, al existir empresas que se enfocan en atender determinados segmentos del mercado.



**Gráfico N° 7: Evolución de la participación de líneas por servicio y por empresa operadora, periodo 1994-2017**



Notas:

1/ Hasta el año 2004 las operaciones correspondieron a la empresa TIM.

2/ Hasta el año 2013 las operaciones correspondieron a la empresa Nextel Perú.

Fuente: Osiptel. Elaboración: Propia

Al respecto, la “Brecha Competitiva” es un indicador utilizado para evidenciar la presencia o ausencia de la intensidad competitiva, que mide la concentración relativa existente en el mercado mediante la distancia entre el HHI real y el HHI ideal<sup>15</sup>. La evolución de la brecha competitiva mostrada en el **Gráfico N° 8** indicaría que esta ha disminuido en los años siguientes al ingreso de nuevos operadores, periodo 1998 – 2005 (ingreso de Nextel y América Móvil) y 2014 – 2017 (Entel y Viettel), por lo que la intensidad de la competencia se habría incrementado en estos periodos.

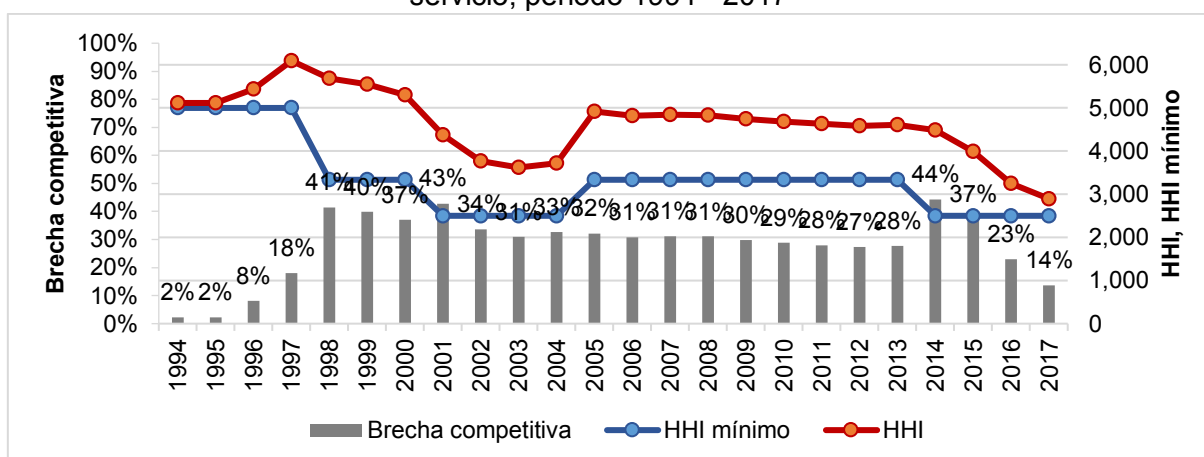
#### g) Evolución de los ingresos móviles y ARPU

El ingreso promedio por usuario (ARPU) mensual, calculado como la división entre los ingresos obtenidos en un periodo entre el total de clientes activos de la empresa, es mostrado en el **Gráfico N° 9**. Al respecto, el ARPU de la telefonía móvil mostró una gran disminución durante los primeros años del servicio hasta el año 2005, producto de la competencia entre los operadores para captar nuevos clientes, la entrada de la modalidad “El que llama paga” y el inicio de la modalidad prepago en los años 1996 y 1997, respectivamente.

Por otra parte, en los últimos años el ARPU creció levemente en función al aumento de los contratos postpago. Es así que a medida que los mercados maduran, el porcentaje de los contratos postpago va en aumento, por lo cual gran parte de la disminución en el ARPU móvil estaría explicada por los cambios en la composición de los ingresos por modalidad contractual. Mientras que en el 2008 el 14.5% de las líneas móviles estuvieron sujetas a contratos postpago, en el año 2017 esta modalidad contractual representó el 21% del total líneas.

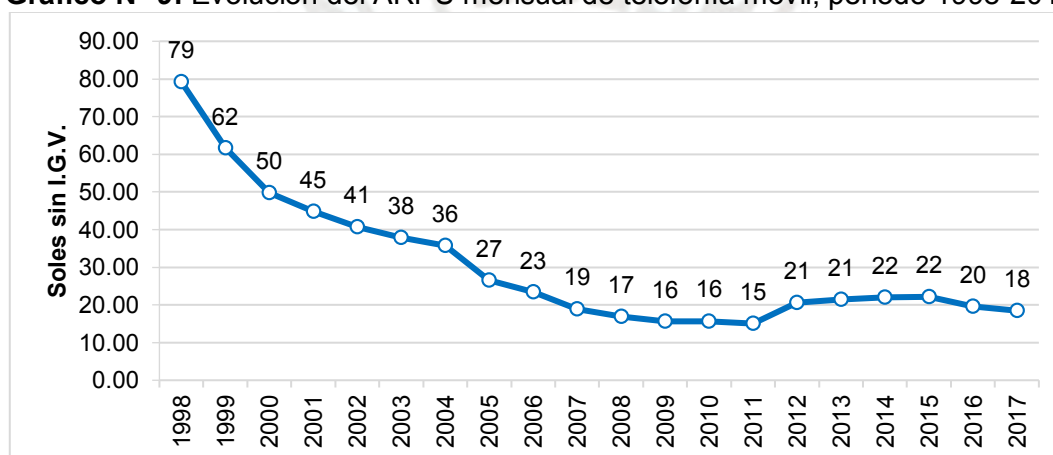
<sup>15</sup> Calculado como el HHI bajo un escenario donde las empresas presentes en el mercado se reparten el mismo en partes iguales.

**Gráfico N° 8:** Evolución del HHI, HHI mínimo y Brecha Competitiva por líneas en servicio, periodo 1994 - 2017



Fuente y elaboración: Osiptel

**Gráfico N° 9:** Evolución del ARPU mensual de telefonía móvil, periodo 1998-2017



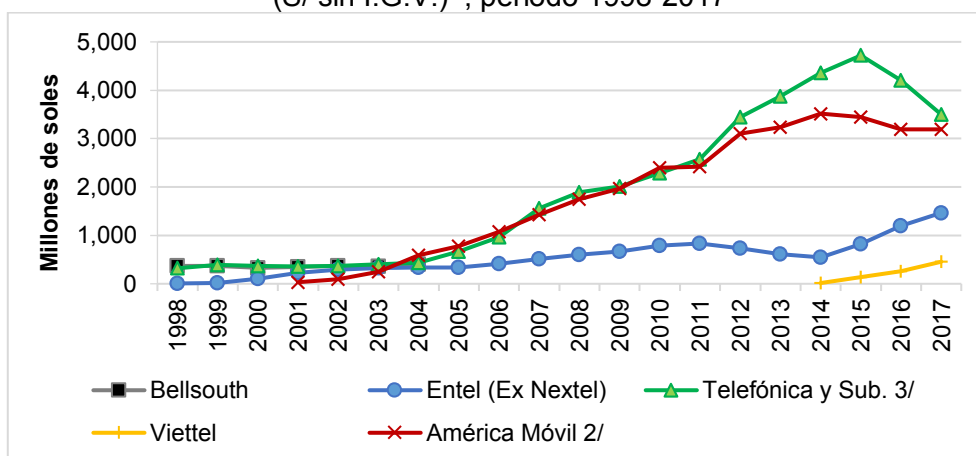
Nota: Los servicios móviles comprenden los servicios de voz móvil, internet móvil, y otros servicios brindados sobre redes móviles (SMS, MMS, etc.) No incluye ingresos por venta de equipos.

Fuente: Osiptel. Elaboración: Propia

Por otro lado, según se evidencia en el **Gráfico N° 10**, los ingresos por servicios móviles de Telefónica y América Móvil, habrían venido creciendo a tasas positivas en el periodo 2001-2014. Es a partir del año 2015 que los ingresos de los mayores operadores del mercado empiezan a disminuir producto de la mayor dinámica competitiva en el mercado móvil generada por la entrada de nuevos competidores.

Es importante señalar las diferencias en los efectos de la entrada de nuevos competidores sobre los ingresos de los operadores incumbentes en los primeros y últimos años de difusión del servicio. Al respecto, la entrada de la empresa TIM y América Móvil en los años 2001 y 2005, respectivamente, no conlleva a una caída sustantiva en los ingresos de Telefónica debido a que durante esos años el mercado se encontraba en su fase de pleno crecimiento, permitiendo seguir captando una mayor cantidad de nuevos clientes; mientras que, en la actualidad al encontrarse el mercado cubierto, la mayor competencia se realizaría sobre la base de clientes existentes.

**Gráfico N° 10:** Evolución de los ingresos por servicios móviles y empresa operadora (S/ sin I.G.V.)<sup>1/</sup>, periodo 1998-2017



Nota: Los servicios móviles comprenden los servicios de voz móvil, internet móvil, y otros servicios brindados sobre redes móviles (SMS, MMS, etc.) No incluye ingresos por venta de equipos.

1/ No se incluyen las empresas Olo del Perú S.A.C., TVS Wireless S.A.C. y Velatel Perú S.A., que comercializan el servicio de internet, y de Virgin Mobile móvil para hacer comparables las cifras Sus ingresos totales representaron el 0.2% del total de la industria móvil al 2017.

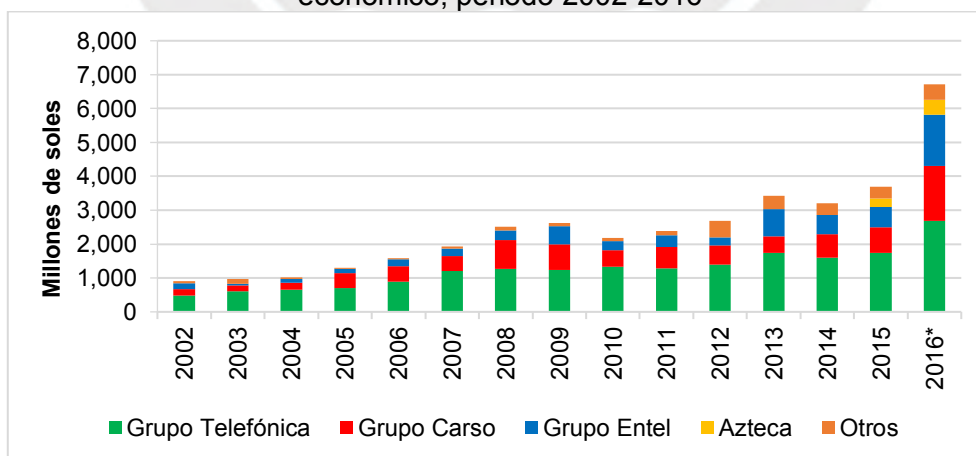
2/ Operó bajo el nombre de TIM hasta agosto de 2005.

3/ Hasta el año 2003 incluye los ingresos por el tráfico fijo-móvil; en dicho año, el ingreso por dicho concepto fue de S/. 375 millones.

Fuente: Osiptel. Elaboración: Propia

Respecto a las inversiones anuales efectuadas por las empresas de telecomunicaciones (ver **Gráfico N° 11**), se observa que estas son realizadas en su mayor parte por los grupos Telefónica, Carso (América Móvil) y el grupo Entel, empresas prestadoras de servicios móviles. Los montos de inversiones se han incrementado en los últimos años, resaltando el año 2016 cuando los operadores móviles invirtieron US\$ 911 millones de dólares para adjudicarse tres bloques de la Banda 700 MHz para la prestación de servicios móviles avanzados mediante tecnología de cuarta generación (4G).

**Gráfico N° 11:** Evolución de las inversiones en telecomunicaciones por grupo económico, periodo 2002-2016



Nota: (\*) Datos preliminares en el año 2016.

- No se incluye compra de inversiones.

- Desde el 2013, Americatel y Entel pertenecen al mismo grupo económico: el Grupo Entel de Chile.

- La información del 2015 incluye S/. 251 millones invertidos por el Estado a través de Azteca Comunicaciones Perú.

Fuente y elaboración: Osiptel.

## 4.2. Regulación de la telefonía móvil

El mercado de la telefonía móvil ha estado afecto de las políticas sectoriales impulsadas por el Ministerio, así como las políticas regulatorias implementadas por el Osiptel en favor de la competencia. En los siguientes subcapítulos se procede a describir las principales regulaciones adoptadas en el mercado de la telefonía móvil en el Perú:

### 4.2.1. Sistema “El que llama paga”

Existen dos sistemas de cobro de llamadas, el sistema “el que llama paga” (Calling Party Pays o CPP), bajo el cual, el usuario que origina la comunicación paga el costo de la llamada, y el sistema “el que recibe paga” (Receiver Party Pays o RPP) donde es el usuario que recibe la llamada quien asume el costo de la misma. En el primer caso, el precio de las llamadas salientes es relevante para el usuario, pues estas son las llamadas por las que efectivamente paga, mientras que, bajo el segundo sistema el precio de las llamadas no es un aspecto relevante para dicho usuario.

El sistema CPP mejora la asequibilidad del servicio de la telefonía móvil, principalmente cuando se utiliza la modalidad pre pago, sin recurrir a pagos periódicos mensuales debido a que, para acceder al servicio solo se realiza un pago fijo para la adquisición del terminal móvil. En el caso de los consumidores de bajo consumo, el uso del servicio bajo la modalidad prepago resulta más barato que realizarlo bajo la contratación de planes postpago. El CPP genera el incentivo a reducir el precio de los terminales móviles por parte de los operadores junto con un uso poco intensivo del servicio por parte de los usuarios. Asimismo, las empresas que reciben la llamada tienen incentivos a cargar precios muy elevados por terminar las llamadas, debido a que tiene poder de mercado sobre su propia red (García Alba, 2007).

En el año 1996, el Osiptel decidió aprobar el sistema “el que llama paga”<sup>16</sup>, bajo el cual las empresas de telefonía móvil podían optar por la aplicación del sistema tarifario vigente (el sistema RPP) o por la modalidad “el que llama paga”. En caso optaran por esta última modalidad, ofrecerían a sus usuarios la posibilidad de elegir entre una u otra modalidad. Asimismo, bajo el sistema CPP los operadores móviles fijarían libremente las tarifas por minuto para las llamadas telefónicas fijo-móvil y móvil-fijo. Con esta medida se esperaba que los mayores ingresos obtenidos por los operadores móviles vía la recaudación de las llamadas telefónicas fijo-móvil, sean invertidos en la ampliar la cobertura y desarrollar la infraestructura de la telefonía móvil.

Al respecto, la implementación del sistema CPP tuvo un efecto positivo sobre la difusión de la telefonía móvil al permitir la reducción del monto a pagar por parte de los abonados celulares, así como incrementar los ingresos de los operadores móviles. Esto último permitió financiar las inversiones necesarias de las empresas operadoras para expandir el servicio de la telefonía móvil a nivel nacional (Soto Chávez, 2012).

En el año 2011, luego de un estudio de este segmento de mercado, el Osiptel decidió eliminar este incentivo, al ver que el objetivo de expansión se había logrado; además, al ver que estas tarifas eran tan altas, se decidió regularlas. En ese sentido, los objetivos de cobertura ya no compensaban el tratamiento tarifario otorgado a las comunicaciones

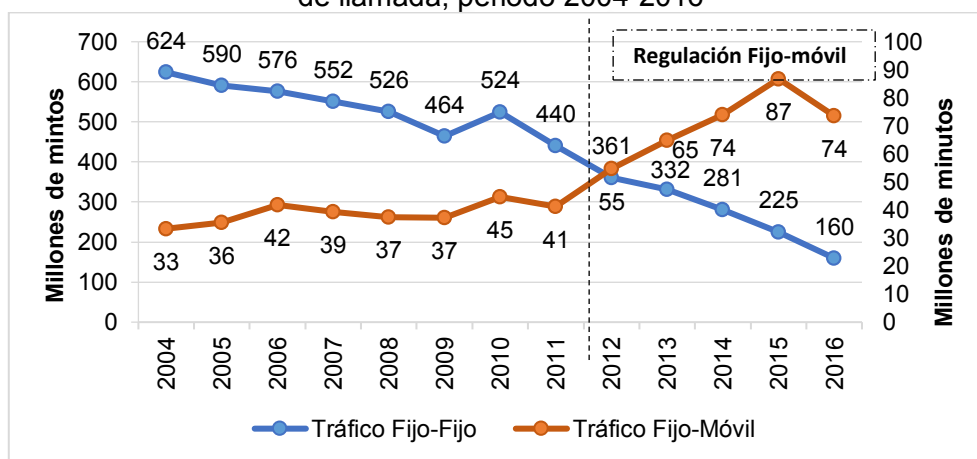
---

<sup>16</sup> Mediante N°005-96-CD/OSIPTEL de febrero de 1996, se aprobó el Sistema de Tarifas aplicable a las comunicaciones cursadas entre usuarios de los servicios de telefonía fija y de telefonía móvil celular.

locales fijo-móvil que había generado altas tarifas en la telefonía fija en beneficio de los operadores móviles. Asimismo, el Osiptel manifestó que la tarifa fijo – móvil se había encontrado dentro de las más altas de la región desde los años 2005 hasta el año 2010, periodo durante el cual no existió regulación tarifaria. En ese sentido, la regulación a este tipo de comunicación se orientó a una tarifa que refleje sus costos (Soto Chávez, 2012).

Como se aprecia en el **Gráfico N° 12**, la regulación de las comunicaciones fijo – móvil en el año 2011, al reducir las tarifas, conllevó a un incremento en el tráfico de este tipo de llamadas. Asimismo, se aprecia la disminución en el tráfico de las llamadas fijo-fijo producto del mayor uso de la telefonía móvil.

**Gráfico N° 12:** Evolución del tráfico local originado en redes fijas desagregado por tipo de llamada, periodo 2004-2016



Fuente: Osiptel. Elaboración: Propia

#### 4.2.2. Regulación de los cargos de terminación de llamadas

La regulación de los cargos de interconexión en los servicios móviles es llevada a cabo debido a que las empresas cuentan con poder monopólico en la prestación del servicio de terminación de llamada, al ser solamente la red que recibe la llamada la única en prestar este servicio. Por su parte, el Osiptel ha señalado otras razones adicionales para la regulación de los cargos móviles entre las que se encuentran: un funcionamiento inadecuado de la autorregulación, mejores condiciones de competencia y mayor bienestar, posibles efectos (reducciones) en las tarifas de teléfonos públicos y de larga distancia, y por su efecto sobre la tarifa Off-net.

En el Perú, la regulación de los cargos por terminación en las redes móviles originadas en otra red de servicios móviles empezó en mayo del 2005<sup>17</sup> mediante el establecimiento del cargo de \$ 0.2053 el minuto, tasado al segundo, que se aplicaba a la terminación de las comunicaciones móviles de las llamadas provenientes de teléfonos públicos y de larga distancia<sup>18</sup>. Esta regulación permitió reducir en un 12% el cargo de interconexión móvil, el cual se encontraba en \$ 0.25 el minuto (cargo promedio del mercado), tasado al segundo.

<sup>17</sup> Establecido mediante Resolución N° 029-2005-CD/Osiptel.

<sup>18</sup> Mediante Resolución N° 004-2001-CD/Osiptel se reguló el cargo tope por terminación de llamada en la red de los servicios móviles de US\$ 0.2053 por minuto, tasado al segundo, únicamente aplicable a las llamadas de larga distancia y a las llamadas locales originarias en un teléfono público.



Sin embargo, es en noviembre de 2005 que la fijación de los cargos por terminación en redes móviles, para el periodo enero 2006-diciembre 2009, se realizó en base a un modelo de costos. Los resultados fueron cargos de interconexión simétricos<sup>19</sup> y no recíprocos<sup>20</sup>, más bajos que los fijados previamente. Al respecto, el “*Osiptel considera que la mejor práctica regulatoria es aquella que establece que los cargos de interconexión deben basarse en los costos incrementales directamente atribuibles a la prestación sujeta a regulación, considerando además un margen de contribución a los costos comunes y un margen de utilidad razonable*”. Asimismo, se estableció un ajuste gradual<sup>21</sup>, mediante reducciones de un 25% cada año de la diferencia entre el cargo de US\$ 0.2053 vigente y los cargos de terminación establecidos para cada empresa operadora.

Posteriormente, en los cargos de interconexión fijados para el periodo octubre 2010 – setiembre 2014 se siguieron los mismos criterios considerados previamente, estableciéndose cargos de interconexión asimétricos, no recíprocos y con ajuste gradual (reducciones del 25% anual). Cabe señalar que estos resultados fueron objetados por la empresa Telefónica, lo cual conllevó a una modificación en los cargos de interconexión fijados para este operador.

Posteriormente, en la regulación de los cargos de interconexión del periodo setiembre 2015 – diciembre 2017, con la entrada de la empresa Viettel, la regulación se realizó sobre los costos de interconexión de las cuatro empresas operadoras presentes en el mercado. Entre las modificaciones realizadas en dicho procedimiento se encuentran: i) una reducción del concepto de *overhead* a 5% (en los anteriores procedimientos se consideró del 10%), para que en el siguiente proceso de revisión tarifaria sea 0%; ii) el establecimiento de cargos recíprocos por grupos de empresas hacia finales del 2017 (US\$ 0.0176 para Telefónica y América Móvil, y US\$ 0.0201 para Entel y Viettel); y iii) mejores condiciones para los operadores con menor participación de mercado mediante la fijación de cargos graduales para Entel y Viettel, y ajustes no graduales para Telefónica y Claro.

Finalmente, para el periodo enero 2018 – enero 2019 se fijó un único cargo de interconexión móvil simétrico, el cual se aplicará tanto sobre los operadores móviles con red (OMR) presentes en el mercado como para aquellos OMR que decidan ingresar al mercado en el futuro. En ese sentido, a diferencia de los anteriores cargos fijados por el Osiptel, este cargo es recíproco en la medida que establece un único cargo para las empresas sujetas a regulación. Asimismo, su ejecución es inmediata, sin la aplicación de un esquema de gradualidad.

En el **Cuadro N° 1** se muestra la evolución de los cargos de terminación de llamadas móviles fijados por el Osiptel.

---

<sup>19</sup> Se considera como regulación simétrica cuando esta es aplicada a todos los operadores de redes de servicios móviles. En el Perú el ente regulador aplica este tipo de regulación, al considerar que todos los operadores independientemente de sus diferencias cuentan con poder sustancial en la terminación de llamadas en su red.

<sup>20</sup> Se considera como cargo recíproco cuando se fija un cargo único para todos los operadores móviles. El Osiptel ha venido aplicando cargos no recíprocos basados en los propios costos de las empresas debido a las diferencias que presentan en el tráfico cursado en sus redes.

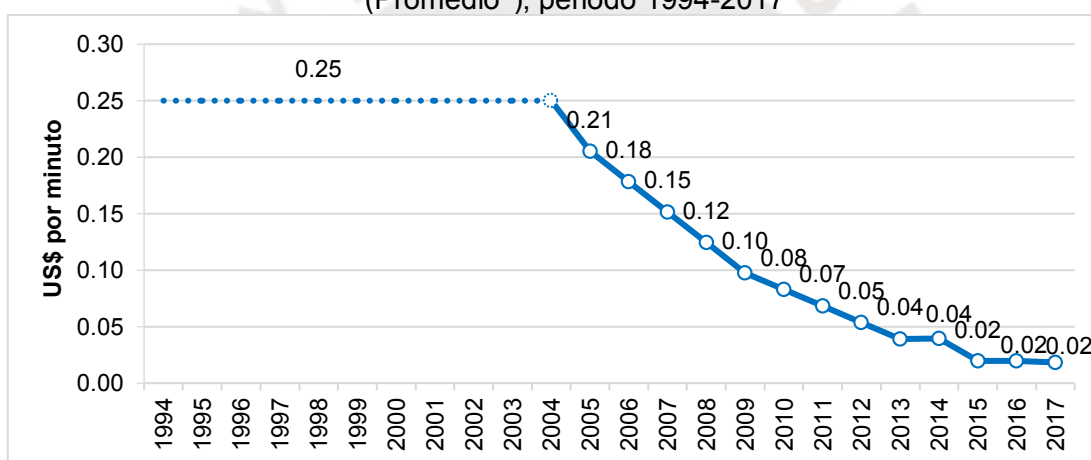
<sup>21</sup> Se utiliza el esquema gradual porque permite medir la reacción y el desarrollo del mercado.

**Cuadro N° 1:** Evolución de los cargos de terminación en la telefonía móvil

Fecha	Resolución	Descripción	Cargos
26-may-2005	Res 029-2005-CD	Fija cargo único	US\$ 0.2053
20-nov-2005	Res 070-2005-CD	Fija cargos por 4 años (ene06-dic09)	TM: US\$ 0.0922 AM: US\$ 0.1056 NETX: US\$ 0.0929
20-ago-2010	Res 93-2010-CD	Fija cargos por 4 años (oct10-set14)	TM: US\$ 0.0322 AM: US\$ 0.0476 NEXT: US\$ 0.0473
14-oct-2010	Res 139-2010-CD		
01-abr-2015	Res 031-2015-CD	Fija cargos por 3 años (abr15-dic17)	TM: US\$ 0.0176 AM: US\$ 0.0176 ENT: US\$ 0.0201 VIET: US\$ 0.0201
25-ene-2018	Res 021-2018-CD	Fija cargo único (ene18-ene19)	US\$ 0.00661

Fuente: Osiptel. Elaboración: Propia

**Gráfico N° 13:** Evolución de los cargos de terminación en la telefonía móvil (Promedio\*), periodo 1994-2017



Nota: \*/ Se consideró un promedio de los cargos de interconexión móvil ponderados por la cuota de mercado de cada empresa operadora. No se consideró la ponderación por cobertura debido a que la metodología para mediar la cobertura cambia a lo largo del periodo de estudio.

Fuente: Resoluciones emitidas por el Osiptel. Elaboración: Propia

Por otra parte, respecto al efecto de la regulación de los cargos de terminación de llamadas sobre las redes móviles en los precios minoristas, Genakos y Valleti (2015) luego de evaluar una década de la regulación de los cargos de interconexión móvil en 27 países encuentran que el efecto de “Cama de agua”<sup>22</sup> no estaba presente “en promedio” en la muestra de los países estudiados. Para ello, los autores señalan que son importantes los cambios en el volumen de tráfico de las llamadas Fijo-móvil y Móvil-Móvil. En ese sentido, aquellos países que introdujeron la regulación de los cargos de interconexión móvil cuando el tráfico móvil-móvil fue elevado no experimentaron el efecto de “Cama de agua”; mientras que por el contrario, aquellos países que introdujeron la misma regulación en los periodos donde el tráfico móvil-móvil se

<sup>22</sup> El efecto cama de agua (en inglés “waterbed effect”) consiste en que los “cargos de interconexión más bajos no se relacionan con menores precios minoristas; sino que, por el contrario, las empresas operadoras buscarán compensar las pérdidas por disminuciones de cargos a través de reducciones en los subsidios de equipos terminales o incrementos en otros precios no regulados” (Gavilano, 2015, p.6).

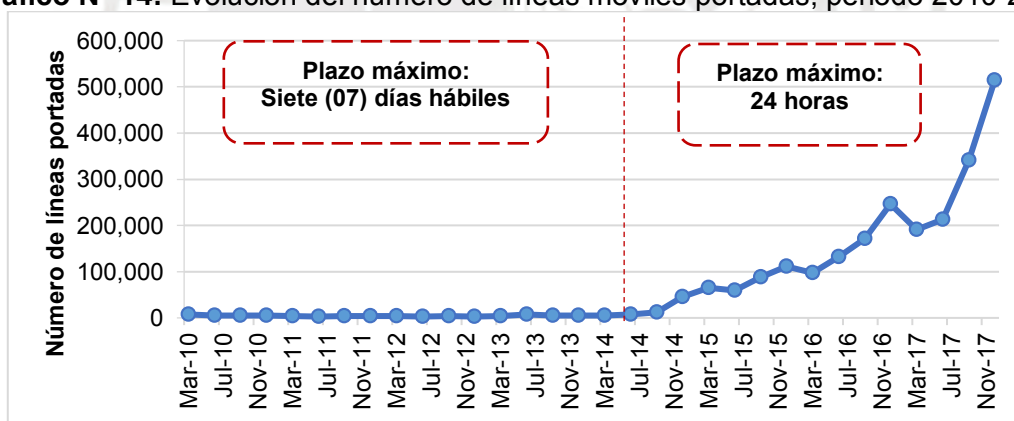
encontraba bajo experimentaron en general el “efecto cama de agua”: inicialmente los precios minoristas de telefonía móvil se incrementaban, pero el efecto disminuía considerablemente a lo largo del tiempo debido al importante crecimiento del tráfico móvil-móvil.

En ese sentido, considerando que la implementación del sistema CPP en el Perú conllevó a una drástica disminución de las llamadas fijo-móvil, se puede afirmar que la reducción en los cargos de terminación habría conllevado a una disminución en las tarifas minorista, y, por lo tanto, habría contribuido con la difusión de la telefonía móvil. Como se muestra en el **Gráfico N° 13**, la regulación de los cargos móviles habría permitido traducir las ganancias de eficiencia a los usuarios finales. Sin embargo, estas ganancias en la eficiencia de las empresas por disminuir sus costos son cada vez menores.

#### 4.2.3. Implementación de la portabilidad numérica móvil

La Portabilidad Numérica Móvil se inició en el año 2010 con el objetivo de reducir significativamente los costos de cambio que debían asumir los usuarios al migrar de empresa operadora. Sin embargo, como se aprecia en el **Gráfico N° 14**, el flujo de portaciones resultó estar distante a lo inicialmente esperado. Es por ello, que a fines del 2013 el Osiptel introdujo medidas complementarias<sup>23</sup> que permitieran hacer más eficiente el proceso de portación de usuarios e incrementar con ello la competencia efectiva, las cuales junto al desbloqueo de los terminales móviles permitieron un crecimiento explosivo en el número de líneas portadas<sup>24</sup>.

**Gráfico N° 14:** Evolución del número de líneas móviles portadas, periodo 2010-2017



Fuente: Osiptel Elaboración: Propia

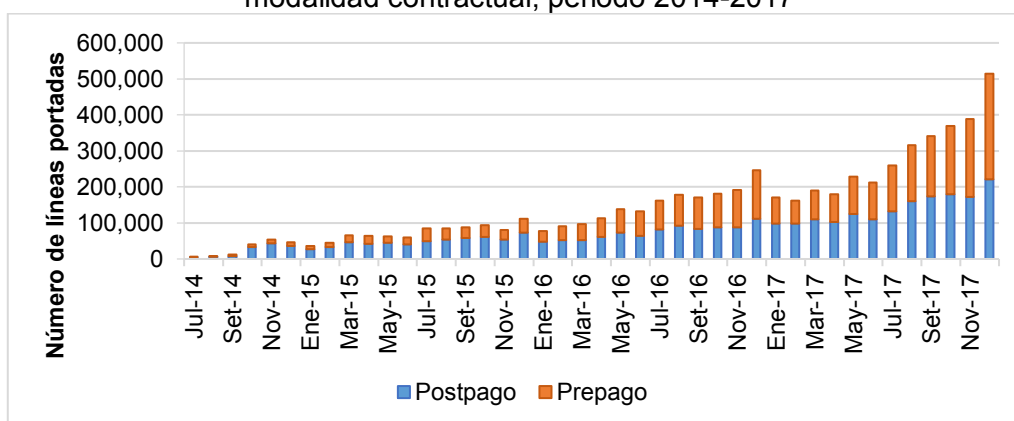
Cabe señalar que desde sus inicios el número de líneas portadas se dio principalmente en la modalidad postpago. Posteriormente, con las medidas implementadas en el año 2013, el número de líneas portadas prepago se incrementó, llegando a alcanzar a las portaciones postpago (ver **Gráfico N° 15**). Sin embargo, mediante la comparación entre el número de líneas portadas sobre el total de líneas por modalidad contractual es

<sup>23</sup> Mediante Resolución N° 166-2013-CD/OSIPTEL.

<sup>24</sup> Dentro de los principales cambios introducidos se encuentran: i) la introducción de la portabilidad numérica en el servicio de telefonía fija; ii) la reducción del plazo máximo para realizar la portabilidad al pasar de siete (07) días hábiles a un plazo máximo de 24 horas de presentada la solicitud; iii) se introduce la definición de cliente especial, como aquel que cuenta con un contrato de prestación de servicios que incluye más de diez (10) números telefónicos; y iv) la reducción del plazo máximo para la resolución de reclamos al pasar de quince (15) días hábiles a tres (03) días hábiles. Fuente: Palomino y Walde (2016).

posible concluir que es en la modalidad postpago donde se realiza la mayor cantidad de portaciones. Esto último indicaría la mayor presión competitiva por captar a los clientes postpago, debido a que realizan un mayor consumo de los servicios, y, por lo tanto, generan un mayor ingreso por usuario que los clientes prepagos.

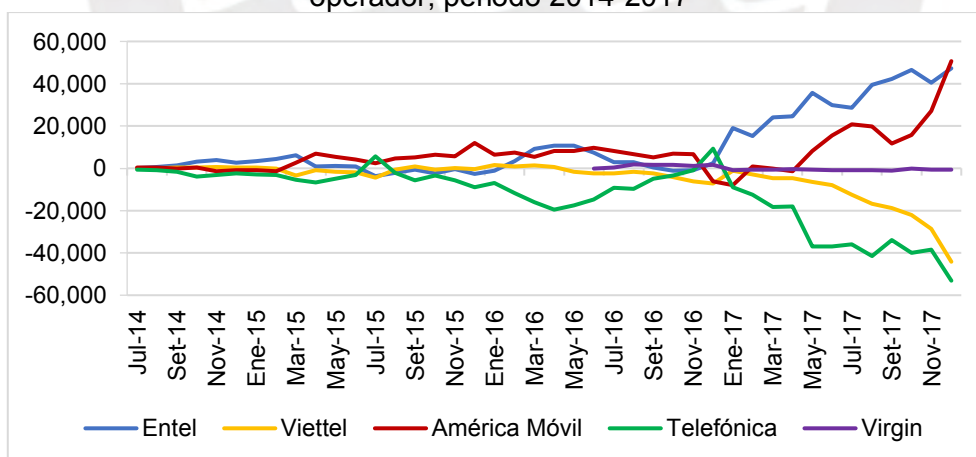
**Gráfico N° 15:** Evolución de la cantidad de líneas móviles portadas desagregadas por modalidad contractual, periodo 2014-2017



Fuente: Osiptel. Elaboración: Propia

Por otro lado, mediante la desagregación de la cantidad de líneas portadas móviles por operador y modalidad contractual (ver **Gráfico N° 16**), se aprecia que el servicio prepago presentó una mayor distribución en las portaciones de líneas entre empresas, al ser mayor el número de empresas receptoras netas que en el caso postpago. Es así que los operadores Entel y América Móvil fueron ganadores netos, mientras que Telefónica y Viettel resultaron ser perdedores netos.

**Gráfico N° 16:** Evolución de la cantidad de líneas móviles portadas prepago por operador, periodo 2014-2017

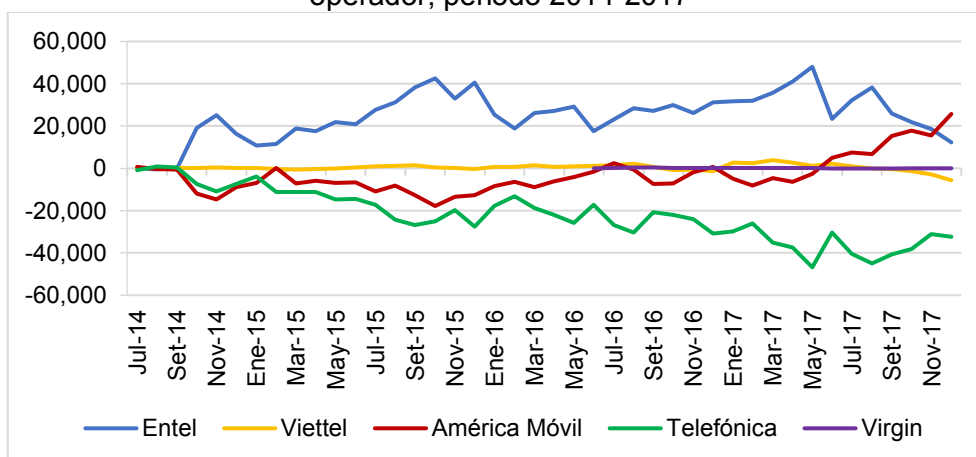


Fuente: Osiptel. Elaboración: Propia

En el caso de las líneas postpago (ver **Gráfico N° 17**), la empresa Entel resultó como el principal receptor neto de líneas portadas, mientras que, por otro lado, Telefónica representó aproximadamente el total de pérdidas netas. Esta dinámica respondía a la especialización de la empresa Entel para la atención de los clientes postpago de mayor consumo, siendo desde su ingreso al mercado, como Nextel, su especialización en la atención del segmento corporativo, demandantes de este tipo de planes. En el caso de

la empresa Viettel no se observa una pérdida significativa de clientes postpago debido a que esta empresa estaría atendiendo a los clientes de menor consumo.

**Gráfico N° 17:** Evolución de la cantidad de líneas móviles portadas postpago por operador, periodo 2014-2017



Fuente: Osiptel. Elaboración: Propia

#### 4.2.4. Desbloqueo de equipos terminales móviles

A fines del año 2014, el Osiptel con el objetivo de dinamizar el mercado móvil implementó una serie de medidas complementarias a la portabilidad numérica<sup>25</sup>. Dentro de estas medidas se encuentran: i) la prohibición a las empresas operadoras de condicionar la contratación de los servicios móviles a plazos forzosos; ii) no restringir o degradar el acceso a los servicios que ofrecen a aquellos usuarios que hayan adquirido equipos terminales de un proveedor distinto; iii) no comercializar terminales con restricciones al acceso a la red de otro operador; y iv) la obligación de celebrar un contrato de prestación del servicio independiente de la provisión del equipo terminal.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. Revisión de la literatura

Existe una amplia literatura sobre los determinantes de la difusión de la telefonía móvil, en los cuales se analizan los efectos de las políticas regulatorias. Dentro de los primeros trabajos realizados sobre esta temática encontramos el trabajo de Gruber y Verboven (2001), donde se analizan los determinantes de la difusión de la telefonía móvil en los países de la Unión Europea en el periodo 1984-1997, utilizando para ello un modelo de difusión tecnológica de función logística. En dicho trabajo encontraron que la transición de la telefonía analógica a digital llevada a cabo durante los primeros años de la década de 1990, y el correspondiente incremento de capacidad del espectro radioeléctrico, tuvo el mayor efecto en la difusión de la telefonía móvil. Asimismo, encontraron que la introducción de la competencia resultó ser significativa durante la transición analógico a la digital, aunque en menor grado que el efecto tecnológico.

El trabajo de Jang et al. (2005) estudia los patrones de la difusión de la telefonía móvil en 29 países de la OECD y Taiwán en el periodo 1980-2001, a fin de encontrar los principales factores que influenciaron en sus tasas de difusión. Para ello, integran un

<sup>25</sup> Mediante Resolución de Consejo Directivo N° 138-2014-CD/OSIPTTEL del 3 de noviembre de 2014.



modelo de difusión tecnológica con un modelo de externalidad de red, encontrando que cuanto mayor es la magnitud de la externalidad de red, menor es la cantidad de nuevos adoptantes y más corto es el tiempo para llegar al punto de saturación. Por otro lado, en cuanto a los determinantes de velocidad de difusión de la telefonía móvil, encuentran como principales variables el cambio a la tecnología digital y la competencia en el mercado. La densidad poblacional y el PBI per cápita no resultaron ser significativos. Finalmente, encuentran que la elección del sistema de pago “El que llama paga” representó otro factor crítico que afectó la velocidad de difusión, mientras que existe un efecto negativo por parte de la penetración de la telefonía fija.

En Bohlin et al. (2010) se investigan los determinantes de la difusión de las nuevas generaciones de las tecnologías de la telefonía móvil (1G, 2G y 3G) en un grupo de 177 países, desarrollados y subdesarrollados, durante el periodo 1990-2007. En el estudio se enfatiza en la competencia entre empresas y tecnologías. Los resultados del estudio indican que en el caso de la difusión de la telefonía móvil de las tecnologías de segunda y tercera generación (2G y 3G), el PBI per cápita y la penetración de banda ancha influenciaron de manera positiva en la velocidad de difusión.

Dentro de los estudios realizados para América Latina encontramos el de Ortiz (2013) donde utiliza el modelo Gompertz para analizar los determinantes de la telefonía móvil, tomando como variable dependiente la tasa de crecimiento de la penetración móvil, encontrando que las variables PBI per cápita, la densidad demográfica y la penetración de la telefonía fija impactan de manera positiva en la difusión de la telefonía móvil. En el caso de la telefonía fija se encontraría que esta mantiene una relación de complementariedad con la telefonía móvil. Asimismo, la competencia, el sistema prepago, y la regulación de los cargos de interconexión tuvieron un efecto positivo en la difusión de la telefonía móvil en América Latina.

El estudio realizado por Yamakawa et al. (2013) analiza los determinantes de la difusión para el caso peruano utilizando diversos modelos de difusión, encontrando que el modelo Gompertz es el que mejor se adecua para el periodo de estudio evaluado 1994-2010. Asimismo, utilizan el método de componentes principales para determinar los componentes de la difusión y reducir con ello la subjetividad de la elección de las variables explicativas, encontrando que la concentración de mercado, la población, la regulación de cargos de interconexión y el PBI per cápita son las resultantes de utilizar los componentes principales. Asimismo, realizan una predicción a partir del modelo arrojando un total de 40.72 Millones de suscriptores al 2015.

Por su parte Kim et al. (2006) estiman la función de demanda de los suscriptores de telefonía móvil en Corea de Sur considerando los efectos competitivos en el mercado entre la telefonía celular y los servicios PCS<sup>26</sup>, utilizando el modelo Lotka-Volterra. Los resultados indican que existe una relación de comensalismo en el cual el mercado PCS se beneficia de la existencia del mercado de telefonía celular, mientras que este últimos es apenas afectado por el mercado PCS.

Por otro lado, Choi et al. (2016) investigan los efectos de la competencia inter plataforma en la adopción de las diferentes tecnologías de banda ancha en Corea del Sur, examinando la dirección de los efectos e identificando la potencial convergencia

---

<sup>26</sup> Los Servicios de Comunicaciones Personales o PCS (por sus siglas en inglés) son servicios de comunicaciones móviles que utilizan la Banda 1900 MHz, a diferencia de los primeros servicios que utilizaban la banda de 800 MHz.

tecnológica y la velocidad de la innovación tecnológica. Los resultados del estudio indican que la influencia de la competencia entre plataformas sobre la tasa de adopción de las tecnologías depende según las condiciones de mercado, a pesar de que las nuevas tecnologías presentan ventajas competitivas estas requieren de tiempo para ganar cuotas de mercado, siendo este el caso de las redes de acceso de fibra óptica.

El estudio de la dinámica competitiva ha sido realizado por Marasco et al. (2016) quienes proponen un modelo Lotka-Volterra autónomo, que a diferencia de los sistemas Lotka Volterra no autónomos tradicionales no asume que el tipo de interacción competitiva en un mercado es constante en el tiempo. En contraste, el modelo propuesto permite a las empresas cambiar su comportamiento competitivo a lo largo del tiempo. Además, el modelo permite determinar las cuotas de mercado (en el tiempo) de las N empresas competidoras de forma analítica, en lugar de numéricamente. En cuanto a las estrategias de las empresas, estas son derivadas a partir de los datos de las cuotas de mercado. Finalmente, los autores aplican el modelo propuesto al mercado de la telefonía móvil en Grecia encontrando cuatro diferentes escenarios competitivos en el periodo 1998-2007.

En Pirir et al. (2017) se realiza un estudio sobre la difusión y la relación de competencia del servicio de telefonía móvil en Guatemala, para lo cual utilizan los modelos Logístico, Gompertz y Bass, encontrando el mejor ajuste bajo los dos primeros modelos. Luego de ello, proceden a explicar los factores que determinaron la difusión de la telefonía móvil en el país de estudio, encontrando que las variables inversión en telecomunicaciones, número de líneas fijas, y la competencia resultan ser significativas, mientras que el PBI per cápita resulta ser insignificante. La relación de competencia es analizada mediante el uso del modelo Lotka-Volterra, siendo las líneas móviles y las líneas fijas las variables que interactúan, encontrando que dichos servicios interactúan bajo una relación de competencia pura. Asimismo, replican el análisis separando los periodos en 1990-1998 y 1999-2013, debido a que en este último periodo el servicio de la telefonía móvil cuenta con completa cobertura, encontrando que en el primer periodo la relación de competencia fue de competencia pura, mientras que para el segundo caso se encontró una relación de amensalismo.

## 5.2. Modelos de difusión de tecnologías

Los modelos de difusión tecnológica se caracterizan por mostrar un lento crecimiento durante el periodo inicial, seguido de un periodo de rápida aceleración, para finalmente crecer a menores tasas hasta que se alcanza un nivel de saturación. De acuerdo a Pirir et al. (2017), esta característica es modelada mediante curvas en forma de "s". Al respecto, dentro de los modelos más utilizados para modelar las curvas de difusión tecnológica se cuenta con el modelo logístico, Gompertz y Bass:

### a) Modelo Logístico

Es un modelo de crecimiento limitado que se caracteriza por ser simétrico respecto a la tasa máxima de crecimiento (punto de inflexión). El modelo es expresado como:

$$\frac{dy(t)}{dt} = ry(t) \left( 1 - \frac{y(t)}{y^*} \right) \quad (1)$$

Donde  $y(t)$  es el número acumulado de adoptantes en cada periodo de tiempo  $t$ ,  $r$  es la tasa de crecimiento intrínseco,  $y^*$  es el número máximo de adoptantes. Asimismo, mediante una simple transformación es posible obtener:

$$\frac{dy(t)}{dt} \frac{1}{y(t)} = r \frac{y^* - y(t)}{y^*} \quad (2)$$

La ecuación descrita en (2) implica que la tasa de crecimiento del número de adoptantes de la nueva tecnología guarda relación con la proporción de agentes que no han adoptado la innovación. Al ser la segunda derivada positiva cuando  $y(t) < y^*/2$  y negativa en el caso contrario, la máxima velocidad de difusión o crecimiento llegará cuando la mitad del total de potenciales adoptantes haya adoptado la nueva tecnología. Este comportamiento en la difusión de los nuevos adoptantes sigue una forma de “S” característico del proceso de difusión de nuevas tecnologías.

La solución de esta ecuación diferencial de primer orden es:

$$y(t) = \frac{y^*}{1 + e^{-r(t-m)}} \quad (3)$$

b) Modelo Gompertz

Este modelo ha sido utilizado para estudiar la difusión de las computadoras en Estados Unidos, se caracteriza por presentar un crecimiento asimétrico, lento durante el comienzo y rápido en el tramo final. Este modelo es expresado como:

$$\frac{dy(t)}{dt} = ry(t) \ln \frac{y^*}{y(t)} \quad (4)$$

Donde  $y(t)$  es el número acumulado de adoptantes en cada periodo de tiempo  $t$ ,  $r$  es la tasa de crecimiento intrínseco,  $y^*$  es el número máximo de adoptantes. La solución de esta ecuación diferencial de primer orden es:

$$y(t) = Ke^{-r(t-m)} \quad (5)$$

c) Modelo Bass

Este modelo clasifica a los adoptantes en dos categorías, en innovadores e imitadores, como se expresa a continuación:

$$\frac{f(t)}{1 - F(t)} = p + qF(t) \quad (6)$$

Donde  $f(t)$  es la probabilidad de adopción en el tiempo  $t$ ;  $F(t)$  es la fracción de los últimos potenciales adoptantes en el tiempo  $t$ ,  $p$  es el coeficiente de innovación y  $q$  es el coeficiente de imitación. La ecuación puede ser reescrita como:

$$\frac{dy(t)}{dt} = \left( p + q \frac{y(t)}{y^*} \right) (y^* - y(t)) \quad (7)$$

Donde  $y^*$  es el máximo potencial de adopción, y  $y(t)$  al igual que  $y^* F(t)$  es el número total de adoptantes en el intervalo  $(0, t)$ . La solución de este modelo es:

$$y(t) = y^* \frac{1 - \exp(-(p + q)t)}{1 + \left(\frac{q}{p}\right) * \exp(-(p + q)t)} \quad (8)$$

### 5.3. Modelo Depredador-Presa de Lotka-Volterra (LV)

#### a) Modelo LV autónomo

Este modelo ha sido desarrollado para modelar la dinámica de la interacción entre las poblaciones de especies, agrupadas en presas y depredadores, mediante el uso de curvas logísticas (Pirir et al., 2017). Dichas ecuaciones han resultado útiles para la describir cambios en la ecología, la tecnología y el comportamiento socioeconómico. Asimismo, han sido utilizadas para modelar la relación de competencia entre empresas que proveen servicios similares o relacionados (sustitutos), las cuales luchan por capturar una mayor cuota de mercado.

La competencia entre la población de un grupo “n” de especies bajo las ecuaciones LV puede ser representada mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{dX_i}{dt} = X_i(t) \left( a_i + b_i X_i(t) + \sum_{j=1}^n c_{ij}(t) X_j(t) \right) \quad (9)$$

Donde  $X_i$  es la población de la especie “i”,  $i = 1, 2, \dots, n$ ;  $X_j$  es la población de la especie “j”,  $j = 1, 2, \dots, n$ , siendo  $t$  el tiempo  $t > 0$ ,  $a_i$  es la tasa de crecimiento intrínseca de la población,  $b_i$  la tasa de competencia intra-especie y  $c_{ij}$  la interacción con otras especies.

La transformación de dicha ecuación para series en tiempo discreto resulta en la siguiente expresión:

$$X_i(t + 1) = \frac{\alpha_i X_i(t)}{1 + \beta_i X_i(t) + \sum_{j=1}^n r_{ij}(t) X_j(t)} \quad (10)$$

Bajo esta ecuación  $\alpha_i$  representa el crecimiento de la capacidad cuando la especie se encuentra sola, sin la presencia de otras especies que afecten su crecimiento. El parámetro  $r_{ij}$  representa la proporción del impacto que una especie tiene sobre la tasa de aumento o disminución de las otras especies.

$$a_i = \ln \alpha_i$$

$$b_i = \frac{\beta_i a_i}{\alpha_i - 1} = \frac{\beta_i \ln \alpha_i}{\alpha_i - 1}$$

$$c_{ij} = r_{ij} \frac{b_i}{\beta_i} = \frac{r_{ij} \beta_i \ln \alpha_i}{\beta_i \alpha_i - 1} = \frac{r_{ij} \ln \alpha_i}{\alpha_i - 1}$$



b) Modelo LV no autónomo

Marasco et al. (2016) desarrolla un modelo de Lotka-Volterra no autónomo para modelar la competencia entre un grupo de “N” empresas en un mercado oligopólico, las cuales compiten por una mayor cuota de mercado. A continuación, se parte por describir el siguiente sistema de ecuaciones de un modelo Lotka-Volterra autónomo:

$$\dot{x}_i(t) = a_i x_i(t) \left[ 1 - \frac{x_i(t)}{k_i} \right] - \sum_{j=1, j \neq i}^N c_{ij} x_i(t) x_j(t), \quad i = 1, \dots, N \quad (11)$$

Donde la cuota de mercado de la empresa “i”, representada por  $x_i$ , es determinada por dos factores: i) el crecimiento logístico que depende del parámetro  $a_i$ , que representa la tasa de crecimiento intrínseca de la empresa y del parámetro  $k_i$ , que representa la tasa de competencia intraespecífica; y ii) la interacción con los competidores, representada por los coeficientes de interacción  $c_{ij}$  entre las empresas “i” y “j”.

En el marco de la competencia entre empresas, el parámetro  $k_i$  toma el valor de uno ( $k_i = 1$ ) al representar el máximo potencial del mercado para cada una de las cuotas de mercado de las empresas (100% de la participación del mercado). Consecuentemente, la ecuación descrita en (11) toma la siguiente forma:

$$\dot{x}_i(t) = x_i(t) \left[ a_i - \sum_{j=1}^N d_{ij} x_j(t) \right], \quad i = 1, \dots, N, \quad (12)$$

Donde  $d_{ij} = c_{ij}$  para  $j \neq i$ , y  $d_{ii} = a_i$ .

Las clases de interacciones entre los distintos pares de empresas, según se indica en el **Cuadro N° 2**, están dados por las combinaciones de signos que tomen los coeficientes  $d_{ij}$  y  $d_{ji}$ .

**Cuadro N° 2:** Tipos de roles competitivos determinados a partir de los signos de  $d_{ij}$  y  $d_{ji}$

Signo por coeficiente		Tipo	Descripción
$d_{ij}$	$d_{ji}$		
+	+	Competencia pura	Ocurre cuando uno de ellos sufre por la existencia del otro.
-	+	Predador Presa	Ocurre cuando uno de ellos sirve como comida directa del otro.
-	-	Mutualismo	Ocurre en caso de simbiosis o una situación “Ganar o Ganar”.
-	0	Comensalismo	Ocurre en una relación de tipo parásito, en la cual uno se beneficia de la existencia del otro, quien no se ve afectado.
+	0	Amensalismo	Ocurre cuando uno sufre por la existencia del otro, quien no se ve afectado.
0	0	Neutralismo	Ocurre cuando no hay interacción.



Marasco et al. (2016) señalan que los modelos LV autónomos, de roles de competencia invariantes en el tiempo, presentan los siguientes inconvenientes: i) suponer que los roles de competencia permanecen constantes sobre el periodo de tiempo analizado, cuando estos pueden variar por cambios en factores económicos; ii) no estar conectados con la teoría económica (no consideran conceptos de máximo potencial de mercado y la tasa logística de crecimiento de mercado); iii) la efectividad de los modelos depende de la estimación de los roles de competencia, realizados muchas veces con pocos datos y ser intensivos en métodos numéricos. En ese sentido, a fin de superar dichos inconvenientes, Marasco et al. (2016) propone considerar el sistema de ecuaciones LV no autónomo que presenta una fuerte conexión con el modelo logístico que es usado en la economía para describir la demanda de mercado

Los autores consideran dentro del sistema de ecuaciones LV no autónomo un bien "outside" o bien externo, que representa la posibilidad de que un consumidor pueda no elegir entre los bienes disponibles del mercado, los llamados bienes "inside" o bienes internos. El bien externo permite tomar en cuenta los factores exógenos que afectan la interacción entre los bienes internos. En el modelo el bien externo puede ser representado como la participación de los productores de bienes sustitutos o los del mismo producto, siendo en el primer caso un bien externo puro y en el segundo caso un bien externo espurio, que sintetizará la información de las empresas que pertenecen a la franja competitiva ("fringe firms").

Las ecuaciones LV no autónomas presentan un diferente desarrollo para cada tipo de bien externo. En lo que sigue se desarrolla el modelo de las ecuaciones LV considerando un bien externo espurio por ser el utilizado en el presente estudio. A continuación, se describe el sistema de ecuaciones LV no autónomo:

$$\dot{x}_i(t) = x_i(t) \left[ G_i(t) - \sum_{j=1}^{N-1} G_j(t) x_j(t) \right] \quad i = 1, \dots, N-1 \quad (13)$$

$$\sum_{i=1}^N x_i(t) = 1$$

Donde  $G_i(t) = g_i(t) - g_N(t)$ ,  $g_i(t)$  es una función integrable para  $0 \leq t \leq \infty$ , y el bien externo es representado por  $x_N(t) = 1 - \sum_{j=1}^{N-1} x_j(t)$ . Este modelo sigue la estructura del sistema de ecuaciones descritos en (12), con la diferencia de que los coeficientes dependen del tiempo. Esto, permite estimar los cambios en las estrategias de las empresas y las clases de relaciones competitivas entre ellas. La tasa de crecimiento intrínseca es representada por  $G_i(t)$ , mientras que las relaciones de competencia entre las empresas "i" y "j" son representadas por los signos que toman las funciones  $G_j(t)$  y  $G_i(t)$ , cuyas interpretaciones son las mostradas en el **Cuadro N° 2**.

La solución del sistema descrito en (13) parte por asumir que las empresas producen solo un producto, los consumidores maximizan su utilidad, y que estos últimos eligen entre comprar un bien interno o externo. La solución del sistema es:

$$x_i(t) = \frac{\exp(F_i(t))}{1 + \sum_{j=1}^{N-1} \exp(F_j(t))}, \quad i = 1, \dots, N-1 \quad (14)$$

Siempre que  $G_i(t) = F_i(t)$ , donde  $F_i$  es la función de utilidad que un consumidor asigna al producto de la empresa "i" y  $x_i(t_0) = \frac{\exp(F_i(t_0))}{1 + \sum_{j=1}^{N-1} \exp(F_j(t_0))}$ .

Como se aprecia en la ecuación (14), la cuota de mercado de cada empresa es afectada no solo por su propia función de utilidad, sino también por la función de utilidad del resto de empresas de la competencia. De esta forma, la cuota de mercado de la empresa  $i$  crece con su función de utilidad  $F_i(t)$ , y disminuye con el crecimiento de la función de utilidad de las empresas de la competencia  $F_j(t)$ . Como las cuotas de mercado varían en respuesta de las variaciones entre una o más funciones de utilidad, la evaluación se realiza mediante soluciones numéricas.

La función de utilidad de los bienes producidos por las diversas empresas de bienes internos es como sigue:

$$F_i(t) = \ln(x_i(t)) - \ln(x_N(t)), \quad i = 1, \dots, N - 1 \quad (15)$$

Donde  $x_N(t)$  representa la cuota de mercado de la franja competitiva, empresas productoras del bien externo, con menor cuota de mercado (en promedio a lo largo del tiempo). Las empresas más grandes son asumidas como fijadoras de precios, mientras que las empresas del bien externo son tomadoras de precios. En ese sentido,  $x_N(t)$  representa la cuota de mercado de las empresas tomadoras de precios.

## 6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 6.1. Modelo de difusión de la telefonía móvil

Los modelos de crecimiento logístico han sido utilizados ampliamente para modelar los determinantes de la difusión de la telefonía móvil. Al respecto, contamos con los trabajos realizados por Gruver (2000), Gruver y Verboven (2001), Chu et al. (2009), Jang et al. (2005), Hwang et al. (2009) y Li & Lions (2011) y Li & Lions (2012). La especificación del modelo econométrico parte por establecer una función logística, donde los parámetros de ubicación "a" y de velocidad "b" son transformados en funciones dependientes de un grupo de variables que se espera tengan un efecto sobre la difusión de la telefonía móvil. Al respecto, el parámetro de ubicación es el valor que permite que la curva se desplace a la derecha o izquierda según los datos, mientras que el parámetro de velocidad hace referencia a la tasa de crecimiento de la curva.

La especificación del modelo es la siguiente:

$$y_t = \frac{m}{1 + \exp(-(a_t + b_t t))} \quad (16)$$

Donde  $y_t$  es la tasa de densidad o penetración móvil en el tiempo "t", "m" representa el máximo nivel de adopción de la telefonía móvil o máxima densidad del servicio, "a" es el parámetro de ubicación y "b" es el parámetro de velocidad. Con el fin de volver lineal la forma funcional del modelo se lleva a cabo una transformación logarítmica de la densidad móvil, como se muestra a continuación:

$$z_t = \ln\left(\frac{MobiPen_t}{m - MobiPen_t}\right) = a_t + b_t t + \varepsilon_t \quad (17)$$

Respecto al máximo nivel de adopción de mercado, representado por el parámetro "m", en algunos trabajos se asume que este valor crece de manera proporcional al tamaño de la población (Gruber & Verboven, 2001); en otros se asume como el 100% de la población (Li & Lyons, 2012); y por último tenemos aquellos trabajos donde el potencial de mercado es estimado mediante un distintos modelos de difusión, siendo elegido el valor de aquel modelo que resulte más confiable (Sobolewski, 2007). En este trabajo se seguirá este último criterio, mediante las estimaciones de los modelos Logístico y Gompertz, eligiendo aquel que cuente con un mejor ajuste del proceso de difusión, medido mediante el menor error cuadrático medio (RMSE, por sus siglas en inglés).

En cuanto a las variables explicativas a considerar como determinantes del proceso de difusión de la telefonía móvil, estas pueden ser agrupadas en tres categorías (Pirir et al., 2017): i) por un lado, se encuentran los factores relacionados a la tecnología (número de líneas de telefonía fija); ii) los factores relacionados a la economía (PBI per cápita, densidad poblacional, tasa de urbanidad); y iii) los factores relacionados al mercado (índice de concentración, número de estaciones base). En este último grupo, de acuerdo los resultados encontrados en Yamakawa et al. (2013), también será considerado la regulación de los cargos de terminación de llamadas en redes móviles, al ser representativos para explicar la difusión de la telefonía móvil.

Ahora bien, considerando las características de la telefonía móvil en el mercado peruano, así como la información disponible, se procede a seleccionar las variables explicativas de la difusión móvil: el PBI per cápita a precios constantes para medir la riqueza económica, representado por "*pbipc<sub>t</sub>*"; la densidad de la telefonía fija representado por "*den\_fija<sub>t</sub>*"; la digitalización de la telefonía móvil representado por "*dig<sub>t</sub>*". Por el lado de las políticas regulatorias se consideran las siguientes variables: el inicio del sistema "El que llama paga" y de la modalidad prepago representados por "*cgp\_pre<sub>t</sub>*", la regulación de los cargos de terminación de llamadas móviles representado por "*cargo<sub>t</sub>*"; y la implementación de la portabilidad numérica y el desbloqueo de terminales móviles representados por "*costc<sub>t</sub>*". Por último, se incluye el índice de concentración Herfindahl-Hirschman representado por la variable *hhi<sub>t</sub>*.

Las variables de ubicación y velocidad de la difusión son especificadas como sigue:

$$a_t = a^0 + a^1 cgp\_pre_t + a^2 dig_t + a^3 cargo_t \quad (18)$$

$$b_t = b^0 + b^1 cgp\_pre_t + b^2 dig_t + b^3 pbipc_t + b^4 den\_fija_t + b^5 cargo_t + b^6 costc_t + b^7 hhi_t \quad (19)$$

A continuación, se explican cada una de las variables independientes y sus efectos esperados sobre el proceso de difusión de la telefonía móvil:

#### 6.1.1. Situación económica (*pbipc<sub>t</sub>*)

El PBI per cápita representa el estado de la situación económica, esto es el grado de riqueza a nivel nacional. Diversas estimaciones han encontrado resultados mixtos sobre la difusión de la telefonía móvil, los cuales pueden ser nulos o positivos.

#### 6.1.2. Digitalización tecnológica (*dig<sub>t</sub>*)

La digitalización de la telefonía móvil implica pasar del sistema analógico al sistema digital, mejorando con ello el aprovechamiento del espectro radioeléctrico, así como

proveer nuevas funciones, dentro de las que resalta el servicio de mensajes cortos (SMS).

La digitalización ( $dig_t$ ) es considerada dentro del modelo como una variable dicotómica, siendo su valor de cero antes de la introducción de la tecnología GSM en el año 2001, y de uno después de ese año. No obstante, no se considera la tecnología CDMA IS-95 de segunda generación implementada por Telefónica en el año 1997, debido a que el sistema GSM resulto ser el más desarrollado y de mayor uso a nivel mundial<sup>27</sup> y por lo tanto contar con una mayor escala.

Cabe señalar que entre las principales características técnicas que presentan ambas tecnologías se tiene que el GSM utiliza TDMA y cada teléfono tiene una tarjeta de identificación (tarjeta SIM), mientras que los teléfonos que funcionan con CDMA no cuenta con una tarjeta SIM y están diseñados para funcionar específicamente en la red del proveedor, lo cual implica que para cambiar de operador se tiene que comprar un nuevo teléfono.

Por otra parte, en Bohlin et al. (2010) realizan un estudio sobre la difusión de nuevas tecnologías realizado con información de 177 países en el periodo 1990-2007, en el cual señalan que la tecnología de primera generación (1G) promovió la difusión de la tecnología de segunda generación (2G), mientras que dicha relación no se mantuvo entre las tecnologías 2G y 3G<sup>28</sup>. Esto supuso una expansión total de la base de suscriptores de una generación a otra (de 1G a 2G) en lugar de una lucha por la misma base de clientes.

En cambio, la difusión de las tecnologías 3G fue más lenta por la coexistencia con la tecnología 2G, al estar compitiendo por la misma base de clientes. Esto último se habría debido parcialmente a que las redes 3G se introdujeron cuando la densidad del mercado se encontraba en niveles altos con el 2G como generación de tecnologías dominante. Asimismo, dentro de los suscriptores 2G se contarían con dos tipos de clientes: suscriptores de voz y de datos<sup>29</sup>. Los primeros solo habrían tenido la necesidad de servicio de voz provisto por el 2G y por lo tanto no tuvieron la necesidad de migrar a servicios 3G. Por otra parte, con la mejora en las tecnologías 2G en la capacidad de transmisión de datos, la necesidad de migrar de 2G a 3G por parte del segundo tipo de clientes habría llegado a ser menos urgente<sup>30</sup>.

En ese orden de ideas, el lanzamiento de la tecnología 4G<sup>31</sup> a fines del 2013, al igual que el 3G, no habría significado un incremento en la base de suscriptores, sino una lucha con las tecnologías predecesoras por la base de clientes, al encontrarse el mercado

---

<sup>27</sup> La tecnología GSM fue utilizada principalmente en Europa, el Medio Oriente y Asia, por otro lado, la tecnología CDMA fue usada principalmente en Norte América. Para el 2004, la tecnología GSM había superado a las tecnologías CDMA y TDMA, convirtiéndose en la tecnología dominante de telefonía móvil en América Latina (GSMA, 2012, P.17).

<sup>28</sup> Al respecto, Bohlin et al. (2010) señala lo siguiente: “*Contrary to the third generation case, this would suggest that there was little contention between the first and second generation subscriber bases. Second generation subscribers appear to be positively affected by the diffusion of first generation suggesting an overall expansion of the mobile subscriber base from one generation to the next rather than a struggle for the same customer base*” (p.56).

<sup>29</sup> Mientras que las tecnologías de primera y segunda generación fueron diseñadas principalmente para la transmisión de voz, las siguientes tecnologías condujeron a un mayor rendimiento en la transmisión de datos.

<sup>30</sup> Bohlin et al. (2010). P. 59

<sup>31</sup> Las tecnologías 4G permitieron un incremento sustancial en la tasa de transferencia de datos.



peruano de telefonía móvil bastante maduro. En consecuencia, las tecnologías 3G y 4G no son consideradas como determinantes de la difusión de la telefonía móvil en el presente estudio.

#### 6.1.3. Penetración de telefonía fija ( $den_{fija_t}$ )

Se refiere al número de líneas en servicio de telefonía fija por cada cien habitantes. Al respecto, dependiendo del signo que pudiera tomar el coeficiente de esta variable, la telefonía fija y móvil serían complementarios en caso el signo del coeficiente sea positivo, y sustitutos en caso sea negativo.

#### 6.1.4. Cargo de interconexión ( $cargo_t$ )

Se refieren a los cargos por terminación de llamadas en redes móviles, los cuales son fijados por la entidad reguladora. Se espera que una reducción de los cargos de interconexión impulse la difusión de la telefonía móvil a través de la disminución de los precios minoristas de acuerdo a lo explicado en el numeral 4.2.2.

La representación de esta política regulatoria en el modelo de difusión se realiza mediante la generación de un índice, el cual es calculado utilizando la técnica del análisis factorial sobre el grupo de variables dicotómicas que representan, cada una de ellas, la modificación de los cargos de terminación de llamadas (ver **Gráfico N° 18**). Estas variables dicotómicas tomarán el valor de uno luego de ser fijados los nuevos cargos de terminación de llamadas y cero antes de ello.

Cabe señalar que en la construcción de la variable  $cargo_t$  sólo son consideradas las regulaciones de los cargos de interconexión de noviembre de 2005, octubre de 2010 y 2015 debido a que implicaron cambios significativos en dichos valores. No se considera la primera regulación tarifaria llevada a cabo en mayo de 2005, por considerar que tuvo un bajo efecto en los costos de las empresas<sup>32</sup>. Al respecto, la primera fijación de cargos móviles permitió reducir el cargo de interconexión móvil en solo un 13.2%, al establecer unos cargos de \$ 0.2053, siendo el cargo promedio del mercado de \$0.25 el minuto.

#### 6.1.5. Introducción del Prepago y del sistema “El que llama paga” ( $cpp_{pre_t}$ )

La introducción del sistema “El que llama paga” y la modalidad contractual prepago contribuyeron a la masificación de la telefonía móvil en América Latina, dependiendo el uso del servicio de la disponibilidad de pago de los abonados celulares.

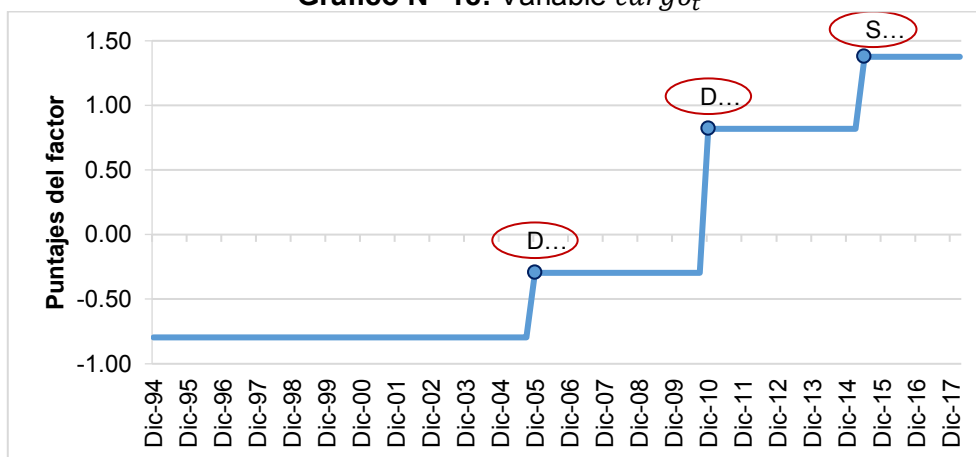
La introducción del sistema CPP y la implementación de la modalidad prepago en el Perú se produjo en los años 1996 y 1997, por lo que sus representaciones como variables dicotómicas en el modelo podrían conllevar a problemas de multicolinealidad, al existir unas pequeñas diferencias entre ambas series. Es por ello, que se procede a generar un índice mediante el análisis factorial (ver **Gráfico N° 19**) para reducir ambas variables en una sola, de la misma forma como se procedió con la variable  $cargo_t$ .

---

<sup>32</sup> Al respecto, Nextel, el operador de menor tamaño en el año 2005, señaló en su momento que el cargo de interconexión tope establecido en US\$ 0,2053 no cumpliría con alcanzar el objetivo de una mayor competencia en el mercado de los servicios móviles. Fuente: Matriz de comentarios de la Resolución N° 029-2005-CD/Osiptel.

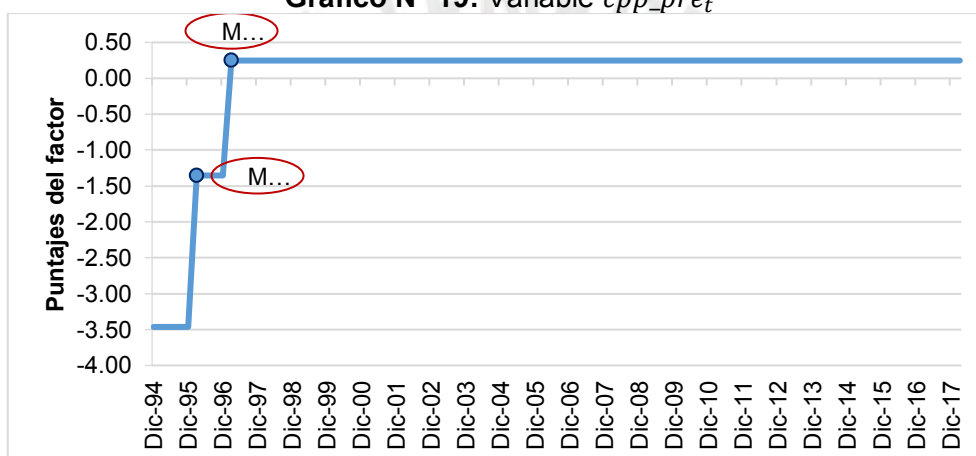


**Gráfico N° 18: Variable  $cargo_t$**



Elaboración: Propia

**Gráfico N° 19: Variable  $cpp\_pre_t$**



Elaboración: Propia

#### 6.1.6. Portabilidad numérica y desbloqueo de terminales ( $costc_t$ )

Mediante el análisis factorial se genera un índice (ver **Gráfico N° 20**) que resume tres variables dicotómicas, correspondientes a la implementación de la portabilidad numérica en el Perú en enero de 2010, su posterior modificación que empezó a aplicarse en julio de 2014, y por último la aplicación del desbloqueo de terminales móviles que empezó en enero de 2015. Este índice representa las políticas públicas orientadas a reducir los costos de cambio de los abonados celulares.

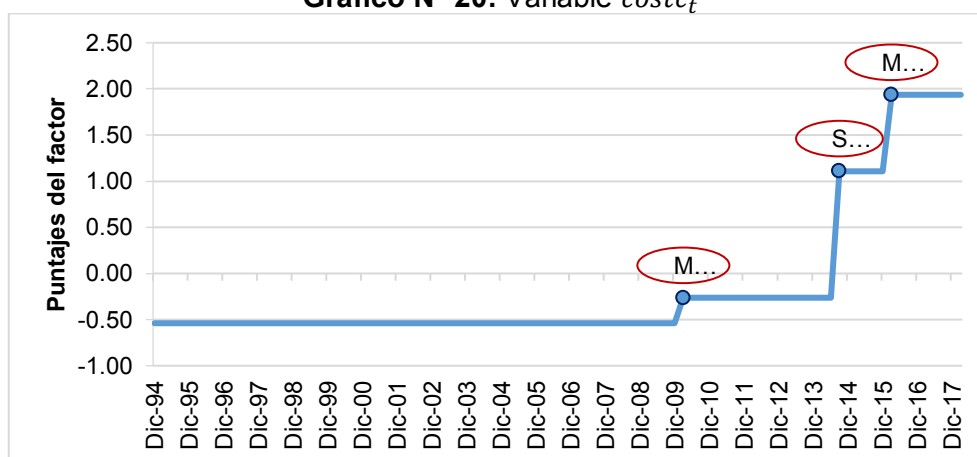
Al respecto, se espera que la portabilidad numérica tenga un efecto positivo en la velocidad de difusión, debido a que a mayor el número de líneas portadas mayor es la intensidad de los operadores móviles para captar nuevos abonados celulares, al estar presente la posibilidad de que parte de los clientes migre a otro operador.

#### 6.1.7. Índice de concentración ( $hhi_t$ )

Esta variable busca resumir la competencia en el mercado de la telefonía móvil en el índice de concentración  $hhi_t$ , estimado a partir de la cuota de mercado de las empresas operadoras. Cabe señalar que a diferencia de estudios previos donde se utiliza el número de operadores como indicador de competencia, en este trabajo no son

considerados debido a que el mercado móvil peruano se ha caracterizado por contar con al menos tres operadores en promedio hasta la actualidad, de los cuales uno de ellos era un operador enfocado en un nicho de mercado (Nextel).

**Gráfico N° 20:** Variable  $costc_t$



Elaboración: Propia

Asimismo, en el mercado móvil peruano se han llevado a cabo procesos de adquisiciones de empresas, los cuales generaron un aumento en la competencia, pero no implicaron un incremento en el número de empresas. En ese sentido, el  $hhi_t$  al presentar una mayor variabilidad, por resumir en un indicador los cambios en la cuota de mercado de las empresas operadoras ante cambios en la competencia del mercado, resultaría ser un mejor indicador de competencia que un indicador que resuma el número de empresas operadoras.

## 6.2. Base de datos

La variable dependiente es la transformación logística de la densidad de la telefonía móvil, medida como el número de líneas móviles en servicio por cada 100 habitantes. En cuanto al periodo de análisis, a diferencia de estudios previos donde se trabajan con series anuales, en el presente estudio se utilizarán series trimestrales<sup>33</sup> para el periodo IVT 1994 – IVT 2017 con el objetivo de obtener mejores estimaciones al contar con mayor información.

Por otra parte, la transformación logística de la densidad de la telefonía móvil requiere un supuesto sobre el máximo nivel de adopción del servicio, representado por el parámetro  $m$ . Para su estimación se ajustarán los modelos de difusión tecnológica Logístico y Gompertz a la evolución de la densidad móvil, con el fin de obtener una estimación confiable del potencial de mercado. En cuanto al criterio de elección del modelo, será seleccionado aquella estimación con menor cuadrático medio (RMSE, por sus siglas en inglés).

El resumen de todas las variables utilizadas y sus respectivas fuentes son:

<sup>33</sup> Las diferentes investigaciones realizadas sobre la difusión de la telefonía móvil han trabajado de forma general con series anuales debido a la disponibilidad de información.

**Cuadro N° 3:** Descripción de las variables de estudio

Nombre	Descripción	Fuente
$den\_m\acute{o}vil_t$	Número de líneas móviles en servicio por cada 100 habitantes	Osiptel, Telefónica de España
$pbipc_t$	Producto Bruto Interno en millones de soles a precios constantes de 2007.	Banco Central de Reserva del Perú
$den\_fija_t$	Número de líneas de telefonía fija en servicio por cada 100 habitantes	Osiptel
$cargo_t$	Índice que resume las variables dummy que representan la regulación de los cargos por terminación de llamadas en las redes móviles. Estas últimas toman el valor de 1 con la implementación de la de los nuevos cargos y 0 antes de ello.	Cálculos propios en base a información del Osiptel
$ccp\_pre_t$	Índice que resume las variables dummy que representan la introducción del sistema CPP y el Prepago. Estas últimas toman el valor de 1 con la implementación de tales medidas y 0 antes de ello.	
$dig_t$	Variable dicotómica que toma valor de 1 con la implementación de la telefonía móvil digital y 0 antes de ello.	
$costc_t$	Índice que resume las variables dummy que representan la introducción de la portabilidad numérica, su modificación y el desbloqueo de terminales móviles. Estas últimas toman el valor de 1 con la implementación de tales medidas y 0 antes de ello.	
$hhi_t$	Índice de concentración Herfindahl-Hirschman	

Cabe señalar que debido a que no se dispone de información trimestral para el periodo IVT 1994 – IIIT 2000, se utilizarán técnicas de interpolación que permitan obtener series trimestrales a partir de las series anuales<sup>34</sup>. Al respecto, la aplicación de la técnica de interpolación se realiza considerando que la telefonía móvil creció a bajas tasas durante el periodo 1994-2000, al encontrarse en mercado en su etapa inicial (ver **Gráfico N° 1**). Asimismo, el número de líneas móviles no presenta una alta variabilidad por ser una variable tipo stock. En ese sentido, de acuerdo a lo expuesto, resulta justificado aplicar la técnica de interpolación.

En cuanto a las series del número de líneas de telefonía fija, población y número de líneas móviles por operador también se aplica la interpolación para el periodo IVT 1994 – IIIT 2000. La aplicación de la interpolación al número de líneas por operador móvil permitirá estimar el índice de concentración HHI, así como las interacciones de competencia entre los operadores móviles en la etapa inicial del mercado de la telefonía móvil. Cabe señalar que por cada variable se interpolan 18 datos, lo cual representa el 19% de un total de 93 datos por variable.

Por otra parte, se realizan correcciones a las series del número de líneas móviles en servicio por empresa operadora, debido a que los operadores móviles de mayor tamaño en el mercado reportaron cifras por encima de lo real en el caso del número de líneas prepago. Al respecto, dicha corrección es necesaria para la determinación de la dinámica competitiva entre las empresas, al basarse los cálculos en las participaciones de mercado de las empresas.

Como se señaló previamente los dos mayores operadores reportaron cifras por encima de lo real en el caso de las líneas prepago. Por un lado, en el mes de noviembre de 2012, la empresa Telefónica Móviles dio de baja 5.8 millones de línea prepago que no realizaron recarga en el transcurso de 210 días calendario; mientras que, a partir del

<sup>34</sup> Para dicho cálculo se utilizó el método de interpolación cubica mediante el comando "mipolate" del software estadístico Stata. Ver: <https://ideas.repec.org/c/boc/bocode/s458070.html>

mes de mayo de 2013, la empresa América Móvil dejó de contabilizar como líneas en servicios a las líneas pre-pago que no generaron tráfico en los últimos tres meses, las mismas que fueron dadas de baja.

El número de líneas móviles prepago de Telefónica se corrigió a partir de una nueva fuente de información. Para ello, se utilizaron los reportes financieros trimestrales<sup>35</sup> (“Resultados Trimestrales”) publicados por la empresa Telefónica de España, debido a que reportaban la información del número de líneas móviles prepago del Perú con una menor expansión y sin presentar las discontinuidades en la serie como lo reportado por Telefónica del Perú, producto de las bajas en sus líneas. Asimismo, el crecimiento del número de líneas móviles del Perú reportado por Telefónica de España guarda relación con la evolución del ingreso promedio por usuario (ARPU), lo cual refuerza su utilización como nueva fuente de información.

Por otra parte, la corrección de las líneas móviles prepago de la empresa América Móvil se realizó mediante la estimación de un modelo de difusión que mejor se ajustó al crecimiento de sus líneas móviles prepago, sin considerar el periodo 2006-2012, por ser dicho periodo donde Telefónica sobrestima sus cifras<sup>36</sup>. Cabe señalar que se eligió este tratamiento debido a que no se dispone de una nueva fuente de información por parte de su empresa matriz de México. Asimismo, hasta mediados de 2014, la evolución del número de las líneas prepago de América Móvil sigue un creciendo en forma de “S”, característico de los procesos de difusión tecnológica. Esto es debido a que es recién a partir de julio de 2014 que se produce un cambio importante en las condiciones de portabilidad, por lo que para periodos previos los altos costos de cambio habrían implicado bajas posibilidades de cambiarse de operador.

A continuación, se muestra el resumen estadístico de las variables utilizadas en el modelo:

**Tabla N° 1:** Resumen estadístico de las variables utilizadas en el modelo

VARIABLES	N	media	DS	Mín.	Máy.
dig	93	0.731	0.446	0	1
hhi	93	4,657	735.3	2,896	6,093
t	93	47	26.99	1	93
den_movil	93	44.35	42.24	0.221	118.5
den_movil_r	93	48.67	46.41	0.221	122.3
pbipc	93	2,838	726.1	1,985	4,236
den_fija	93	7.924	1.971	3.230	10.25
cpp_pre	93	1.15e-08	0.853	-3.310	0.258
costc	93	4.33e-09	0.890	-0.439	2.475
cargo	93	7.85e-09	0.858	-0.715	1.577

<sup>35</sup> Ver:

[https://www.telefonica.com/es/web/shareholders-investors/informacion\\_financiera\\_y\\_registros\\_oficiales/resultados-trimestrales](https://www.telefonica.com/es/web/shareholders-investors/informacion_financiera_y_registros_oficiales/resultados-trimestrales)

<sup>36</sup> Cabe señalar que durante el periodo 2007-2011 la metodología para el cálculo del canon por uso del espectro radioeléctrico (D.S. 043-2006-MTC), del cual las empresas operadoras que cuentan con espectro radioeléctrico están obligadas a pagar, se calculó en base a la cantidad de espectro que dichas empresas tenían asignado y no en base al número de terminales móviles (declarados al 31 de diciembre del año anterior) como se había calculado en años anteriores y posteriores a dicho periodo. En ese sentido, durante el periodo 2007-2011 las empresas operadoras no habrían tenido los incentivos a declarar la cantidad real del número de líneas móviles en servicio.



## 7. RESULTADOS

### 7.1. Determinantes de la difusión

En principio, se estiman los modelos Logístico y Gompertz sobre la densidad de la telefonía móvil a fin de elegir aquel modelo que mejor describa su proceso de difusión. Los resultados de las estimaciones son mostrados en la **Tabla N° 2**. En las últimas dos columnas son presentadas las estimaciones de los modelos de difusión en base a la información reportada por las empresas operadoras (“Data sin corregir”), las cuales sobrestiman el número de líneas prepago durante el periodo de mayor crecimiento del mercado. La elección del modelo de difusión se realiza mediante la comparación del RSME, encontrando que para el caso de las líneas sobrestimadas es el modelo logístico el que mejor se ajusta a los datos.

Por otra parte, las primeras dos columnas de la **Tabla N° 2** corresponden a las estimaciones de los modelos Logístico y Gompertz utilizando la información corregida del número de líneas móviles. Comparando el RSME de ambas estimaciones permite concluir que mediante el modelo Gompertz se obtiene un mejor ajuste de los datos al presentar un menor RSME.

**Tabla N° 2:** Resultados de las estimaciones de los modelos de difusión de la densidad de telefonía móvil

VARIABLES	Data corregida		Data sin corregir	
	Modelo Logístico	Modelo Gompertz	Modelo Logístico	Modelo Gompertz
b1	114.2*** (1.379)	127.3*** (2.413)	111.6*** (1.187)	115.7*** (1.815)
b2	0.101*** (0.00305)	0.0571*** (0.00220)	0.155*** (0.00684)	0.1000*** (0.00576)
b3	57.58*** (0.413)	53.25*** (0.473)	53.67*** (0.339)	50.00*** (0.377)
Observaciones	93	93	93	93
R-cuadrado	0.997	0.997	0.995	0.993
RMSE	3.399	3.237	4.860	5.633

Errores estándar en paréntesis \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

En consecuencia, el nivel máximo de adopción de la telefonía móvil resultaría de 127.3 líneas por cada cien habitantes. Cabe señalar que de utilizar las líneas móviles sobrestimadas se llegaría a subestimar el máximo nivel de adopción del servicio, estimado en 115.7 líneas por cada 100 habitantes, lo cual no permitiría realizar correctas proyecciones de la densidad móvil, puesto que en el año 2017 la densidad móvil ya se encontraba en 118.5.

Posteriormente, se procede a estimar el modelo especificado en (17) considerando las variables descritas en la sección 6.2. Los resultados son mostrados en la **Tabla N° 3**. Al respecto, se realizan tres estimaciones: i) en un primer caso, se estima el modelo utilizando el número de líneas móviles con líneas prepago sobrestimadas (“Data sin corregir”); ii) en la segunda estimación se utiliza la información corregida; y iii) en la tercera estimación se considera la información del número de líneas corregida, sin tomar en cuenta aquellas variables que resultaron no ser significativas en la segunda



regresión. Las dos primeras estimaciones se realizaron sin restringir las variables no significativas (“Modelo Sin Restringir”), mientras que en la tercera estimación se restringen a estas variables (“Modelo Restringido”).

**Tabla N° 3:** Resultados de las estimaciones del modelo de determinantes de la difusión de la densidad de telefonía móvil

VARIABLES	Modelo Sin Restringir		Modelo Restringido
	Data sin corregir	Data corregida	Data corregida
<b>Ubicación</b>			
Constante	-3.895*** (0.925)	-4.867*** (0.198)	-5.019*** (0.175)
cpp_pre	0.250 (0.151)	0.226*** (0.0344)	0.244*** (0.0289)
dig	2.907** (1.159)	1.740*** (0.258)	1.706*** (0.254)
cargo	2.190* (1.132)	1.183*** (0.242)	0.996*** (0.205)
<b>Velocidad</b>			
cpp_pre_t	0.00435 (0.0288)	0.00624 (0.00659)	
dig_t	-0.121*** (0.0419)	-0.0761*** (0.00931)	-0.0749*** (0.00918)
cargo_t	-0.0157 (0.0172)	-0.0181*** (0.00358)	-0.0148*** (0.00277)
costc_t	0.00453 (0.00328)	0.00314*** (0.000606)	0.00305*** (0.000604)
pbipc_t	-8.87e-06 (9.06e-06)	2.48e-06 (1.76e-06)	
den_fija_t	0.0169*** (0.00453)	0.00782*** (0.000983)	0.00822*** (0.000954)
hhi_t	-1.18e-05** (5.22e-06)	-5.10e-06*** (8.35e-07)	-5.02e-06*** (8.38e-07)
t	0.0682* (0.0395)	0.0668*** (0.00858)	0.0736*** (0.00761)
Observaciones	83	93	93
R-cuadrado	0.974	0.998	0.998
RMSE	0.490	0.112	0.113

Errores estándar en paréntesis \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

De acuerdo a los resultados presentados en la **Tabla N° 3**, las estimaciones que consideran la información corregida presentaron un menor error cuadrático medio (RMSE), lo cual indicaría un mejor ajuste del modelo. De igual forma, las variables explicativas resultan ser significativas con un nivel de significancia del 5% y presentan los signos esperados. Es debido a que el PBI per cápita no resultó ser significativo en la determinación de la difusión de la telefonía móvil, tanto en el parámetro de ubicación como en la velocidad, que se opta por trabajar con el modelo restringido. Asimismo, como se muestra en el **Anexo**, la significancia y el signo de los coeficientes de las variables explicativas se mantienen bajo diferentes supuestos sobre el potencial máximo del mercado, de 120, 130 y 150 líneas móviles por cada cien habitantes.

Cabe señalar que la estimación del modelo con líneas móviles prepago mal contabilizadas conllevó a que los coeficientes de las variables digitalización, densidad

de la telefonía fija y HHI resultaran mayores a las estimaciones con la data corregida. En ese sentido, la utilización del número de líneas prepago mal contabilizadas, por encima de su valor, conllevaría a sobreestimar los efectos de algunas de las variables que determinan la difusión de la telefonía móvil, mientras que, otras variables no resultarían ser significativas.

Los resultados de las estimaciones del modelo restringido con información corregida señalan que la introducción del sistema “El que llama paga” y la modalidad contractual prepago tuvieron un efecto positivo sobre el parámetro de ubicación. Sin embargo, no resultan ser significativas al momento de explicar la velocidad de difusión. Por otro lado, la variable digitalización muestra un efecto positivo sobre el parámetro ubicación, aunque negativo sobre el efecto velocidad. Esto último indicaría que los efectos de la digitalización, producto de la introducción de la tecnología GSM de segunda generación (2G), disminuyeron en el tiempo.

Por otro lado, las regulaciones de los cargos de terminación de llamadas en las redes móviles resultaron tener un efecto positivo sobre el parámetro ubicación de la difusión móvil, mayor a la introducción del sistema CPP y el prepago, pero menor a la digitalización, lo cual indicaría que su implementación conllevó a adelantar el proceso de adopción de la telefonía móvil. Asimismo, el menor impacto de la variable  $cargo_t$  sobre la velocidad de difusión indicaría que el efecto en la adopción del servicio disminuye en el tiempo. En el caso de la densidad de la telefonía fija, está resultó ser significativa en la difusión de la telefonía móvil. Además, el signo que acompaña a su coeficiente al ser positivo indicaría una relación de complementariedad entre la telefonía móvil y la telefonía fija. Este resultado es consistente con el trabajo realizado por Ortiz (2013).

La variable “costc”, que resume las políticas regulatorias orientadas a reducir los costos de cambio de migrar a otro operador, muestra un efecto positivo sobre la velocidad de difusión, por lo que las reducciones de los costos de cambio habrían contribuido a acelerar la difusión de la telefonía móvil. Cabe señalar que en la especificación del modelo no se incluyó a la variable “costc” como determinante del parámetro ubicación debido a que la implementación de la portabilidad numérica fue posterior al año 2006, donde se produjo el punto inflexión de la curva de difusión.

En conclusión, las variables de política regulatoria tales como la introducción del CPP, la regulación de los cargos por terminación móvil, y las dirigidas a reducir los costos de cambio habrían impulsado la difusión de la telefonía móvil en el Perú. La telefonía fija y la telefonía móvil mantuvieron una relación de complementariedad. Por otro lado, la introducción de los planes prepago y la digitalización de la telefonía móvil, implementadas por parte de las empresas, resultaron ser significativas. Finalmente, la difusión móvil no resultó ser determinada por factores económicos, al no ser significativo el PBI per cápita.

Cabe señalar que respecto a estudios previos sobre la difusión de la telefonía móvil en el Perú, el presente estudio se diferencia en lo siguiente: en primer lugar, en el trabajo realizado por Ortiz (2013), se utiliza un modelo de panel de datos considerando los países de América Latina, se analizan los efectos de las factores determinantes de la difusión de la telefonía móvil sobre el parámetro de la velocidad de difusión del servicio y se considera como variable de competencia una variable dicotómica que resumen el número de empresas operadoras; mientras que en el presente estudio se utiliza un

modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), se evalúa el efecto de los factores que determinan la telefonía móvil tanto sobre el parámetro de velocidad como el parámetro de ubicación de difusión del servicio, y por último, se utiliza como variable de concentración el índice de concentración HHI. En cuanto a las diferencias en los resultados, Ortiz (2013) concluye que el PBI per cápita impacta de manera positiva sobre la difusión del servicio, mientras que en el presente estudio esta variable no resulta ser significativa.

Por otro lado, en el trabajo realizado por Yamanaka et al. (2013), el modelo de difusión de la telefonía móvil se estimó mediante MCO y se utilizó un análisis de componentes principales para reducir la subjetividad en la selección de variables, mientras que en este estudio la selección de las variables se realizó en base a la literatura existente. Cabe señalar que al igual que en el estudio anterior solo se evaluó el efecto de los factores determinantes de la difusión móvil sobre el parámetro de velocidad sin considerar su efecto sobre el parámetro de ubicación como en el presente estudio. En cuanto a las diferencias en los resultados, se concluyen que los determinantes de la difusión móvil son la concentración de mercado, la población, cargos de interconexión y el PBI per cápita, mientras que en este estudio se concluyen como determinantes a un mayor número de variables sin considerar al PBI per cápita y la población. Finalmente, Yamanaka et al. (2013) proyectan una densidad de 133 para el 2015, superior a la densidad real del mercado para dicho año (densidad móvil de 107), e incluso mayor al nivel máximo de adopción de 127.

## 7.2. Dinámica competitiva

### a. Dinámica competitiva de los operadores móviles en el Perú

En primer lugar, se señala que la estimación del modelo Lotka-Volterra no autónomo descrito en la sección 5.3 para el mercado de la telefonía móvil se realiza para el periodo trimestral IVT 1998 – IT 2018. Esto es debido a que al considerarse como bien externo al grupo de operadores con menor participación de mercado, Entel (ex Nextel) y Viettel, el periodo de análisis se encontraría limitado por el inicio de las operaciones de estas empresas. En ese sentido, siendo que la empresa Nextel inició sus operaciones en diciembre de 1998, el periodo de análisis tendrá como inicio el último trimestre de dicho año.

En segundo lugar, se procedió a dividir en dos periodos la función de utilidad de las empresas operadoras, a partir del segundo trimestre de 2005. Esto se debe a que, a principios de abril de 2005, el MTC aprobó la fusión de las empresas Telefónica y Bellsouth<sup>37</sup> (también Comunicaciones Móviles), lo cual implicó que los clientes de esta última pasen a ser atendidos por Telefónica. Igualmente, en agosto de 2005 las acciones de TIM fueron transferidas a la empresa América Móvil. En ese sentido, las fusiones entre empresas antes descritas conllevaron a que las funciones de utilidad de las empresas operadoras, calculados de acuerdo a la ecuación descrita en (15), sufrieran un cambio estructural.

En base a lo señalado previamente, se procedió a realizar dos estimaciones para las formas funcionales de las funciones de utilidad de cada una de las empresas

---

<sup>37</sup> El Osiptel dispone la información del número de líneas de la empresa Comunicaciones Móviles (Bellsouth) hasta el mes de marzo de 2005.

operadoras. La elección de la mejor función que se ajusta a los datos de las funciones de utilidad se realizó mediante la representación gráfica de los datos y el uso de la herramienta matemática “Curve Fitting Toolbox” del programa Matlab, la cual permite comparar el grado de ajuste de los modelos, así como las proyecciones para periodos fuera de la muestra<sup>38</sup>.

Los resultados de las estimaciones, indican que las mejores funciones que ajustan los datos para la primera fase (anterior a la fusión Telefónica-Bellsouth, TIM-América Móvil) son funciones polinómicas dependientes del tiempo, de tercer y segundo grado. Cabe señalar que la elección del número de orden de los polinomios se basó en la significancia del último término agregado a la función.

- **Periodo IVT 1998 – IT 2005:**

$$f_{TaP_1} \approx -0.0009769t^3 + 0.0527799t^2 - 0.8949760t + 7.011722 \quad (20)$$

$$f_{CM_1} \approx -0.0011540t^3 + 0.0594607t^2 - 0.9690685t + 6.3745736 \quad (21)$$

$$f_{AM_1} \approx -0.010092t^2 + 0.507482t - 4.678149 \quad (22)$$

Por otra parte, se encontró que la mejor forma de ajustar los datos de las funciones de utilidad de la segunda fase es mediante funciones trigonométricas dependientes del tiempo:

- **Periodo IIT 2005 – IT 2018:**

$$f_{TaP_2} \approx 2.793\sin(0.04218t - 0.2472) + 0.3029\sin(0.2007t - 4.842) \quad (23)$$

$$f_{AM_2} \approx 2.385\sin(0.0438t - 0.3527) + 0.275\sin(0.2266t - 6.316) \quad (24)$$

Las representaciones gráficas de las funciones de utilidad de las empresas operadoras son mostradas en el **Gráfico N° 21**. Como se aprecia, las funciones de utilidad de las empresas Telefónica y Bellsouth sufren una disminución significativa en el periodo 1998-2001, donde se produce la expansión de la empresa Nextel. Posteriormente, las funciones de utilidad de los operadores móviles se mantienen sin cambios significativos en sus tendencias hasta fines del año 2014, cuando se produce la entrada de las empresas Entel y Viettel.

Por otro lado, a partir de las funciones de utilidad es posible obtener las relaciones de competencia entre las empresas Telefónica y América Móvil, las cuales son mostradas en el **Gráfico N° 22**. Al respecto, los resultados indican que durante el periodo 1998 – 2000, la relación de competencia bajo el modelo presa depredador entre las empresas Telefónica y Bellsouth fue de mutualismo; en el periodo 2001 – 2007, con la entrada de la empresa TIM la relación de competencia fue de predador por parte del operador entrante y de presa por parte de los operadores establecidos, Telefónica y Bellsouth; en el periodo 2004-2008 se exhibió una relación de competencia pura entre Telefónica y América Móvil, siendo la mayor presión del primero sobre el segundo. Por último, en el periodo 2009-2017 ambas empresas exhibieron una relación de mutualismo, donde no se vieron afectadas de forma negativa por sus respectivos crecimientos.

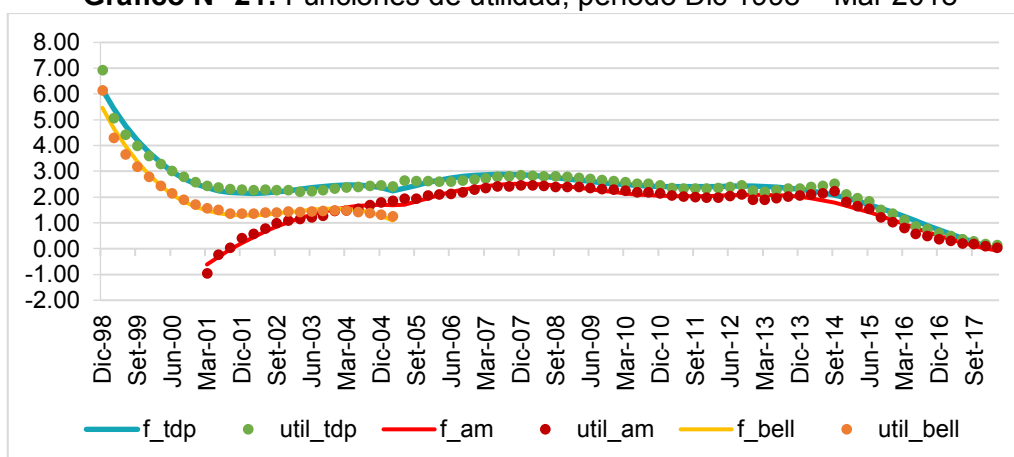
Al respecto, la relación de competencia de presa-depredador entre los operadores Telefónica y TIM durante el periodo 2001-2004 es explicada por un rápido crecimiento en la cobertura a nivel nacional de la empresa TIM, mayor al resto de operadores. Cabe

<sup>38</sup> Ver: <https://la.mathworks.com/help/curvefit/fit-comparison-in-curve-fitting-app.html>



señalar que el incremento de cobertura junto al lanzamiento de planes tarifarios y promociones que ofrecían tráfico on-net a bajo precio, habría permitido a TIM tener un crecimiento promedio mensual de líneas móviles mayor al resto de operadores<sup>39</sup>.

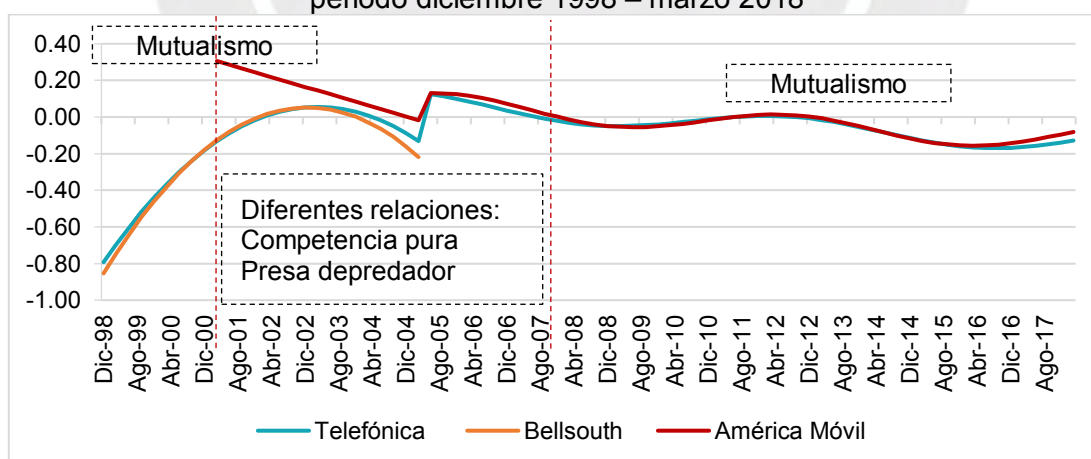
**Gráfico N° 21: Funciones de utilidad, periodo Dic 1998 – Mar 2018**



Fuente: Osiptel. Elaboración: Propia.

Asimismo, de acuerdo a lo señalado por el Osiptel, la coexistencia del diferencial de tarifas on-net/off-net junto con un crecimiento agregado en el número de líneas (y tráfico) es consistente con la literatura económica, la cual señala que la diferenciación tarifaria permite a los operadores ajustarse a la demanda de los consumidores, cubriendo demandas insatisfechas o fidelizando a los usuarios<sup>40</sup>. Cabe señalar que la empresa Nextel (ahora Entel) era hasta el año 2013 un operador de nicho, enfocado en atender principalmente el sector corporativo, por lo que no competía en el segmento residencial junto con el resto de operadores.

**Gráfico N° 22: Dinámica competitiva entre Telefónica, Bellsouth y América Móvil, periodo diciembre 1998 – marzo 2018**



Elaboración: Propia

<sup>39</sup> Informe N°093-GPR/2005 que sustenta la Resolución N° 070-2005-CD/OSIPEL, por la cual se fijan los cargos de interconexión tope por terminación de llamadas en las redes de los servicios móviles para el periodo 2006-2009.

<sup>40</sup> Conclusiones del Informe N°091-GPR/2005 que sustenta la Resolución N° 071-2005-CD/OSIPEL, por la cual se faculta a Telefónica Móviles a comercializar planes con tarifas on-net y off-net diferenciadas y tarifas o planes que incluyan tarifas on-net para llamadas desde y hacia la ex red de Bellsouth Perú S.A.

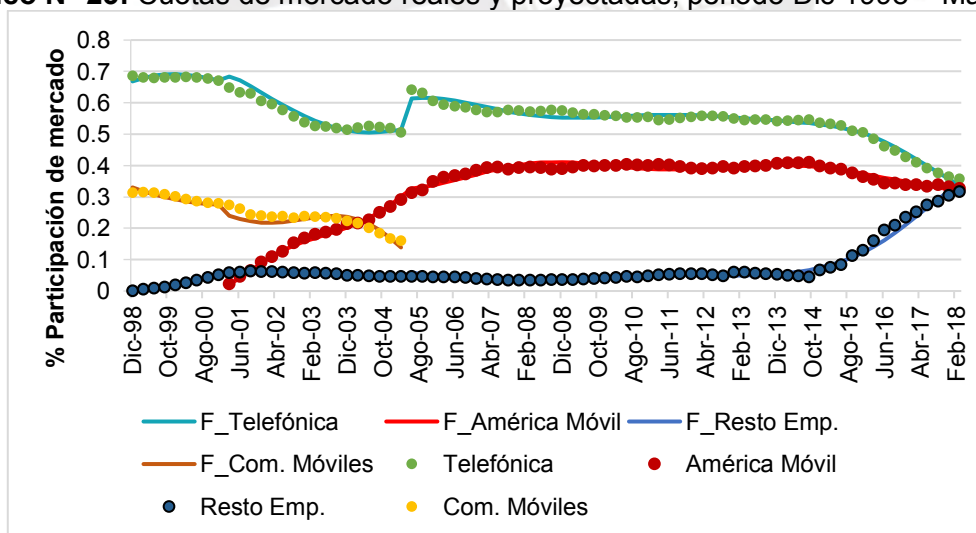


Posteriormente, en el periodo 2004-2008 las empresas Telefónica y América Móvil exhibieron una relación de competencia pura. Este periodo se caracterizó por un rápido crecimiento en la cobertura de ambas empresas, así como en el número de líneas prepago. Ahora bien, el crecimiento de la cobertura es un reflejo del incremento de la competencia entre los operadores, la cual no sólo se ve reflejada en la provisión de nuevas prestaciones de servicios, aplicaciones y disminución de las tarifas, sino también en la incursión de nuevas poblaciones que antes no contaban con el servicio, llegando incluso a áreas rurales<sup>41</sup>. Asimismo, las llamadas on-net se intensifican durante este periodo, llegando a incrementarse en 105%, frente a un 49% de crecimiento del tráfico off-net y 53% del tráfico hacia teléfonos fijos.

Finalmente, el periodo 2008-2017 se caracterizó por un sostenido crecimiento en las contrataciones de servicios móviles bajo la modalidad postpago, un menor crecimiento en la cobertura del servicio y una menor diferenciación en las tarifas on-net/off-net en los planes tarifarios de la modalidad prepago. Al respecto, desde el año 2008 las empresas Telefónica y América Móvil empezaron a lanzar planes de tarifa única para sus clientes prepago, los planes con tarifas diferenciadas disminuyeron hasta que entre fines del año 2013 e inicios del 2014, Telefónica uniformizó todos sus planes con la tarifa única (Loaiza & Barriga, 2014); mientras que en el caso de la modalidad postpago esta diferenciación se mantuvo.

Las comparaciones entre las cuotas reales de mercado y las estimadas por el modelo son mostradas en el **Gráfico N° 23**. Al respecto, se aprecia que a fines del 2017 las cuotas de mercado de las empresas Telefónica, América Móvil y el resto de operadores, conformado por las empresas Entel y Viettel, tienden a igualarse producto de la dinámica competitiva.

**Gráfico N° 23:** Cuotas de mercado reales y proyectadas, periodo Dic 1998 – Mar 2018



Fuente: Osiptel. Elaboración: Propia.

Por otro lado, en base a las estimaciones de las ecuaciones de LV descritas en (14) se realizan proyecciones de las cuotas de mercado de las empresas operadoras al 2019 (ver **Gráfico N° 24**) considerando las tendencias actuales en las estrategias comerciales

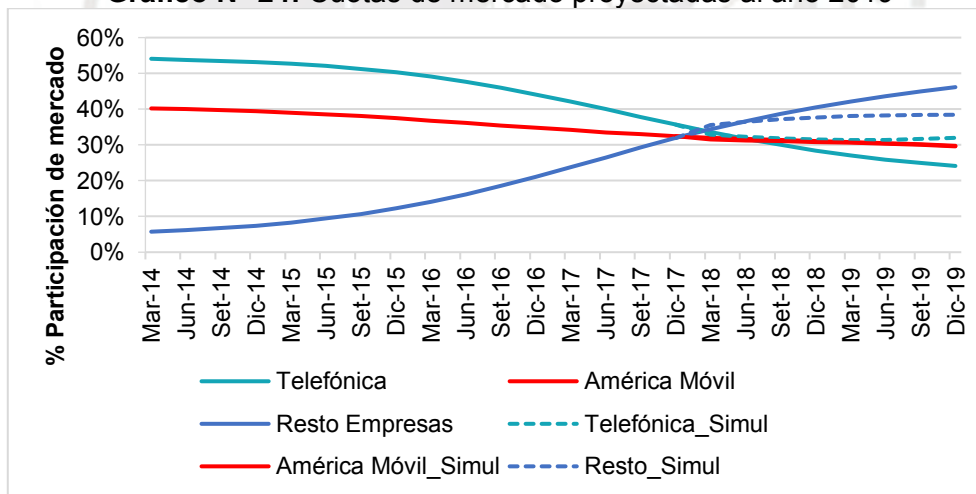
<sup>41</sup> Informe N° 551-GPR/2008 que sustenta la Resolución N° 042-2008-CD/OSIPTTEL, por la cual se da inicio el procedimiento para la Revisión del Cargo de Interconexión Tope por la Terminación de Llamadas en las Redes de los Servicios Móviles.

de los planes tarifarios, la expansión de la cobertura y la mejora en la calidad de servicio, así como un marco regulatorio similar al vigente. Es bajo este escenario que las cuotas de mercado conjuntas de las empresas Entel y Viettel llegarían a alcanzar el 50% de la participación del mercado a fines del 2019. Por otro lado, la empresa Telefónica es la que resulta perder la mayor cuota de mercado, mientras que América Móvil se reduce su participación a un 30% del mercado.

Es importante señalar que las proyecciones se realizan en base a las tendencias actuales del mercado, el cual se encuentra caracterizado por una fuerte competencia en los últimos años impulsado por las empresas de la franja competitiva (Entel y Viettel). En ese sentido, el crecimiento en las cuotas de mercado de la franja competitiva “Resto de empresas” se sustenta en que este grupo de empresas seguirán manteniendo un comportamiento competitivo frente al resto de operadores, principalmente respecto a la empresa Telefónica.

Sin embargo, considerando que un comportamiento competitivo entre las empresas operadoras es difícil de sostener en el tiempo por los costos que ello implica, conviene suponer un cambio en las estrategias de las mayores empresas del mercado (Telefónica y América Móvil) a fin de no seguir perdiendo participación en el mercado (principalmente Telefónica). Asimismo, considerando los resultados de la portabilidad numérica de los últimos seis meses, principal instrumento que usan hoy los operadores móviles para competir, la empresa Entel viene perdiendo líneas mientras que Telefónica y América Móvil han revertido su tendencia a la baja. Es así que los entrantes vienen ganando participación de mercado a tasas cada vez menores.

**Gráfico N° 24:** Cuotas de mercado proyectadas al año 2019



Elaboración: Propia

En ese sentido, se considera que las empresas Telefónica y América Móvil mejoran sus funciones de utilidad de tal manera que a finales del 2019 sus participaciones de mercado se reducen hasta alcanzar el 32% y 30% de la participación de mercado, respectivamente. Cabe señalar que dichas participaciones son las que alcanzaron, a fines del 2017, las dos mayores empresas operadoras del mercado de telefonía móvil chileno<sup>42</sup>. Por lo tanto, se realizan modificaciones en las funciones de utilidad de

<sup>42</sup> Se eligió considerar las cuotas del mercado de los dos mayores operadores de telefonía móvil en Chile (Movistar Chile y Entel PCS), a diciembre de 2017, debido a los siguientes puntos: i) el mercado de telefonía móvil chileno se encuentra en una etapa mayor de desarrollo, lo cual se evidencia en la densidad del servicio (125 en Chile frente a 118 en el Perú, a fines del 2017); ii) por presentar un nivel de

Telefónica y América Móvil de tal forma que permitan alcanzar las cuotas antes señaladas a fines del 2019<sup>43</sup> :

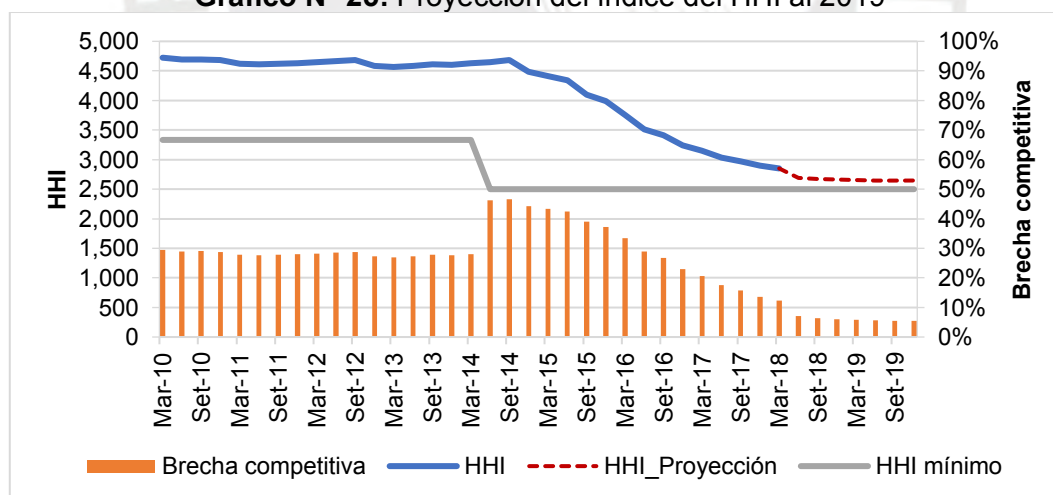
$$\mathcal{F}_{TdP_2} = \begin{cases} f_{TdP_2}(t), & \text{si } 27 \leq t < 77 \\ f_{TdP_2}(t) + 0.065 (t - 77), & \text{si } t \geq 77 \end{cases} \quad (25)$$

$$\mathcal{F}_{AM_2} = \begin{cases} f_{AM_2}(t), & \text{si } 27 \leq t < 77 \\ f_{AM_2}(t) + 0.028 (t - 77), & \text{si } t \geq 77 \end{cases} \quad (26)$$

A partir de las funciones de utilidad de Telefónica y América Móvil descritas en las ecuaciones (25) y (26) se realizan estimaciones de las particiones de mercado, las cuales son mostradas en el **Gráfico N° 24**. Estas estimaciones permiten realizar proyecciones el índice de concentración HHI hasta el año 2019. Cabe señalar que para estimar el HHI se hace necesario contar con la participación de mercado de cada empresa. Considerando que bajo las ecuaciones de Lotka-Volterra no autónomo se ha trabajado con una agrupación de los dos operadores con menor participación de mercado (Entel y Viettel), se procedió a separar sus cuotas de mercado, para el periodo proyectado, en base a la relación que alcanzó las cuotas de mercado de ambos operadores a fines del 2017.

La representación gráfica de la proyección del HHI al 2019 es mostrada en el **Gráfico N° 25**. Como se observa, la concentración del mercado llegaría a estar cercana a su nivel mínimo con cuatro operadores con red, manteniendo cuotas de mercado menos distantes. Consecuentemente, la brecha competitiva llegaría a un mínimo de 6%, reduciéndose significativamente en los últimos trimestres.

**Gráfico N° 25: Proyección del índice del HHI al 2019**



Elaboración: Propia

competencia entre los operadores mayor o igual al que se viene dando en el mercado peruano, lo cual se encuentra reflejado en el gran dinamismo de la portabilidad numérica (en el 2017 el total de líneas portadas en Chile respecto al total de líneas a final de año representaron el 19%, mientras que en el Perú las líneas portadas representaron el 9%); y iii) en diciembre de 2017 se detuvo la caída del número de líneas móviles perdidas por portabilidad de la empresa Entel PCS, similar a la estabilización en el número de líneas perdidas por parte de la empresa Telefónica del Perú a principios del año 2018.

Ver:

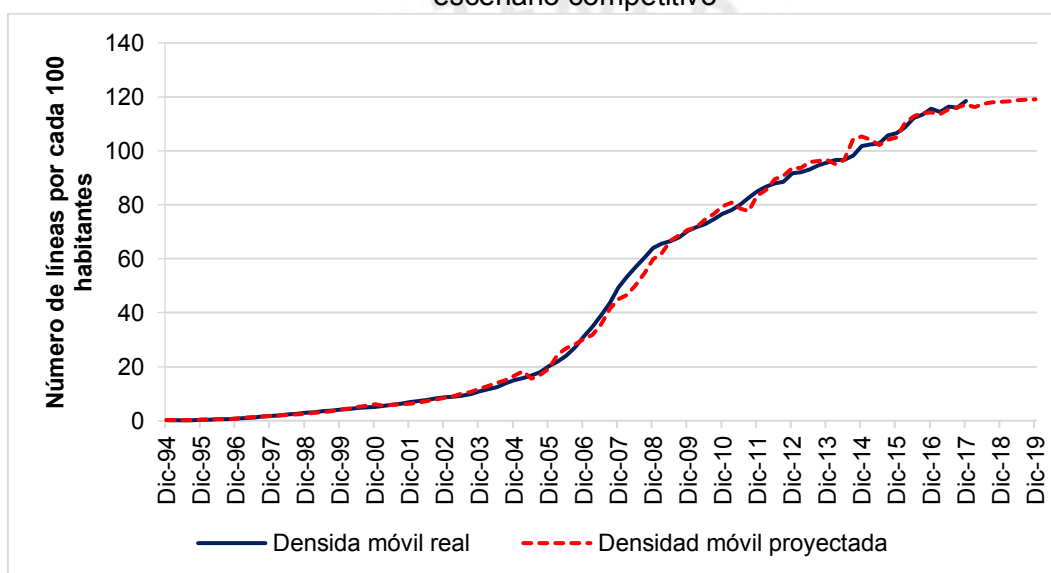
[https://www.portabilidadnumerica.cl/wp-content/uploads/2018/12/Reporte\\_Portabilidad\\_2018-10-31a.pdf](https://www.portabilidadnumerica.cl/wp-content/uploads/2018/12/Reporte_Portabilidad_2018-10-31a.pdf)

<sup>43</sup> Estas simulaciones se basan en lo ejemplos descritos por Marasco et al. (2016) en la sección 4.2. "Simulations and strategic implications in the beer market".

Por último, a partir de las estimaciones de los determinantes de la difusión de la telefonía móvil mostrados en la **Tabla N° 3**, las proyecciones del HHI mostradas previamente, así como proyecciones conservadoras de la densidad de la telefonía fija mediante medias móviles de los tres últimos trimestres, es posible realizar proyecciones de la densidad de la telefonía móvil hasta fines del 2019.

Como se observa en el **Gráfico N° 26**, la proyección de densidad de la telefonía móvil indicaría que a fines del 2019 se alcanzaría las 120 líneas móviles por cada 100 habitantes, con un crecimiento cada vez más lento los próximos años. En este sentido, el tamaño del mercado estaría llegando a potencial. En este nuevo escenario los cambios en las participaciones de mercado de los operadores móviles serían principalmente producto de la portabilidad entre los actuales clientes y menos del ingreso de nuevos clientes al mercado.

**Gráfico N° 26:** Proyección de la densidad de la telefonía móvil considerando un nuevo escenario competitivo



Elaboración: propia.

## 8. CONCLUSIONES

- Los modelos de difusión tecnológica han sido utilizados ampliamente para evaluar los determinantes de la telefonía móvil. En el presente estudio se ha buscado realizar el análisis de la difusión de la telefonía móvil, partiendo de supuestos sobre el nivel potencial del número de líneas. Al respecto, los modelos de difusión de tecnología han mostrado un buen ajuste con la evolución de la telefonía móvil, los que a su vez permiten realizar proyecciones sobre el crecimiento del servicio en los años siguientes.
- Los resultados de las estimaciones del modelo de difusión de la telefonía móvil indican que la curva de crecimiento de la densidad del servicio no ha sido afectada por factores económicos agregados, debido que la variable PBI per cápita no resulto ser significativa dentro del modelo. Este resultado guarda relación con estudios previos sobre la difusión móvil.

- El mercado de la telefonía móvil a lo largo de los años se ha encontrado sujeto a una serie de políticas regulatorias, las cuales impactaron de manera positiva en el proceso de difusión del servicio. Dentro de las políticas regulatorias que mayor efecto tuvieron tenemos la introducción del sistema “El que llama paga” y la regulación de los cargos de terminación de llamadas móviles. De otra parte, las políticas orientadas a disminuir los costos de cambio, tales como la introducción de la portabilidad numérica y sus posteriores mejoras, así como el desbloqueo de los terminales móviles, también afectaron de forma positiva sobre la difusión del servicio, aunque en menor medida que las políticas mencionadas en el párrafo precedente.
- En cuanto a la digitalización de la telefonía móvil mediante la introducción de la tecnología GSM, perteneciente al grupo de tecnologías de segunda generación (2G), represento uno de los factores con mayor efecto en el proceso de difusión de la telefonía móvil. Esto es debido a que permitió hacer un mejor uso del espectro radioeléctrico, permitió incorporar nuevos servicios como el SMS, así como presentar una mayor escala en cuanto a terminales móviles por constituir una tecnología estandarizada a nivel internacional. En ese sentido, se alcanzaron los objetivos de la investigación, así como se comprobó la hipótesis general. Sin embargo, se rechaza la primera hipótesis específica debido a que la implementación de la portabilidad numérica resultó tener un impacto positivo sobre la difusión de la telefonía móvil.
- Por otro lado, las ecuaciones de Lotka-Volterra han demostrado su utilidad para describir las relaciones de competencia entre los operadores móviles, evidenciando que la competencia entre los mayores operadores del mercado se produjo en el periodo posterior a la entrada de estos en el mercado, disminuyendo progresivamente. Es así que en los primeros años posteriores al ingreso al mercado de las empresas TIM y América Móvil, la relación de competencia que tuvieron con el operador incumbente Telefónica fue de “Competencia Pura” y “Presa-Depredador”. Posteriormente, la relación entre dichas empresas pasó a ser de “mutualismo”, donde se moderó la competencia. Cabe señalar que la dinámica competitiva resultó tener un impacto positivo sobre la difusión de la telefonía móvil, comprobándose así la segunda hipótesis específica.
- Asimismo, las ecuaciones Lotka-Volterra permiten realizar proyecciones de las cuotas de mercado entre los operadores móviles. En ese sentido, a partir de los resultados encontrados y considerando las tendencias actuales, se espera que la competencia en los siguientes años se intensifique. Esto, último se verá reflejado en un menor valor del índice de concentración HHI, el cual estará cercano a su valor mínimo, así como en una fuerte reducción en la brecha competitiva.
- Por último, de acuerdo a los resultados se espera que la competencia entre los operadores móviles será cada vez más sobre la base de abonados móviles y menos sobre el potencial de clientes que no cuentan con servicio, debido a que el tamaño del mercado se encuentra próximo a su potencial.

## **9. RECOMENDACIONES**

Las políticas de asignación de espectro radioeléctrico deberían de tomar en consideración que en la actualidad la densidad de la telefonía móvil se encuentra



próxima a su nivel potencial de mercado, por lo cual, le resultaría difícil la entrada al mercado móvil de un nuevo operador móvil con red (OMR). Esto es debido a que un nuevo OMR se encontrarían frente a un mercado maduro, que viene siendo atendido en su totalidad por los operadores presentes, los cuales cuentan con la ventaja de estar más tiempo en el mercado, tener una base de clientes establecida y contar con infraestructura desplegada.

En ese sentido, la asignación de espectro debería estar orientada a cubrir las necesidades de los operadores presentes en el mercado, los cuales, dado el constante desarrollo de la tecnología y la demanda por contenidos, necesitan más de este recurso para poder atender las necesidades de sus usuarios.

Finalmente, considerando que el mercado de la telefonía móvil se encuentra maduro y que dada las condiciones actuales se espera que la competencia entre los operadores móviles se mantendrá en los siguientes años, las políticas regulatorias deberían de estar orientadas a mejorar la calidad en la prestación de los servicios móviles y no a la expansión del mismo, mediante por ejemplo exigencias de cobertura. Las políticas que permitan mejorar o ampliar la infraestructura de telecomunicaciones representarían ser las mejores alternativas para esta fase de desarrollo del mercado.

## **10. LIMITANTES**

En el presente estudio no ha sido posible realizar la estimación de la relación de competencia entre todos los operadores del mercado, evaluándose solo la relación entre los operadores de mayor tamaño en cuanto a participación de mercado. Esto es debido a que las ecuaciones de Lotka-Volterra no autónomo requieren de contar con un bien externo para las estimaciones de las relaciones de competencia, siendo los operadores de menor tamaño los elegidos a considerar como el bien externo.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- AHCIET. (2013). Libro 30 años AHCIET. Telecomunicaciones en Latinoamérica. cet.la.
- Bohlin, A., Gruber, H., & Koutroumpis, P. (2010). Diffusion of new technology generations in mobile communications. *Information Economics and Policy*, 51-60.
- Cancho, C., & López, K. (2006). Análisis del acceso y la capacidad de pago por servicios públicos de telecomunicaciones en el Perú. Lima: Osiptel.
- Cepal. (2005). Organización industrial y competencia en las telecomunicaciones en América Latina: estrategias empresariales . Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Chahuara, P., & Cifuentes, S. (2018). El Relanzamiento de la Portabilidad Numérica Móvil: reduciendo los costos de cambio e incentivando la competencia. Lima: Osiptel.
- Choi, S. M., Wong, S. F., Chang, Y., & Park, M. C. (2016). Analysis of the dynamic broadband technology competition, Implications for national information infrastructure development. *Industrial Management & Data*, 1223-1241.
- Gallardo, J., López, K., & Gonzales, C. (2007). Perú: Evolución del Acceso, la Cobertura y la Penetración en los Servicios de Telefonía. Lima: Osiptel.
- Galperín, H., & Mariscal, J. (2007). Oportunidades móviles: pobreza y telefonía móvil en América Latina y el Caribe. DIRSI.
- García Alba, P. (2007). La evolución de las telecomunicaciones en México. Tecnológico de Monterrey.
- Gavilano, M. (2015). Impacto de Esquemas de Fijación de Cargos de Terminación Móvil sobre el Bienestar en una Industria Asimétrica: Un Modelo Económico. Lima: Osiptel.
- Genakos, C., & Valletti, T. (2015). Evaluating a Decade of Mobile Termination Rate Regulation. *The Economic Journal*, 31-48.
- Gruber, H. (2001). Competition and innovation The diffusion of mobile telecommunications in Central and Eastern Europe. *Information Economics and Policy*, 19–34.
- Gruber, H., & Verboven, F. (2001). The diffusion of mobile telecommunications services in the European Union. *European Economic Review*, 577-588.
- Gruber, H., & Verboven, F. (2001). The evolution of markets under entry and standards regulation — the case of global mobile telecommunications. *International Journal of Industrial Organization*, 1189–1212.
- GSMA. (2012). Observatorio Móvil de América Latina 2011. GSMA.
- GSMA. (13 de Septiembre de 2017). GSMA. Obtenido de <https://www.gsma.com/latinamerica/es/smartphones-ecosistema-movil-latinoamericano/>
- GSMA. (2018). La Economía Móvil en América Latina y el Caribe 2018. GSMA.

- Hwang, J., Cho, Y., & Long, N. (2009). Investigation of factors affecting the diffusion of mobile telephone . *Telecommunications Policy*, 534–543.
- Jang, S.-L., Dai, S.-C., & Sung, S. (2005). The pattern and externality effect of diffusion of mobile telecommunications: the case of the OECD and Taiwan. *Information Economics and Policy*, 133–148.
- Kim, J., Lee, D. J., & Ahn, J. (2006). A dynamic competition analysis on the Korean mobile phone market using competitive diffusion model. *Computers & Industrial Engineering*, 174-182.
- Li, Y., & Lyons, B. (2011). Three Private Firms and an Independent Regulator are Sufficient for Rapid Mobile Network Penetration. *ESRC Centre for Competition Policy*.
- Li, Y., & Lyons, B. (2012). Market structure, regulation and the speed of mobile network penetration. *International Journal of Industrial Organization*, 697–707.
- Loaiza Flower, R., & Jauregui, S. (2015). *Evolución del Mercado de Telecomunicaciones Móviles en el Perú*. Lima - Perú: OSIPTEL.
- Loaiza, R., & Barriga, C. (2014). *Análisis del diferencial On-Net/Off-Net en el mercado de telecomunicaciones móviles peruano*. Lima: Osiptel.
- Marasco, A., Picucci, A., & Romano, A. (2016). Market share dynamics using Lotka–Volterra models. *Technological Forecasting & Social Change*, 49-62.
- Naciones Unidas. (2011). *Measuring the Impacts of Information and Communication Technology for Development*. Switzerland: United Nations.
- Oestmann, S., & Dymond, A. (2009). *Acceso y Servicio Universal (ASU)*. En ITU, *ICT REGULATION TOOLKIT*. Vancouver.
- Ortiz Ruiz, H. (2013). *Determinantes del crecimiento de la telefonía móvil en América Latina*. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, Escuela de Posgrado.
- Osiptel. (2004). *Informe N° 028-GPR/2004, Sector de Telefomunicaciones en el Perú, Mercados de Servicios Públicos de Telecomunicaciones*. Lima: Osiptel.
- Osiptel. (2005). *Informe N° 093-GPR/2005, Procedimiento para la Fijación de Cargos de Interconexión Tope por Terminación de Llamadas en las Redes de los Servicios Móviles*. Lima: Osiptel.
- Osiptel. (2006). *Resolución de consejo directivo N° 032-2006-CD/OSIPTEL*. Lima, Lima: Osiptel.
- Osiptel. (2015). *Informe N° 028-GPRC/2015, Determinación de los Cargos de Terminación de Llamadas en las redes del servicio móvil*. Lima: Osiptel.
- Osiptel. (2018). *Informe N° 0016-GPRC/2018, Cargo de interconexión tope por terminación de llamadas en las redes de los servicios móviles / Aprobación*. Lima: Osiptel.
- Oxera. (2012). *Spectrum trading issues*. Oxera.

- Palomino Figueroa, P., & Walde Ordoñez, F. (2016). Efectos de la portabilidad numérica en el mercado de la telefonía móvil : una aproximación cuantitativa. Lima: Universidad del Pacífico.
- Pirir Avila, L. A., Joo Lee, D., & Kim, T. (2017). Diffusion and competitive relationship of mobile telephone service in Guatemala: An empirical analysis. *Telecommunications Policy*, 1-11.
- Rogers, E. (1983). *Diffusion of Innovations*. New York: The Free Press.
- Sobolewski, M. (2007). The impact of mobile number portability on the diffusion of mobile telecommunications across Europe.
- Soto Chávez, E. (2012). ¿Reorientando la política de telecomunicaciones en el Perú? Nuevo sistema de tarifas fijo - móvil? *Revista de Derecho Administrativo*, 49-63.
- Yamakawa, P., Rees, G., Salas, J., & Alva, N. (2013). The diffusion of mobile telephones An empirical analysis for Peru. *Telecommunications Policy*, 594-606.
- Zegarra Valdivia, D. (2005). *Servicio Público y Regulación Marco Institucional de las Telecomunicaciones en el Perú*. Lima: Balestra Editores.



## 12. ANEXO

### Resultados de las estimaciones de los modelos de difusión de la densidad de telefonía móvil bajo diferentes valores del tamaño potencial de mercado

VARIABLES	(1) Modelo m=120	(2) Modelo m=130	(3) Modelo m=150
cpp_pre	0.257*** (0.0447)	0.242*** (0.0278)	0.239*** (0.0259)
dig	1.567*** (0.393)	1.716*** (0.245)	1.714*** (0.228)
cargo	0.892*** (0.317)	1.033*** (0.197)	1.235*** (0.184)
dig_t	-0.0761*** (0.0142)	-0.0746*** (0.00884)	-0.0728*** (0.00823)
cargo_t	-0.0137*** (0.00429)	-0.0154*** (0.00267)	-0.0188*** (0.00248)
costc_t	0.00364*** (0.000935)	0.00289*** (0.000582)	0.00234*** (0.000541)
den_fija_t	0.00906*** (0.00148)	0.00804*** (0.000919)	0.00715*** (0.000855)
hhi_t	-9.39e-06*** (1.30e-06)	-4.50e-06*** (8.07e-07)	-3.15e-06*** (7.51e-07)
t	0.0913*** (0.0118)	0.0716*** (0.00733)	0.0677*** (0.00682)
Constante	-4.989*** (0.271)	-5.019*** (0.169)	-5.035*** (0.157)
Observaciones	93	93	93
R-cuadrado	0.998	0.999	0.998
RMSE	0.175	0.109	0.101

Errores estándar en paréntesis

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