

Hacia una nueva política de cargos de acceso en telefonía móvil

Fabricio Ibañez* y Eduardo Saavedra**

RESUMEN

Este trabajo muestra que la política regulatoria de cargos de acceso en telefonía móvil en Chile, basada en los costos marginales de proveer acceso a las redes, es muy ineficiente y se sugiere su modificación. Los cargos de acceso se fijan muy por encima de los óptimos, lo que diluye la entrada de operadores móviles virtuales (OMV), que en países desarrollados han entregado dinamismo a esta industria. Este artículo arriba a dicha conclusión al modelar un mercado oligopólico en que compiten dos operadores móviles con redes (OMR) y un único OMV, el que es calibrado en sus parámetros de demanda y costos con el objetivo de comparar la política de cargos de acceso a costo marginal con la política socialmente óptima. Este resultado, que produce una ineficiencia estimada en 3,5 millones de dólares anuales, es además sustentado por el hecho de que existen otras dos políticas que entregan mejores resultados que la política de tarificar a costos marginales. La política más eficiente de las estudiadas fija el cargo de terminación de llamadas en cero y solo se cobra al OMV por el costo marginal de iniciar una llamada, la que produce una pérdida en eficiencia de 9 mil dólares anuales solamente. Una tercera opción de política, aquella en que no se cobra cargo de acceso alguno o “*bill & keep puro*”, entrega resultados intermedios en términos de eficiencia; esto es, una pérdida de eficiencia anual de 1,1 millones de dólares.

PALABRAS CLAVE: cargos de acceso, telecomunicaciones, operadores móviles virtuales, cargos de terminación de llamadas, Chile.

Toward a new policy for access charges in mobile telephony

ABSTRACT

This paper shows that the regulatory policy of access charges in mobile telephony in Chile, based on the marginal costs of providing access to networks, is very inefficient and suggests its modification. Indeed, access charges are set well above the optimal ones, which discourages the entry of Mobile Virtual Network Operators (MVNOs), a

* Analista económico, PKF Chile.

✉ fibanez@pkfchile.cl.

** Profesor asociado del Departamento de Economía y director académico del Centro Interdisciplinar de Políticas Públicas, Universidad Alberto Hurtado. Correspondencia a este autor. Dirección: Erasmo Escala 1835, Santiago, Chile. Teléfono: (562)28897354.

✉ saavedra@uahurtado.cl

Se agradece a José I. Díaz por su trabajo de tesis y a varias generaciones de alumnos de magíster que han sufrido con simulaciones de modelos con diversas variaciones al usado en este artículo. Se agradecen los comentarios de Claudio Agostini, Fernando Fuentes, Jeanne Lafortune, Javier Tapia y José Tesada a una versión preliminar de este trabajo. No obstante, los resultados son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Recibido agosto 2021 / Aceptado marzo 2022.

Disponible en: www.economiaypolitica.cl

way to provide dynamism to this industry. We arrive at this conclusion by modeling an oligopolistic market in which two Mobile Network Operators (MNOs) and a single MVNO compete, which is calibrated in its demand and cost parameters to compare the marginal cost access charge policy with the socially optimal policy. This result, which produces an inefficiency estimated at US\$3,5 million annually, is further supported by the fact that there are two other policies that deliver better results than the policy of pricing at marginal costs. The most efficient policy of those studied sets the call termination charge at zero and only charges the MVNO for the marginal cost of initiating a call, which produces an efficiency loss of only US\$9 thousand per year. A third policy option, named “pure bill & keep” with no access charge at all, provides intermediate results in terms of efficiency; this is, an annual efficiency loss of US\$1.1 million.

KEYWORDS: access charges, telecommunications, Mobile Virtual Network Operators (MVNO), mobile call charges, Chile.

I. Introducción

Los avances tecnológicos en las redes de telecomunicaciones no solo han cambiado el modo en que nos comunicamos, sino también cómo se estructura la industria para ofrecer una amplia gama de servicios. Aunque no exclusivamente, este hecho es de particular trascendencia en los servicios móviles, donde en la actualidad se ofrecen tanto los servicios de voz (telefonía) como los cada vez más importantes servicios de datos. La industria de las telecomunicaciones se ha movido, en los últimos 20 años, desde los tradicionales monopolios regulados a mercados desregulados que muestran crecientes niveles de competencia. En particular, los mercados móviles son dominados por unos pocos operadores que poseen el espectro radioeléctrico asignado por el regulador y han montado la infraestructura necesaria para entregar sus servicios a los consumidores (operadores móviles con redes u OMR). Asimismo, desde hace menos de una década, se evidencia una entrada, más bien débil, de operadores que carecen de estas redes (operadores móviles virtuales u OMV); pero que, gracias a la política de acceso a las redes de los OMR, pueden aumentar la competencia en servicios móviles¹.

¹ Existen además operadores que tienen redes asignadas, pero que operan fundamentalmente arrendando redes a los OMR. A lo largo de este trabajo, los primeros son considerados como OMV, lo que no afecta nuestras conclusiones.

Con una estructura como la señalada, la interconexión entre las redes (entre OMR) y hacia las redes (uso que hacen los OMV) requiere reglas claras en cuanto a la posibilidad de acceso y el precio que ha de pagarse por su acceso y uso, el que la literatura denomina “cargos de acceso”. Lo primero está garantizado en Chile, tanto por la Ley de Telecomunicaciones como por la Sentencia N° 104/2011 de la Corte Suprema, que obligó a los OMR a entregar ofertas de planes mayoristas a los OMV. Sin embargo, los cargos de acceso en este mercado no están propiamente reglados en Chile y el regulador los ha fijado con diferentes criterios, siempre en el marco de la Ley General de Telecomunicaciones. En efecto, hasta la fijación de estos cargos en 2009, vigentes hasta 2013, se siguió el criterio de fijarlos iguales al costo marginal y escalarlos por el tamaño de los operadores. Desde la fijación de 2014, solo se regulan los cargos de terminación de llamadas a costo marginal, mientras que el cargo por iniciar llamadas por parte de un OMV se deja al acuerdo libre entre este y su respectiva red anfitriona.

Este artículo busca dar claridad en cuanto a las posibles políticas de regulación de cargos de acceso que podrían seguirse en Chile para los servicios móviles. Nuestro principal aporte es dar luces a la autoridad sectorial para que se utilicen criterios más simples y en plena concordancia con aquellos cargos de acceso que maximizan el bienestar total, como abandonar la política de fijar los cargos de acceso a costo marginal para todas las terminaciones de llamadas, cualquiera sea su origen. En su lugar, se sugiere seguir una política de fijar los cargos de terminación de llamadas en cero, tanto en llamadas entre OMR como lo que deben pagar los OMV a estas. Se recomienda, además, fijar a costo marginal el cargo que deben pagar los OMV por iniciar un llamado, dejando atrás la libre negociación entre OMR y OMV actualmente vigente.

Para arribar a dicha conclusión, este artículo modela la competencia oligopólica entre dos OMR y un OMV, siguiendo la metodología estándar de Armstrong (1998) y Laffont, Rey y Tirole (1998a) para interconexión entre operadores con redes². Nuestro modelo contiene

² Se opta por mantener la modelación lo más simple posible, lo cual implica suponer que no existen externalidad de llamadas (no solo quienes llaman reciben beneficios, sino además lo obtienen parcialmente quienes reciben dichas llamadas). En caso de existir externalidades de llamadas, sería

además un entrante que hace de *fringe*, para así representar la libre entrada de OMV en las telecomunicaciones móviles, lo que tiene sustento en la literatura de cargos de acceso en una vía (Laffont y Tirole 1994, Armstrong, Doyle y Vickers 1996). El modelo es calibrado con parámetros de costos y demanda, y luego simulado para encontrar los precios de equilibrio y los excedentes de empresas y consumidores resultantes.

Este artículo encuentra que una política de cargos de acceso eficientes en telecomunicaciones móviles debe reducir el poder de mercado de los OMR, consistente con la literatura tradicional de cargos de acceso en dos vías y precios lineales. Es decir, los OMR detentan poder de mercado sobre los clientes finales y, como competirán fieramente en precios por estos clientes, el cargo de acceso podría servirles para aumentar dichos precios en equilibrio. Sabiendo esta estrategia empresarial, el regulador —que no regula los precios a los clientes finales en este mercado liberalizado— baja dichos cargos de modo de reducir el costo esperado por cliente y, con ello, indirectamente reduce los precios de equilibrio. Dos condiciones imponen un límite inferior a dichos cargos: (i) la necesidad de que las inversiones en redes sean recuperadas debe asegurar que los OMR no tengan pérdidas y (ii), se acotan los cargos de acceso a ser no negativos, ya que es inviable políticamente suponer que una empresa deba pagar para que otros utilicen sus redes, aunque ello fuera socialmente beneficioso. Con estas restricciones, los cargos de acceso eficientes por terminación de llamadas son iguales a cero, aunque su costo marginal sea de 1,8 pesos chilenos por minuto; mientras que los cargos de iniciar llamadas para el OMV se deberían fijar en 1,98 pesos chilenos por minuto, es decir, levemente por encima de su costo marginal.

Al contrastar dicho resultado con los que surgen de una política de fijar los cargos de acceso a costo marginal, tanto de inicio como de término de llamadas, se encuentra que esta última política es muy ineficiente. Lo primero es entender que la política de fijar los cargos de acceso a costo marginal es en realidad el escenario más benévolo a

más fuerte el beneficio de abandonar la actual política de cargos de acceso a costo marginal y reemplazarla por una política de cargos de terminación de llamadas iguales, ya que la evidencia muestra que de esta manera se incentivaría la entrada y aumentaría el tráfico de llamadas en equilibrio (Harbord y Pagnozzi 2010, Hurkens y López 2021).

la política actualmente implementada en servicios móviles en Chile³. Esta política produce precios más altos y mayores beneficios para los OMR respecto de la política eficiente, impactando negativamente a los consumidores y produciendo una caída en bienestar agregado de 2.513 millones de pesos chilenos anuales (3,5 millones de dólares al tipo de cambio de 720 pesos por dólar).

Dos opciones de políticas son analizadas. Por un lado, se tiene la opción de una política de “*bill & keep* puro”, es decir, una en donde todos los cargos de acceso se fijan en cero, ya sea por iniciar o terminar una llamada. Bajo esta política, ciertamente extrema, los OMR ven drásticamente reducidos sus beneficios y, además, el bienestar agregado es intermedio entre la política eficiente y la de cargos de acceso a costo marginal, produciendo una ineficiencia de 776 millones de pesos chilenos anuales o 1,1 millones de dólares. Por otro lado, una política de cargo cero solo para las terminaciones de llamadas y de cargo a costo marginal para las llamadas iniciadas por un OMV, que llamamos “política de cargos de terminación de llamadas iguales a cero”, entrega resultados casi similares al que maximiza el bienestar total, pero es más simple al solo requerir determinar el costo marginal de iniciar una llamada.

Los resultados anteriores son robustos a sensibilizaciones en los parámetros de costos y de demanda del modelo, por lo que nos atrevemos a recomendar fuertemente una modificación de nuestro régimen tarifario de cargos de acceso hacia uno de cargos nulos en las terminaciones de llamadas y de costo marginal solo en las llamadas iniciadas por un OMV.

Si bien hay una larga literatura de cargos de acceso, tanto en una como en dos vías, desconocemos de trabajos que las hayan unido en un solo modelo, tarea que se hace necesaria a partir de la irrupción de los OMV. En tal sentido, el modelo en nuestro trabajo da cuenta de una particularidad que no tenía la industria de servicios móviles cuando se desarrolló la literatura de cargos de acceso en dos vías, de allí su aporte. Los trabajos seminales de Armstrong (1998) y Laffont, Rey y Tirole (1998a) dan cuenta de que, cuando los operadores fijan

³ En Chile, se fijan los cargos de terminación de llamadas en su costo marginal, pero se deja negociar libremente lo que deberá pagar el OMV a la red OMR que le hospeda cada vez que sus clientes inicien un llamado, monto que razonablemente suponemos mayor a su costo marginal.

precios lineales, la política de cargos de acceso reduce su poder de mercado a nivel minorista. Este resultado no es robusto a tarifaciones no lineales, como puede suceder con los clientes postpago, pues en dicho caso el poder de mercado se ejerce en el componente fijo del precio y, por ende, el cargo de acceso deja de ser un instrumento de colusión (Laffont, Rey y Tirole 1998b, Dessein 2003 y Hahn 2004). Este resultado es menos robusto al suponer heterogeneidad en los consumidores (Valetti y Cambini 2005) o ante externalidades en las llamadas y precios discriminatorios entre llamadas *on-net* y *off-net* (Berger 2005, Armstrong y Wright 2009, Harbord y Pagnozzi 2010).

Con todo, aun cuando se cobren precios no lineales, es posible que mayores cargos de acceso eleven las rentas de las empresas, en particular cuando hay altos costos de cambio para los usuarios (Gabrielsen y Vagstad 2008, Hoernig, Inderst y Valetti 2014), los incumbentes buscan disuadir la entrada (Calzada y Valetti 2008, López y Rey 2016) o cuando los suscriptores esperan que el tamaño de las redes no cambie para precios fuera del equilibrio (Hurkens y López 2014). En razón a lo expuesto, la necesidad de regular los cargos de acceso es clara para precios lineales, siendo menos clara cuando las empresas cobran precios no lineales a sus suscriptores.

La evidencia internacional es bastante fuerte en sustentar una política de cargos de acceso tendientes a cero en las terminaciones de llamadas. Las razones serían principalmente dos. Por un lado, como muestran Genakos y Valetti (2015) para una muestra de 27 países, las rebajas en los cargos de terminación de llamadas en países con alta penetración móvil producen más competencia y no llevan a aumentos de precios de las empresas. Por otro lado, como señalan Hurkens y López (2021), en aquellos países en donde se sigue la política de “quien llama, paga”, tal como en la Unión Europea o en Chile desde 1998, una reducción de los cargos de terminación de llamadas induce a un menor precio de estas, una tarifa fija más alta y un mayor bienestar de consumidores⁴.

Ciertamente, de implementarse una nueva política tarifaria en los cargos de acceso, se requiere mucho más análisis que el nuestro (más

⁴ La misma evidencia muestra que en aquellos países en donde quien recibe la llamada, paga (*v. gr.*, Estados Unidos, Canadá, Hong Kong y Singapur), es más eficiente para los usuarios que los cargos de terminar llamadas sean fijados en cero.

bien de corte económico-ingenieril), con una mirada adicional desde el derecho, presupuestario y de impacto social propio de todo cambio regulatorio. Es más, una mirada integral a las telecomunicaciones en Chile hasta podría replantearse completamente lo que es permitido (*v. gr.*, el principio de “quien llama, paga”) y lo que es prohibido (*v. gr.*, las tarifas discriminatorias *on-net* y *off-net*). Nuestro artículo no avanza en otros temas de política pública para este sector, cuyos análisis y evaluaciones de algunas de esas políticas puede revisarse en Basaure, Marianov y Paredes (2015), Rojas (2015) o Agostini, Willington y Saavedra (2021).

2. La industria de las telecomunicaciones móviles en Chile

De acuerdo con información de la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel), en 2019 existían cuatro operadores que poseían redes propias para entregar los servicios de voz y datos en telecomunicaciones móviles: Movistar, Entel, Claro y WOM. Otros operadores, como Virgin o VTR, ofrecen el mismo servicio, pero alquilan las redes de los anteriores. Como se puede observar en la tabla N° 1, a diciembre de 2019, Movistar, Entel y Claro poseían poco menos del 80% del mercado, aunque en franco descenso los dos primeros desde 2014, producto del fuerte crecimiento de WOM en igual periodo.

● TABLA N° 1. PARTICIPACIÓN DE MERCADO 2014-2019 POR ABONADOS A DICIEMBRE DE CADA AÑO

OPERADOR MÓVIL	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Movistar	38,3%	36,6%	32,2%	30,1%	28,1%	25,4%
Entel	35,6%	35,0%	32,9%	31,5%	31,1%	30,1%
Claro	22,7%	23,2%	25,5%	24,8%	24,0%	23,0%
WOM	1,4%	2,9%	6,7%	10,9%	14,7%	19,0%
Otros	2,0%	2,1%	2,7%	2,4%	2,0%	2,1%

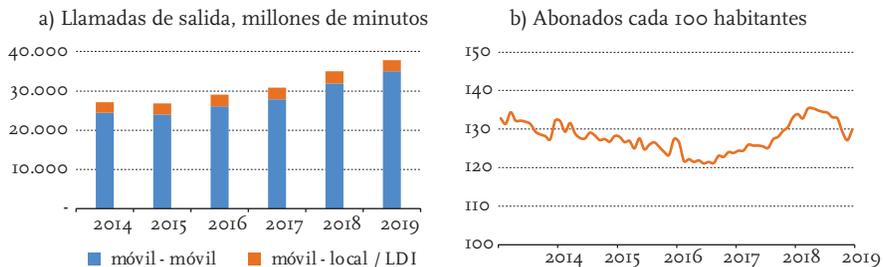
Fuente: Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel).

Sin perjuicio de lo indicado en dicha tabla, de acuerdo con información de la propia Subtel, WOM tiene espectro asignado solamente en la banda denominada AWS. Así, para completar la oferta de planes en las demás bandas (2G, 4G y 4G LTE), esta empresa opera en

la práctica como un OMR en las comunicaciones que utilizan dichas bandas. En consecuencia, desde el punto de vista económico, es razonable suponer que el mercado se ha movido desde uno dominado en más de un 96% por tres OMR en 2014 a otro en que empresas OMR, que deben arrendar acceso a redes de los OMR, han incrementado significativamente su participación de mercado.

En cuanto al uso de las telecomunicaciones móviles, más del 90% de las llamadas que se hacen desde una red móvil es hacia otro aparato móvil, relación que se ha mantenido inalterada en los últimos seis años, tal como lo muestra el gráfico N° 1a. Si bien los minutos de llamadas de salida móviles han crecido desde casi 7 a casi 9 millones de minutos anuales, el número total de abonados a estos servicios se ha mantenido en igual periodo en torno a 1,3 abonados por habitante, como lo muestra el gráfico N° 1b. En otras palabras, el mercado de telecomunicaciones móviles en Chile parece estar ya en la meseta de un mercado maduro, tanto por el tipo de llamadas móviles que se hacen como por la penetración de este servicio en la población.

● GRÁFICO N° 1. EVOLUCIÓN DE LAS LLAMADAS DE SALIDA Y DE LA PENETRACIÓN MÓVIL, 2014-2019

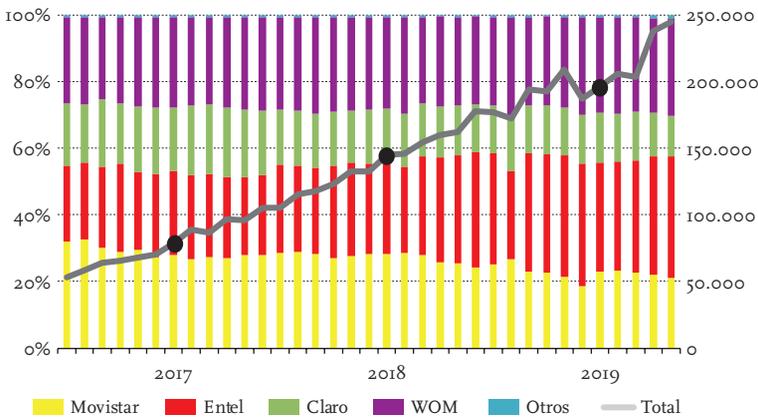


Fuente: Subtel.

En términos de los datos totales transferidos al mes, el gráfico N° 2 muestra un crecimiento constante, desde que estos son medidos por Subtel (línea gris, destacado el valor a diciembre de cada año). La cifra total se entrega en terabytes mensuales por empresa. Se observa que, actualmente, es Entel la empresa que tiene más participación de mercado medida en términos del total de datos transferidos (barra roja, 35%), a costa de un descenso en la participación de mercado de

Movistar (barra amarilla) y Claro (barra verde) en los últimos tres años. La única diferencia que se observa con el tráfico de llamadas es que, tratándose del servicio de transferencia de datos, WOM (barra púrpura) reemplaza a Claro como el tercer actor de este mercado. Aunque no lo muestra dicho gráfico, es pertinente mencionar que del total de tráfico de datos cursado al mes en Chile por los operadores móviles, un 93% corresponde a tráfico de datos de bajada y solo un 7% al tráfico de subida. Tal ratio es bastante estable en el tiempo.

● GRÁFICO N° 2. EVOLUCIÓN Y PARTICIPACIÓN DE MERCADO EN TRÁFICO DE DATOS MÓVILES, DESDE 2017



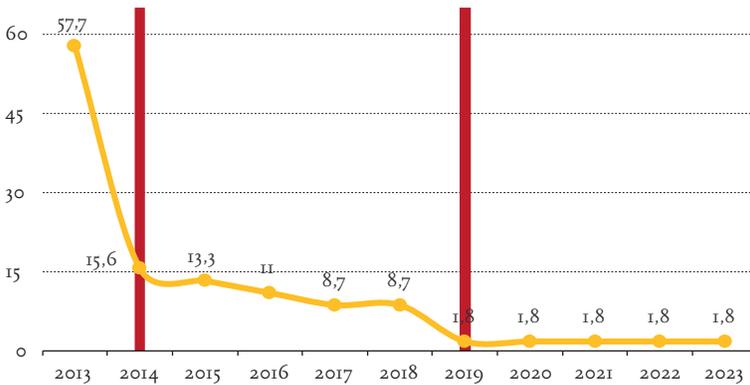
Fuente: Subtel.

Los cargos de acceso para telecomunicaciones móviles se han regulado de manera disímil en Chile. Hasta la fijación tarifaria 2009-2014, se siguió el criterio de escalar los costos de modo que los cargos fuesen mayores a los costos marginales de proveerlos, práctica totalmente contraria a la literatura de cargos de acceso en dos vías. A partir de la Instrucción de Carácter General N° 2/2012 del Tribunal de Defensa de la Libre Competencia, que prohibió la comercialización de planes móviles con diferenciación de precios *on-net* contra *off-net* y en la que llamó a Subtel a determinar los cargos de acceso entre empresas móviles a costo marginal, el regulador modificó su criterio. Así, con el proceso tarifario 2014-2019, la política de cargos de acceso se modificó a una en que los cargos de terminación de llamadas se

fijan de acuerdo con el costo marginal estimado de terminación de llamadas; mientras que para el cargo de acceso por una llamada iniciada en la red anfitriona de un OMV, el regulador deja tal tarifa a la libre negociación entre las empresas. Este criterio se mantuvo para el proceso tarifario 2019-2024.

El gráfico N° 3 muestra los cargos de acceso regulados desde 2013 hasta 2024. Dicho cargo fue fijado en 57,7 pesos chilenos por minuto para el periodo 2009-2014⁵. En el periodo 2014-2019, se redujo en 73% el promedio de los cargos de acceso respecto al periodo anterior, con valores que fueron disminuyendo hasta alcanzar el costo de interconexión estimado en 8,8 pesos chilenos por minuto para 2018. Finalmente, para el periodo 2019-2024, los cargos de acceso tarifificados experimentaron una reducción del 80% respecto a lo fijado para 2018, fijándose un cargo promedio de 1,8 pesos chilenos por minuto para todos los años desde 2019 hasta 2024.

● GRÁFICO N° 3. EVOLUCIÓN DE LOS CARGOS DE ACCESO EN SERVICIOS MÓVILES



Nota: Las barras rojas indican el inicio de un nuevo proceso regulatorio.
Fuente: Elaboración propia a partir de decretos tarifarios de Subtel.

⁵ En estricto rigor, los cargos de acceso para llamadas móviles se determinan por cada segundo de llamada y para tres tipos de horarios diferentes: diurno normal, diurno reducido y nocturno. Por simpleza, hablamos de este cargo en pesos chilenos por minuto y solo mostramos el promedio ponderado de dichas tarifas.

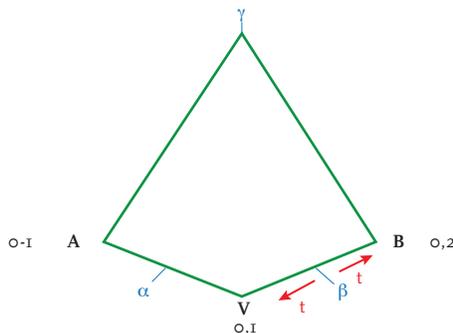
3. Modelación de la competencia imperfecta en telecomunicaciones móviles

Es necesario prevenir al lector averso a las matemáticas que esta sección es técnica, aunque necesaria para comprender la dinámica competitiva de la industria. Con todo, es posible continuar la lectura del artículo desde la sección siguiente sin perder la comprensión de las implicancias de política de los resultados del trabajo.

Se simplifica la estructura de este mercado con el fin de conocer los equilibrios de la interacción estratégica de los operadores móviles. Suponemos que hay solo dos operadores móviles con redes, al que denominamos OMR A y B, más un operador móvil virtual (OMV o V). La secuencia de decisiones en este modelo consta de tres etapas: (i) el regulador de las telecomunicaciones elige los cargos de acceso entre los tres operadores para maximizar el bienestar social; (ii) los dos OMR deciden estratégicamente el precio que cobrarán, el que por simpleza supondremos que es lineal y está medido en pesos por minuto, mientras que el OMV cobra un precio igual a sus costos marginales; (iii) por último, los usuarios deciden a que operador suscribirse. Como todo modelo de interacción estratégica, su resolución es desde la última hasta la primera etapa.

Suponemos que los consumidores prefieren a un operador por sobre los otros dos de acuerdo con su “cercanía” con el servicio que ofrecen y con cuán costoso es adaptarse a esos servicios ofrecidos. Suponemos una masa continua y uniforme de usuarios entre 0 y 1, distribuidos en la periferia de un rombo, como muestra la figura N° 1.

● FIGURA N° 1. UBICACIÓN DE FIRMAS Y USUARIOS EN EL PLANO DE SUS PREFERENCIAS



Fuente: Elaboración propia.

Las firmas A y B se ubican en los puntos α (indistintamente γ) y β , γ de este rombo, respectivamente; mientras que la firma V se ubica en el punto α del rombo. Dicha ubicación es impuesta y se fundamenta en que si los precios de las tres firmas fueran iguales ($p_A = p_B = p_V$), cada OMR captaría un 45% del mercado y el OMV un 10%, lo que refleja adecuadamente para Chile la participación de mercado de los operadores móviles en la industria y la simetría entre los dos operadores más grandes. Los puntos α , β y γ de dicha figura revelan al usuario que se muestra indiferente a tomar los servicios de cualquiera de los operadores entre los que se encuentra; así α define la ubicación donde se encuentra el usuario que es indiferente entre suscribirse a la firma A o a la V.

Dicha figura también muestra un costo, que en la jerga de estos modelos se conoce como costo de transporte, t . Este costo mide la pérdida de utilidad de los usuarios por elegir a un operador móvil que difiere de sus preferencias “ideales”. A modo de ejemplo, el usuario ubicado en el punto β tendrá un costo extra a lo que paga de $t \cdot 0,2$ si elige al operador A (t veces la distancia entre A y su ubicación en β); mientras que tendrá un costo de $t \cdot 0,6$ si elige a B, por lo que solo elegirá a B si su precio es muy menor al de A.

Por último, suponemos que cada usuario se suscribe solo a un operador y sus preferencias son cuadráticas, por lo que las demandas por los servicios de telecomunicaciones móviles serán lineales respecto del precio; esto es, para cada firma i :

$$p_i = D - G \cdot q_i, \text{ para } i = A, B, \text{ y } V$$

donde p_i es el precio de un minuto de servicio móvil de la firma i ; D es la disposición máxima a pagar por minuto de los servicios móviles; y G es la variación de la disposición máxima a pagar por minuto respecto a los minutos utilizados. La función de utilidad indirecta de cada consumidor (su excedente neto) queda definida entonces de acuerdo con la firma a la que se suscriba; si es la firma i ⁶:

$$v(p_i) = \frac{1}{2 \cdot G} \cdot (D - p_i)^2, \text{ para } i = A, B \text{ y } V$$

⁶ Este y otros procedimientos matemáticos similares no se demuestran en este artículo. No obstante, pueden ser provistos por los autores a quien lo requiera.

Como α representa al usuario indiferente entre A y V, y muestra además su ubicación en el plano de preferencias descrito, las utilidades netas para este usuario, incluidos los costos de transporte, son iguales si se atiende con A o V:

$$\begin{aligned} v(p_A) - t \cdot \alpha &= v(p_V) - t \cdot [0,1 - \alpha] \\ \leftrightarrow \frac{1}{2 \cdot G} \cdot [D - p_A]^2 - t \cdot \alpha &= \frac{1}{2 \cdot G} \cdot [D - p_V]^2 - t \cdot [0,1 - \alpha] \end{aligned}$$

Luego de algo de álgebra, despejamos α . Al realizar igual procedimiento para β y γ se tiene entonces que:

$$\alpha = \frac{v(p_A)}{2 \cdot t} - \frac{v(p_V)}{2 \cdot t} + 0,05$$

$$\beta = \frac{v(p_V)}{2 \cdot t} - \frac{v(p_B)}{2 \cdot t} + 0,15$$

$$\gamma = \frac{v(p_B)}{2 \cdot t} - \frac{v(p_A)}{2 \cdot t} + 0,6$$

Las participaciones de mercado de los tres operadores móviles se obtienen de la masa de usuarios que cada uno sirve; es decir (se utiliza la misma letra que identifica a la firma con el supraíndice % para identificar su participación de mercado):

$$A^{\%} \equiv \alpha + [1 - \gamma] = 0,45 + \frac{1}{4 \cdot G \cdot t} \cdot \{2 \cdot [D - p_A]^2 - [D - p_B]^2 - [D - p_V]^2\}$$

$$B^{\%} \equiv [\gamma - \beta] = 0,45 + \frac{1}{4 \cdot G \cdot t} \cdot \{2 \cdot [D - p_B]^2 - [D - p_A]^2 - [D - p_V]^2\} \quad (*)$$

$$V^{\%} \equiv [\beta - \alpha] = 0,1 + \frac{1}{2 \cdot G \cdot t} \cdot \{2 \cdot [D - p_V]^2 - [D - p_A]^2 - [D - p_B]^2\}$$

Como las empresas de servicios móviles saben cómo decidirán los usuarios (conocen las ecuaciones anteriores), ellas deciden individual y simultáneamente el precio que maximiza sus beneficios. Solo por simpleza supondremos que cada operador móvil ofrece un solo servicio, telefonía, por lo que el precio queda definido en términos de minutos llamados.

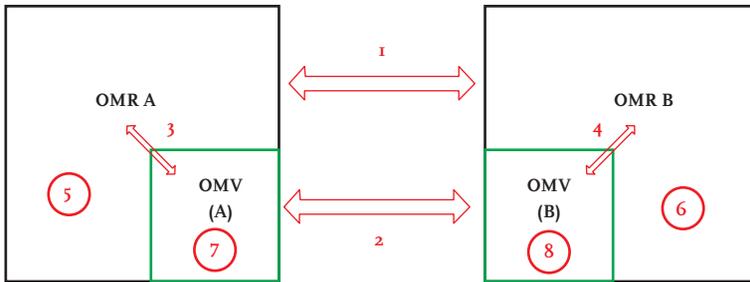
En cuanto a los costos de las empresas, suponemos que cada OMR enfrenta costos marginales constantes, c , por cada minuto de operación de la red, un costo fijo por usuario, f , y un costo hundido por su red, F . Asimismo, el OMV no tiene costos fijos ni hundidos, pero sí un costo marginal que es creciente, c' . Por último, en cuanto a costos, definimos c_0 como los costos en que incurre un OMR por cada llamada iniciada en su red o por cada llamada que termina en ella, al que llamamos por simpleza costo de interconexión.

En una primera etapa, el regulador fija los cargos de acceso. Estos son de dos tipos: a_R es el cargo de acceso que paga un OMR al otro OMR por minuto llamado desde la primera a la segunda red, siendo por lo tanto un cargo recíproco, y a_V es el cargo de acceso que paga el OMV a cualquier OMR por uso de su red, medido también en pesos por minuto⁷.

Suponemos que el OMV tiene contratos mayoristas con ambos OMR, en partes iguales. Este supuesto determina ocho tipos de conexiones diferentes cada vez que un usuario de servicio móvil hace un llamado, lo que se esquematiza en la figura N° 2. Las llamadas tipo 1 son las realizadas entre usuarios suscritos a cada OMR, A o B, por las que pagarán a la red receptora un cargo de acceso a_R . Las llamadas tipo 2 son las realizadas entre usuarios suscritos al OMV, pero que no pertenecen a la misma porción de red alquilada desde donde se inicia la llamada, por lo que la red anfitriona del que llama deberá también pagar al otro operador de red un cargo de acceso de a_R . Las llamadas tipo 3 y 4 son las realizadas entre usuarios suscritos a un OMR y usuarios del OMV que utiliza la misma red anfitriona, por lo que el OMV paga el cargo de acceso a_V . Por último, las llamadas tipos 5, 6, 7 y 8 son aquellas realizadas entre usuarios que pertenecen a la misma red (5 y 6 a cada OMR, y 7 y 8 a cada porción de red que arrienda el OMV), por lo que las llamadas tipo 5 y 6 no pagan cargo alguno, mientras que las llamadas tipo 7 y 8 obligan a que el OMV pague a la respectiva red anfitriona a_V .

⁷ Aun cuando el regulador chileno fija estos cargos de acceso en dos partes, una por uso y otra por minuto llamado, suponemos en este trabajo que estos cargos tienen la misma estructura al definirse por minuto llamado. Ello sin perjuicio de que, al analizar más adelante diferentes opciones de política, se suponga que una parte de los cargos de acceso del OMV es libremente pactada con el dueño de la red que utiliza (cargo de iniciar una llamada) y la otra parte es la regulada (cargo por terminar la llamada).

● FIGURA N° 2. TIPOS DE LLAMADOS, on-net Y off-net



Fuente: Elaboración propia.

Con toda esta información, es posible escribir los beneficios de la firma A como:

$$\begin{aligned} \pi_A = & A\% \cdot \{ [p_A - c] \cdot Q(p_A) - f \} + \left[\frac{I - A\% - B\%}{2} \right] \cdot \{ [a_V - 2c_o] \cdot Q(p_V) \} \\ & + A\% \cdot B\% \cdot [a_R - c_o] \cdot [Q(p_B) - Q(p_A)] \\ & + B\% \cdot \left[\frac{I - A\% - B\%}{2} \right] \cdot [a_R - c_o] \cdot [Q(p_B) - Q(p_V)] \\ & + A\% \cdot \left[\frac{I - A\% - B\%}{2} \right] \cdot [a_R - c_o] \cdot [Q(p_V) - Q(p_A)] - F \end{aligned}$$

Esta función de beneficios para A contiene cinco elementos: (i) los beneficios que obtiene al cobrar directamente a sus usuarios; (ii) los beneficios (o pérdidas) que obtiene por dar acceso a su red como anfitrión a la mitad de los clientes de V; (iii) los beneficios (o pérdidas) que le reporta el ingreso neto por las llamadas que sus usuarios hacen a clientes de B, respecto de lo que los clientes de esta firma hace a A; (iv) los beneficios (o pérdidas) producto de los pagos que recibe y hace por los llamados que hacen los clientes de B a V, y viceversa, en la red que el OMV le arrienda a A, y (v) los beneficios (o pérdidas) por el ingreso neto de los llamados entre sus usuarios a clientes de V ubicados en la red que el OMV le arrienda a B.

Debe notarse además que en dicha función aparecen los pagos por acceso netos de los respectivos costos. De este modo, en el caso de los cargos de acceso de una vía (a_V), estos son descontados por dos veces el costo de interconexión, es decir, un costo por iniciar y otro por terminar la llamada, y en el caso de los cargos de acceso por usar la red

del OMR rival (a_R), estos son descontados solo por el costo de iniciar la llamada, ya que el costo de terminarla es de la otra red.

En cuanto a los beneficios de las otras dos firmas, los de B son similares a los de A, producto de la simetría entre ellas; mientras que los beneficios del OMV son iguales a cero, pues hemos supuesto libre entrada para este tipo de operadores a esta industria. Así, V representa a un *fringe* competitivo de muchas firmas, con lo cual esta empresa fija su precio igual a sus costos marginales de operación; esto es, $p_V = a_V + c'$. Los beneficios del OMV son, por ende, iguales a $\pi_V = [1 - A\% - B\%] \cdot \{[p_V - a_V - c'] \cdot Q(p_V)\}$.

En consecuencia, cada OMR determina su precio maximizando sus beneficios, conjeturando el precio que cobrará el otro OMR y, a partir de estos precios, del precio que con certeza cobrará el OMV. Como hemos supuesto simetría acerca de A y B, entonces se encuentra que en equilibrio $p_A^* = p_B^* \equiv p^*$. La condición de primer orden que se obtiene al maximizar π_A entrega entonces el valor de p^* . Este precio está dado por aquel valor que hace a la siguiente expresión igual a cero, donde se han cancelado aquellos términos que se anulan en equilibrio, se ha utilizado la demanda lineal ya derivada y el efecto de un cambio en p_A sobre las diferentes participaciones de mercado dadas por el sistema de ecuaciones (*) y donde se ha expresado a la función $A\%$ como $A\%(D, G, t; p^*, p_V)$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi_A}{\partial p_A} = & \left[\frac{-(D - p^*)}{4 \cdot G \cdot t} \right] \cdot \left\{ [p^* - c] \cdot \left[\frac{D}{G} - \frac{1}{G} \cdot p^* \right] - f \right\} + A\%(D, G, t; p^*, p_V) \\ & \cdot \left\{ \frac{D}{G} - \frac{1}{G} \cdot p^* - [p^* - c] \cdot \frac{1}{G} \right\} \\ & + \frac{1}{2} \left[\frac{-3(D - p^*)}{4 \cdot G \cdot t} \right] \cdot \left\{ [a_V - 2c_0] \cdot \left[\frac{D}{G} - \frac{1}{G} \cdot [a_V + c'] \right] \right\} \\ & + [A\%(D, G, t; p^*, p_V)]^2 \cdot [a_R - c_0] \cdot \left[\frac{1}{G} \right] \quad (***) \\ & + \left[\frac{1 - 2 \cdot A\%(D, G, t; p^*, p_V)}{2} \right] \cdot [a_R - c_0] \cdot \frac{1}{G} \\ & \cdot \left\{ \left[\frac{-3 \cdot (D - p^*)}{4 \cdot G \cdot t} \right] \cdot [a_V + c' - p^*] + A\%(D, G, t; p^*, p_V) \right\} = 0 \end{aligned}$$

La expresión (**) solo está en función de los parámetros del modelo y de los cargos de acceso que debe fijar el regulador. Aunque no es posible obtener una expresión analítica para p^* , sí es posible calibrar los parámetros del modelo a partir de información pública y, luego, a través de simulaciones numéricas, determinar el o los valores de p^* que llevan a que dicha expresión sea igual a cero. Por ahora, solo suponemos que p^* existe y es una función $p^* = p^*(D, G, t, c, f, c_o, c'; a_v, a_R)$.

Finalmente, sabiendo cómo interactuarán estratégicamente las empresas en el mercado, el regulador determina los cargos de acceso (a_v, a_R) , de manera de maximizar el excedente total; es decir, como se trata de un regulador utilitarista, maximiza la suma de excedentes de todos los usuarios de servicios móviles más los beneficios que obtienen las firmas. En consecuencia, el problema del regulador es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{\{a_v, a_R\}} W &= v_A(p^*) + v_B(p^*) + v_V(a_v + c') \\ &+ \pi_A(p^*, a_v + c') + \pi_B(p^*, a_v + c') + \pi_V(a_v + c') \\ \text{sujeto a: } &\pi_A(p^*, a_v + c') \geq 0; \pi_B(p^*, a_v + c') \geq 0; \pi_V(a_v + c') \geq 0 \end{aligned}$$

4. Calibración de los parámetros del modelo

En primer lugar, los parámetros de demanda (D y G) se obtienen a partir de estimaciones recientes de la elasticidad propia de la demanda por servicios móviles. Los estudios tienen la gran ventaja de utilizar bases de datos que reflejan mejor el comportamiento más actual de los usuarios de servicios móviles. Dewenter y Haucap (2008) estiman un modelo de paneles dinámicos para Austria usando una base de datos de los precios cobrados por cada compañía. Estos autores encuentran que la elasticidad de largo plazo de la demanda de los clientes corporativos es de -0,74, mientras que la de los usuarios individuales de postpago es de -0,67 (ciertamente, las de clientes de prepago es muy menor). Un resultado muy similar es el reportado por Karacuka, Haucap y Heimeshoff (2011) para el mercado de telefonía móvil en Turquía, donde la elasticidad propia de largo plazo de la demanda de los clientes de postpago es de -0,72. Hausman y Ros (2013) utilizan una muestra de 17 países y 30 trimestres entre 2004 y 2011, encontrando que esta elasticidad se mueve en el largo plazo entre -0,48 y -0,59.

Con dicha información, se opta por utilizar una elasticidad de $-0,7$, más cercana a los primeros estudios mencionados cuyas bases de datos son más recientes. Tomando la definición de esta elasticidad y el hecho de que el parámetro G equivale al inverso del cambio marginal en los minutos llamados ante un cambio marginal en el precio, este sería $G = \frac{1}{0,7} \cdot \frac{p^0}{q^0}$ donde el supraíndice 0 corresponde al valor de inicio del precio y la cantidad de equilibrio. Igualmente, D corresponde a la disposición máxima a pagar por el servicio, la que sería $D = q^0 \cdot (1 + G)$. Los valores iniciales para q^0 son tomados de información de la Subtel para 2018, siendo $q^0 = 116$ el total de minutos llamados por línea, promedio mensual, en 2018, y $p^0 = 40$ es el ingreso promedio por minuto en igual periodo, suponiendo que la mitad de dichos ingresos es en voz y la otra mitad en datos. Con ello, se obtienen valores de $D = 173,14$ y $G = 0,4926$.

En cuanto a todos los parámetros de costos de los OMR, se optó por calibrarlos a partir de información existente, para luego sensibilizar dichos valores. En primer lugar, el costo marginal (c) se aproxima al valor por minuto promedio de la industria, que se extrae de multiplicar por p^0 la razón (*costos por ventas + 50% de los gastos en administración de las empresas móviles para 2018*) / *ingresos totales*. Se obtuvo así un costo promedio de 24,1 pesos chilenos por minuto. En segundo lugar, el costo fijo por llamada (f) se obtiene de multiplicar por p^0 la razón *50% de los gastos en administración de las empresas móviles para 2018 / ingresos totales*, resultando en 822 pesos chilenos por línea al mes. Por último, la inversión en infraestructura móvil (F) se obtiene de multiplicar por p^0 la razón *anualidad de la inversión / ingresos totales*, expandiendo dicho valor para inversiones consistentes con una empresa que tiene el 50% de las redes del mercado. Se obtiene un valor de 799 pesos chilenos mensuales de costo hundido por línea al mes.

El costo de transporte (t) se obtiene al minimizar el error cuadrático entre el valor inicial y el valor que entrega el modelo para el precio de los OMR, que usa el supraíndice $*$; es decir, t minimiza la expresión $\left(\frac{p^* - p^0}{p^0}\right)^2$. Con dichos supuestos, y usando variaciones de centenas entre 6 mil y 13 mil se determina que $t = 9.500$.

Finalmente, respecto del costo de interconexión, que equivale al costo de terminar una llamada, c_o , se utiliza el valor dado por Subtel

para el proceso tarifario 2019-2023, el que resulta del promedio ponderado de 0,0330 pesos chilenos por segundo para horario diurno normal, 0,0247 para horario diurno reducido y 0,0165 para horario nocturno. Se utiliza así el costo de 1,8 pesos chilenos por minuto.

Para el análisis de sensibilidad de las simulaciones con el modelo, separamos el análisis de sensibilizaciones de los parámetros t y c_0 , cuyos valores podrían ser más variables a otros modos de calibrarlos, de aquellos otros parámetros de costos de las empresas (c , f , F), que provienen de información financiera de estas. Por un lado, se calcula cómo cambian las variables endógenas del modelo ante diferentes valores de t , que va desde 7 mil a 12 mil pesos chilenos por cliente, manteniendo en su valor calibrado todos los demás parámetros del modelo, y para valores de c_0 que van desde 1,3 hasta 2,3 pesos chilenos por minuto. Se supone que los valores utilizados se distribuyen uniformemente en el respectivo intervalo. Por otro lado, se presume que cada parámetro exógeno de costos de las empresas (c , f , F) toma tres valores diferentes, donde el valor central corresponde al calibrado y tiene una probabilidad de 76,98%, mientras que cada uno de los valores extremos tiene una probabilidad de ocurrencia de 11,51%. De esta manera simple, dichas probabilidades buscan emular tres valores consistentes con una distribución normal con media en el parámetro calibrado y dos valores extremos que capturan el 33% de las colas de una hipotética distribución normal.

En cuanto a la función de costos del OMV, por no disponerse de información alguna al respecto, pero entendiendo que: (i) esta debe ser creciente de modo de capturar las deseconomías propias de empresas que no incurren en costos fijos de entrada y (ii) hacer más costosa la operación del OMV conforme esta crezca, de modo que el cliente indiferente esté siempre ubicado entre el OMV y el respectivo OMR, se supuso que la función de costos del OMV es $c' = c \cdot \{1 + [V\% - 0,1]\}^3$. Así, estos costos son iguales a los de los OMR para una participación de mercado del OMV de 5%, y teniendo en cuenta que si $c = 24,1$, se tiene que c' toma los valores de 27,9, 32,1 y 36,7 pesos chilenos por minuto para $V\%$ de 10%, 15% y 20%, respectivamente.

A modo de resumen, la tabla N° 2 entrega los valores calibrados para todos los parámetros del modelo que se usarán en las simulaciones siguientes.

● TABLA N° 2. VALORES DE PARÁMETROS CALIBRADOS EN CH\$ POR MINUTO

PARÁMETRO	ELASTICIDAD PROPIA	PRECIO INICIAL p_0	CANTIDAD INICIAL q_0	COSTO MARGINAL c	COSTO FIJO f	COSTO HUNDIDO F	COSTO TRANSPORTE t	COSTO INTERCONEXIÓN c_0
Valor calibrado	0,7	40	116	24,1	822	799	9,500	1,8
Distribución	--	--	--	Normal	Normal	Normal	Uniforme	Uniforme
Valor inferior				26,5	740	719	7.000	1,3
Valor superior				21,7	904	879	12.000	2,3

Fuente: Elaboración propia.

5. Simulación base y opciones de política

Las simulaciones⁸ del modelo descrito en la sección 3 fueron hechas para un intervalo de cargos de acceso entre OMR, a_R , que va desde -1,8 a +2,475 pesos chilenos por minuto. Para ello, se consideró desde el extremo de tener cargos de acceso mayores en un 27,5% al costo de proveerlo (1,8 pesos chilenos por minuto), al caso ciertamente también extremo en que es la red anfitriona la que paga por el uso de su red a quien la utiliza el equivalente a una vez lo que le cuesta proveer dicho acceso. Los saltos son de 0,225 pesos chilenos por minuto, por lo que se consideran 20 posibles valores para a_R . En cuanto a los cargos de acceso que debe pagar un OMV por usar la red de un OMR, a_V , se utiliza un intervalo que va desde 0 a +3,8 pesos chilenos por minuto. Así, se toma en un extremo el caso en que la red anfitriona no cobra nada por el uso de su red, ya sea para iniciar o terminar una llamada, hasta el otro extremo, en que ella cobra un 10% más que la suma de ambos costos. Los saltos considerados son de 0,2 pesos chilenos por minuto, por lo que se consideran 20 posibles valores para a_V . En consecuencia, para este escenario base, es decir, el que usa los parámetros calibrados expuestos en la tabla N° 2, se simularon 400 combinaciones de ambos cargos de acceso para los valores de calibración de los parámetros del modelo.

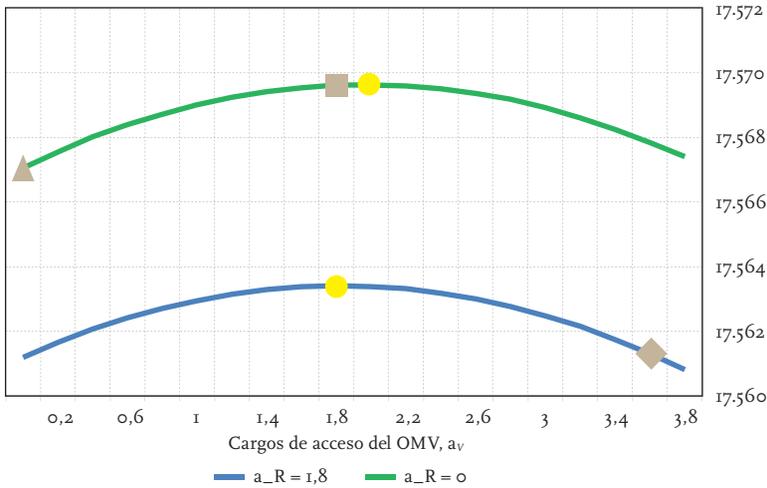
⁸ Todas las simulaciones que siguen fueron hechas utilizando el software Matlab y se estableció como criterio de convergencia una diferencia porcentual entre el valor simulado para el precio de equilibrio de los OMR en la etapa t y el simulado en la etapa $t - 1$ menor a una millonésima.

5.1 Política óptima contra cargos de acceso a costos marginales

Un primer resultado que surge de estas simulaciones es que la política óptima que maximiza el bienestar de consumidores y productores es aquella que minimiza el cargo de acceso entre OMR. En efecto, el bienestar total cae conforme a_R crece. La razón para este resultado es que como los OMR tienen poder de mercado y extraen rentas de los consumidores, es óptimo para el regulador utilitarista fijar los cargos de acceso entre OMR al valor más bajo posible, incluso si dicho cargo de acceso fuera negativo. Con dicho cargo de acceso, que es un dato para las empresas cuando estas deben fijar su precio, el regulador logra que ellas compitan más fieramente y reduzcan el precio que cobran.

La pregunta es por qué entonces no fijar a_R más bajo aún, de modo de seguir maximizando el bienestar global. Hay dos razones para no hacerlo. La primera es que debe imponerse la condición de que las empresas de telecomunicaciones que proveen las redes de acceso deben autofinanciarse, de modo que tengan incentivos a invertir en dichas redes. La segunda razón es de economía política, pues resulta impracticable que una red anfitriona no solo deje que un rival use sus instalaciones, sino que además se le obligue a que le pague por dicho uso. Conforme a esto, se propone el escenario de política óptima que llamamos “escenario de máximo bienestar restringido”, pues fija el cargo de acceso entre OMR en cero.

El gráfico N° 4 muestra los resultados encontrados para este escenario base. Se observa en dicho gráfico que el bienestar para esta última política (línea verde) se maximiza cuando el cargo de acceso para el OMV es de 2 pesos chilenos por minuto. Los precios que cobran las empresas son $p^* = 39,4$ y $p_V = 36,7$ pesos chilenos por minuto y el bienestar total máximo para este escenario alcanza a 17.569,64 pesos chilenos por usuario al mes.

● GRÁFICO N° 4. BIENESTAR TOTAL PARA ESCENARIOS DE POLÍTICAS ALTERNATIVAS, POR a_v 

Fuente: Elaboración propia.

La política de tarifificar todos los cargos de acceso a costo marginal, esto es $a_v = 3,6$ y $a_R = 1,8$, aparece reflejada en el gráfico anterior como un rombo sobre la línea azul, abajo y a la derecha. Siendo $c_o = 1,8$, un OMV que inicia y termina llamadas en una red genera costos marginales en su red anfitriona de dos veces el costo de interconexión, mientras que un OMR solo genera el costo de terminar la llamada en su red competidora. La importancia de esta política es que ella debería reflejar, solo en el mejor caso, la situación actual del mercado de telefonía móvil en Chile. En efecto, si el OMV tuviera todo el costo de negociación para determinar cuánto paga al OMR anfitrión por usar su red, pagaría solo el costo de iniciar la llamada, esto es 1,8 pesos chilenos por minuto. En la práctica, un OMV paga más que eso, por lo cual nuestra política de costo marginal es un límite superior —en términos del bienestar agregado que entrega— a la verdadera política de costo marginal implementada en el país.

Atendido este supuesto, el rombo ubicado sobre la línea azul y en $a_v = 3,6$ muestra el bienestar total que produce dicha política, que alcanza a 17.561,31 pesos chilenos por usuario al mes. Los OMR alcanzan un 41,5% de participación de mercado cada uno y el OMV un 17%, y los precios de equilibrio son $p^* = 40,0$ y $p_v = 37,5$ pesos chilenos por minuto. Esta política genera una pérdida en eficiencia, respecto del *benchmark* (política

óptima restringida), de 2.513 millones de pesos chilenos anuales, es decir casi 3,5 millones de dólares para toda la industria. Con esta política, los consumidores son los más perjudicados, al pagar entre 0,6 y 0,8 pesos chilenos por minuto adicionales por el servicio, lo que representa una pérdida de bienestar para ellos de 54.091 millones de pesos chilenos al mes; mientras que los OMR son las más beneficiadas al aumentar sus rentas en 51.579 millones de pesos chilenos al mes, esto es un 21% por encima de sus ganancias en el *benchmark*.

5.2 Políticas alternativas en la práctica

Una política alternativa posible es dejar que cada empresa cobre a sus propios clientes y no pague por los costos de terminación de llamadas. En este sentido, es claro que $a_R = 0$. Suponemos para este caso, sin embargo, que el OMV paga a su red anfitriona un cargo de acceso por iniciar una llamada igual a su costo marginal de 1,8 pesos chilenos por minuto, con lo cual esta política se encuentra representada por el cuadrado sobre la línea verde del gráfico anterior. El bienestar agregado es de 17.569,62 pesos chilenos por usuario al mes, muy cerca de la política óptima restringida que, como vimos, entrega un bienestar marginalmente mayor. Con esta política de no cobrar por la terminación de llamadas, pero fijando el cargo de acceso que paga el OMV por iniciarlas en su costo marginal ($a_V = 1,8$), cada OMR obtiene una participación de mercado de 41% y el OMV un 18%, con precios de equilibrio de $p^* = 39,3$ y $p_V = 36,6$ pesos chilenos por minuto.

Se infiere entonces que esta política produce una ineficiencia muy menor, la que alcanza a nivel de toda la industria a 5,19 millones de pesos chilenos anuales o 7.212 dólares. Respecto del *benchmark*, esta política beneficia a los consumidores en 6,28 millones de pesos chilenos anuales y perjudica a los OMR en 6,83 millones de pesos chilenos anuales, es decir, en un 2,6% de sus ganancias.

Una segunda política alternativa, posible de implementar en la práctica, es una estrategia de *bill & keep* puro, donde no hay cargo alguno por usar la red de un rival, sea anfitrión para un OMV o un operador con redes diferente a donde se origina la llamada. En otras palabras, $a_V = a_R = 0$. Este caso se destaca con el triángulo sobre la línea verde en el gráfico N° 4. Con esta política, ciertamente la más

simple de implementar en la práctica, el bienestar agregado es de 17.567,07 pesos chilenos por usuario al mes, cada OMR obtiene una participación de mercado de 40,5% y el OMV un 19,5%, donde los precios de equilibrio son $p^* = 38,7$ y $p_v = 35,6$ pesos chilenos por minuto. Esta política produce una ineficiencia de 776 millones de pesos chilenos anuales, poco más de 1 millón de dólares para toda la industria al tipo de cambio utilizado. Su mayor impacto económico es generar una reducción de un 26% en los beneficios de los OMR respecto de la política óptima restringida, perjudicándolos en 64 mil millones de pesos chilenos anuales; como contrapartida, esta política beneficia a los consumidores en 63,2 mil millones de pesos chilenos anuales.

5.3. Resumen y conclusiones de la simulación base

La tabla N° 3 resume los resultados para todas las políticas analizadas, así como para el *benchmark* que hemos llamado “escenario de máximo bienestar restringido”. Esta tabla muestra que, en todos los escenarios, el 95% del bienestar agregado corresponde a excedente de los consumidores, lo que es correcto tratándose de una industria regulada. En el *benchmark*, los consumidores obtienen un 96% de los excedentes globales, dos puntos porcentuales por sobre la política de fijar los cargos de acceso a costos marginales. Las dos opciones de política entregan mayores beneficios a los consumidores, siendo solo marginalmente superiores en la política en que no se pagan los costos de terminación de llamadas; mientras que la política de *bill & keep* puro deja el 97% de todos los excedentes en manos de los consumidores.

Los resultados de estas simulaciones permiten concluir que la opción de tarifificar los cargos de acceso a costo marginal produce una pérdida de eficiencia de 0,05% respecto del *benchmark*. Para tener un orden de magnitud más claro, exponemos estas diferencias a nivel anual y para toda la industria. Esta ineficiencia equivale a aproximadamente 3,5 millones de dólares anuales. Tal ineficiencia es explicada por la caída del excedente de los consumidores en 76,1 millones de dólares anuales y mitigada por mayores excedentes de cada OMR de 36,3 millones de dólares anuales cada uno. En otras palabras, se trata de una política muy cara para los consumidores, pues deja rentas excesivas en manos de los principales operadores móviles del país.

● TABLA N° 3. RESULTADOS PARA POLÍTICAS ALTERNATIVAS, SIMULACIÓN PARA ESCENARIO BASE

ESCENARIO DE POLÍTICA	a_v	a_R	p^*	p_V	$A^* = B^*$	BENEFICIOS TOTALES	EXCEDENTE CONSUMIDOR	BIENESTAR AGREGADO
Max bienestar restringido	2,0	0,0	39,4	36,7	41,1%	815	16.755	17.569,63
Costo marginal	3,6	1,8	40,0	37,5	41,5%	985	16.576	17.561,32
Cargos de terminación = 0	1,8	0,0	39,3	36,6	41,0%	794	16.776	17.569,62
<i>Bill & keep</i> puro	0,0	0,0	38,7	35,6	40,5%	603	16.964	17.567,07

Nota: Precios en Ch\$ por minuto; excedentes en Ch\$ por usuario al mes.

Fuente: Elaboración propia.

Opuesto a este resultado está la política de *bill & keep* puro, la que genera una ineficiencia de 0,01% o, expresado en dólares para toda la industria, equivale a 1,1 millones de dólares anuales. Con esta política, los consumidores ganan 86,9 millones de dólares anuales respecto del *benchmark* y los OMR sufren una menor ganancia de 44 millones de dólares anuales cada uno. Ello significa que, por un lado, esta política simple entrega el mayor excedente para los consumidores pero, por otro lado, el peso de esta política debe ser soportada por las empresas que han invertido en redes de servicios móviles. Esto conlleva el riesgo de ineficiencia dinámica, al desincentivar las inversiones en redes de telecomunicaciones.

Finalmente, se tiene la política de cargos de terminación nulos, la que produce una ineficiencia de 0,0001% comparado al *benchmark*, equivalente a 9 mil dólares anuales para toda la industria. Con esta política, los consumidores obtienen una ganancia global anual de 7,8 millones de dólares anuales y cada OMR sufre una menor ganancia de 3,9 millones de dólares anuales.

Todo proceso regulatorio tiene costos, que son crecientes a la complejidad de la política regulatoria que se siga. En consecuencia, son pertinentes tres consecuencias de políticas que surgen a partir de estas simulaciones: (i) fijar los cargos de acceso entre OMR y el costo de iniciar llamadas por parte del OMV en su costo marginal es una política bastante ineficiente y perjudicial para los consumidores; (ii) dejar libre la negociación de los cargos de acceso por iniciar llamadas desde un OMV es aún menos recomendable, ya que se corre el riesgo de abuso del poder de mercado de cada OMR que redundaría

en pérdidas de eficiencia significativas, las que ya son elevadas si se cobra el piso que es el costo marginal de iniciar una llamada; (iii) una mejor opción de política es solo fijar el cargo de acceso que debe pagar el OMV por el acceso a las redes de los OMR que le arrienden red, fijando a priori todo cargo de acceso por terminar llamadas en cero, y (iv) fijar una política de *bill & keep* puro, que si bien es una política en extremo simple, no es recomendable, porque produce ineficiencias de magnitud relevantes y, además, pone en riesgo el financiamiento de las inversiones en redes que realizan los OMR.

6. Análisis de sensibilidad y robustez de los resultados

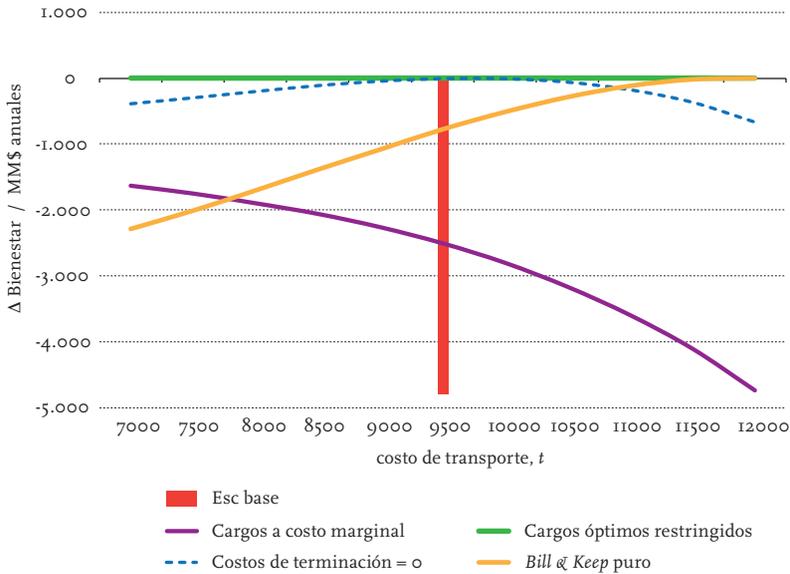
¿Son robustos los resultados encontrados? Puede haber una duda razonable por cuanto se han seguido diferentes procedimientos de calibración para los costos de transporte, los de interconexión y los costos fijos, hundidos y variables de las empresas. En efecto, el costo de transporte fue calibrado a partir de minimizar una función de pérdida entre precios de equilibrio y sus valores iniciales; el costo de interconexión equivale al determinado por el regulador, y los costos de las empresas se extraen de sus estados financieros. Suponemos en esta sección que los demás parámetros permanecen en su valor base calibrado y hacemos análisis de sensibilidad para estos parámetros.

6.1 Simulaciones para el costo de transporte

El gráfico N° 5 muestra los diferentes valores simulados para el bienestar agregado en las cuatro políticas analizadas. Se aprecia que aun cuando el costo de transporte varía en un 53%, entre su valor mayor y menor, el bienestar agregado simulado de estas políticas solo cambia a lo más en un 8,6%. Esto muestra que, de haber errores en el costo de transporte utilizado respecto de su verdadero valor, los efectos sobre el bienestar serían menores. Este gráfico muestra, además, que en general la política de fijar los cargos de terminación de llamadas en cero es la más cercana a la de máximo bienestar restringido. Solo para valores muy elevados del costo de transporte sería preferible una política de *bill & keep* puro, que entregaría los mismos valores de equilibrio que el *benchmark*. La razón es que, para costos de transporte muy elevados,

cada operador tendría un altísimo poder de mercado y sus clientes estarían prácticamente cautivos, por lo que, en dichos casos, una política óptima indicaría fijar todos los cargos de terminación en cero; es decir, igual que con una política de *bill & keep* puro.

● GRÁFICO N° 5. INEFICIENCIAS A NIVEL DE LA INDUSTRIA PARA CADA POLÍTICA ALTERNATIVA, POR t



Fuente: Elaboración propia.

Nuevamente, la conclusión más importante que deriva de estas simulaciones es que la política de tarificar los cargos de acceso a costo marginal está lejos de la política óptima, siendo siempre superada por aquella que fija solo el cargo de iniciar una llamada en su costo y fija los costos de terminación de llamadas en cero.

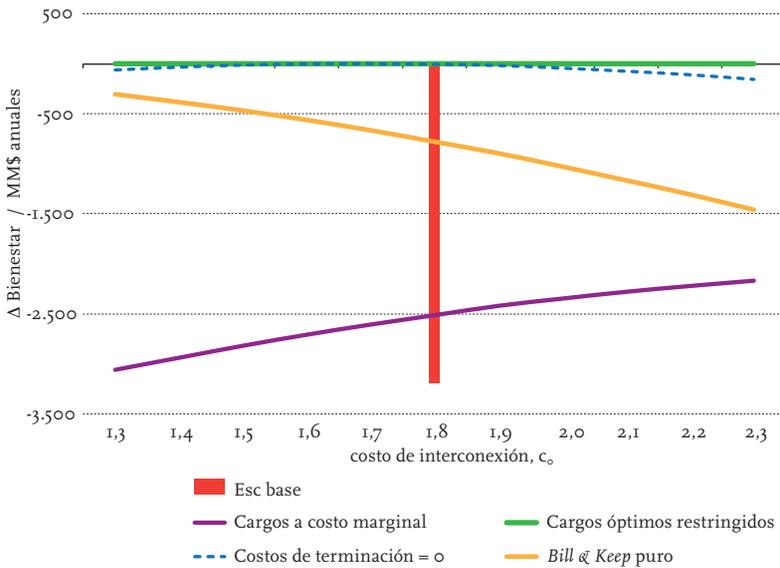
6.2 Simulaciones para el costo de interconexión

El gráfico N° 6 muestra los resultados de las simulaciones para el bienestar agregado en las cuatro políticas analizadas, cuando el costo de interconexión varía desde 1,3 a 2,3 pesos chilenos por minuto⁹. Se aprecia que aun cuando este costo varía en un 55%, entre su valor

⁹ Se hace notar que, de acuerdo con nuestro modelo, este costo de interconexión es igual al costo marginal de iniciar y de terminar una llamada.

mayor y menor, el bienestar agregado en todas las políticas solo cambia a lo más en un 0,1%, dando cuenta de la robustez de nuestros resultados. Asimismo, la política de fijar los cargos de terminación de llamadas en cero es la más cercana a la de máximo bienestar restringido.

● GRÁFICO N° 6. INEFICIENCIAS A NIVEL DE LA INDUSTRIA PARA CADA POLÍTICA ALTERNATIVA, POR c_0



Fuente: Elaboración propia.

Una vez más, la conclusión más importante que se deriva de estas simulaciones es que la política de tarifificar los cargos de terminación de llamadas en cero es la más cercana a aquella que maximiza el bienestar total restringido. En el otro extremo, la política que tarififica los cargos de acceso a costo marginal es la más ineficiente de todas las analizadas.

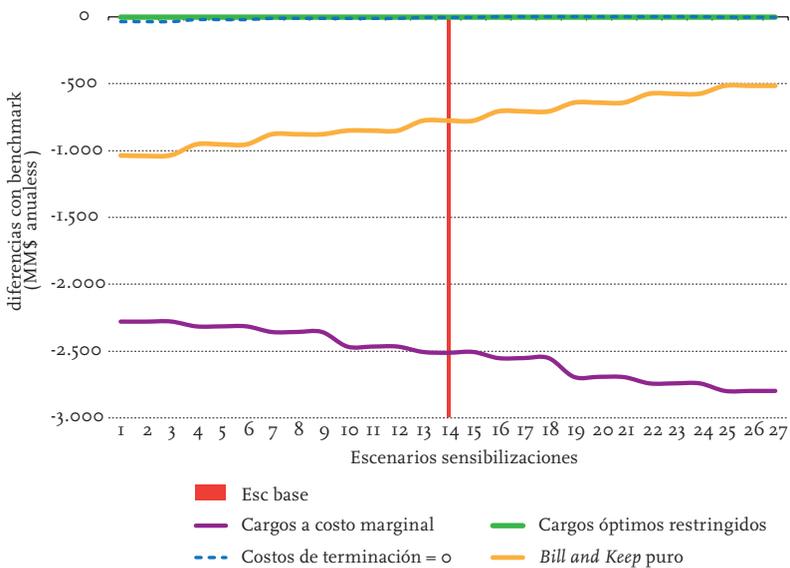
6.3 Simulaciones para los costos de las empresas móviles

Los parámetros de costos de los OMR provienen de los estados financieros de las tres mayores empresas móviles para 2018. Como esta información pública podría estar contaminada por negocios diferentes al de servicios móviles, se sensibilizan el costo marginal, los costos fijos por cliente y los costos hundidos en redes de estas empresas. Se

supone que cada parámetro del vector (c, f, F) toma tres valores diferentes, donde el valor central corresponde al calibrado y tiene una probabilidad de 76,98%, mientras que cada uno de los valores extremos tiene una probabilidad de ocurrencia de 11,51%¹⁰.

El gráfico N° 7 muestra que el principal resultado de la sección 5 es robusto, en cuanto a que la política simple de fijar los cargos de terminación de llamadas en cero (línea discontinua azul) es la mejor de las tres opciones de política regulatoria, siendo la de fijarlos en sus costos marginales la peor opción posible dentro de las tres alternativas estudiadas.

● GRÁFICO N° 7. CAMBIO EN BIENESTAR TOTAL, 27 ESCENARIOS DE COSTOS DE OMR (a nivel de la industria, millones de dólares anuales)



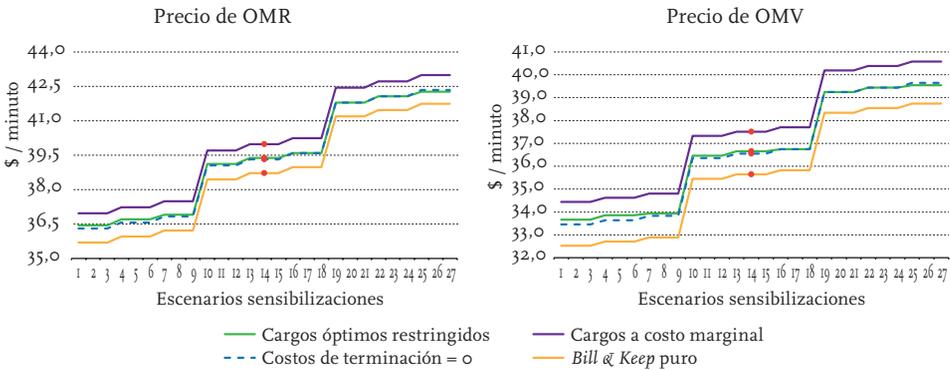
Fuente: Elaboración propia.

Las demás variables muestran un resultado similar al del escenario base, muy consistentes con lo observado para el bienestar total. El gráfico N° 8 muestra la evolución de los precios simulados para los

¹⁰ Se pretende así imitar a una distribución normal con media en el parámetro calibrado y dos valores extremos que capturan cada uno el 33% de esta hipotética distribución. Las tablas completas con los resultados de equilibrio de las simulaciones de estas políticas para los 27 escenarios se pueden solicitar a los autores.

27 escenarios, tanto para el precio que cobran en equilibrio los OMR como el OMV. En efecto, sistemáticamente, los precios más altos se obtienen con la política de tarificación de los cargos de acceso a costo marginal y los más bajos se encuentran con la política de *bill & keep* puro. Lo más relevante es que, nuevamente, la política de cargos de terminación iguales a cero (y cargos al OMV por iniciar llamadas iguales a su costo marginal) muestra precios prácticamente iguales a los de una política óptima de cargos de acceso para todos los escenarios simulados.

● GRÁFICO N° 8. CAMBIO EN PRECIOS DE EQUILIBRIO, 27 ESCENARIOS DE COSTOS DE OMR



Nota: En círculo rojo los respectivos precios para el escenario base.
Fuente: Elaboración propia.

Se deduce de los resultados anteriores que los OMR se ven altamente beneficiados con una política como la que, en la actualidad, se aplica en Chile; mientras que el caso opuesto es el de la política de *bill & keep* puro, donde los usuarios son los más beneficiados a costa de los OMR. En consecuencia, la política de cargos de terminación iguales a cero es para todos los escenarios la más cercana a la de máximo bienestar restringido. La tabla N° 4 resume los valores simulados, promedios ponderados, para los 27 escenarios en las cuatro políticas analizadas. Se aprecian diferencias muy menores respecto de aquellos resultados de las simulaciones para el escenario base reportadas en la tabla N° 3 de este artículo.

● TABLA N° 4. RESULTADOS PARA POLÍTICAS ALTERNATIVAS, PROMEDIOS PONDERADOS PARA 27 ESCENARIOS DE COSTOS DE LOS OMR

ESCENARIO DE POLÍTICA	a_v	a_R	p^*	p_v	$A^* = B^*$	BENEFICIOS TOTALES	EXCEDENTE CONSUMIDOR	BIENESTAR AGREGADO
Max bienestar restringido	1,98	0,0	39,4	36,6	41,1%	812	16.759	17.571,17
Costo marginal	3,6	1,8	40,0	37,5	41,5%	984	16.578	17.562,85
Cargo de terminación = 0	1,8	0,0	39,3	36,6	41,0%	794	16.778	17.571,15
<i>Bill & keep</i> puro	0,0	0,0	38,7	35,6	40,5%	602	16.966	17.568,61

Nota: Precios en Ch\$ por minuto; excedentes en Ch\$ por usuario al mes.

Fuente: Elaboración propia.

7. Conclusiones

Este trabajo simula los equilibrios en precios, participaciones de mercado e impactos en bienestar de tres políticas alternativas para la fijación de los cargos de acceso en telecomunicaciones. A pesar de tratarse de un ejercicio de simulación que usa un modelo simplificado de la realidad, los resultados encontrados son robustos y pueden resumirse en los siguientes cuatro hallazgos.

Al imponer dos condiciones que viabilizan la política de cargos de acceso —que ella no produzca pérdidas en los OMR y que no obligue a estas empresas a pagar a quienes usan su red—, se determina la política óptima (restringida) que sirve de *benchmark* para las políticas alternativas que se evalúan en este trabajo. Este *benchmark* consiste en fijar los cargos de terminación de llamadas entre OMR en cero y el cargo de acceso que debe pagar al OMV en 2 pesos chilenos por minuto. Este último cargo si bien es menor que el costo marginal que el OMV les genera a los OMR (3,6 pesos chilenos por minuto), está por encima del costo marginal de iniciar una llamada, que es de 1,8 pesos chilenos.

Es necesario destacar que este resultado de cargos óptimos de terminación de llamadas iguales a cero se explica por el elevado poder de mercado que ostentan los OMR en Chile. El regulador, sabiendo cómo compiten los operadores móviles, busca reducir este poder de mercado bajando lo más posible estos cargos, de modo que las empresas, al competir, fijarán precios más bajos. En este sentido, la política

de cargos de acceso óptimos se vuelve una política procompetitiva que beneficia indirectamente a los consumidores de servicios móviles.

Al comparar la política de tarificación que fija estos cargos de acceso en sus costos marginales (1,8 pesos chilenos por minuto entre OMR y 3,6 pesos chilenos por minuto para el OMV por iniciar y terminar una llamada) —que es el caso más benévolo posible de la actual política aplicada en Chile— con la política óptima restringida o *benchmark*, se encuentra que fijar los cargos de acceso a costo marginal es la peor opción de todas las políticas analizadas. Esta política produce una pérdida en eficiencia en asignación de recursos que alcanza a los 3,5 millones de dólares anuales. Estos resultados suponen que el OMV tiene todo el poder en la negociación ante los OMR al determinar los cargos que estos últimos le cobrarán por iniciar una llamada, por lo que así lograría que dicho pago sea igual a su costo. La realidad en Chile es diferente y, en consecuencia, puede razonablemente inferirse que la actual política de cargos de acceso seguida en el país es aún más ineficiente que la encontrada en este artículo.

La opción de fijar los cargos de terminación de llamadas en cero y fijar el cargo que debe pagar el OMV en el costo marginal de iniciar una llamada (1,8 pesos chilenos por minuto) es más simple que la opción que maximiza el bienestar, ya que no requiere determinar el cargo a_v óptimo y casi no genera ineficiencias (las que alcanzan a 9 mil dólares anuales para toda la industria). Adicionalmente, es posible inferir que si se dejara contratar libremente los cargos de iniciar llamadas al OMV, se correría un riesgo menor en este caso, ya que el efecto de un mayor cargo de iniciar una llamada para el OMV nos aleja poco de la máxima eficiencia restringida. De hecho, incluso si este cargo llegara a duplicar su costo, es decir, si se cobrara 3,6 pesos chilenos por minuto por solo iniciar una llamada, esta política sería una mejor opción en términos de bienestar que las otras dos opciones de política revisadas en este trabajo.

Una última opción de política analizada es la de *bill & keep* puro, donde todos los cargos de acceso se fijan en cero, sea de inicio o de término de una llamada. Sus resultados en términos de bienestar son intermedios respecto de las otras dos políticas: entrega un mayor bienestar que fijar dichos cargos a costo marginal, pero es peor que

la política de fijar los cargos de terminación de llamadas en cero. Esta política de *bill & keep* puro reduce en un 26% en promedio las ganancias de las empresas operadoras con redes, siendo significativamente más elevada aun esta caída para los escenarios de mayores costos. En tal sentido, consideramos que esta política pondría en riesgo las inversiones en la industria y, por lo tanto, no es recomendable implementarla.

Una futura investigación es deseable para conocer cuán robustos son los resultados encontrados en este artículo, principalmente en cuanto a la estructura de demandas que se han supuesto y los métodos de calibración usados. Con todo, la recomendación de política que surge de esta investigación es en sí bastante clara y sólida, sustentada además por la evidencia comparada, que muestra las ventajas de reducir los cargos de acceso por terminación de llamadas en países como Chile, donde la regulación ha impuesto la política de “quien llama, paga” a nivel de precios a usuarios móviles. En este trabajo, se recomienda abandonar la política de fijar los cargos de terminación de llamadas en Chile de acuerdo con su costo marginal, dejándolas en cero. Asimismo, se recomienda abandonar la política de que cada OMV negocie con los OMR el cargo por iniciar llamadas en su red, fijándolos iguales al costo marginal de iniciar una llamada.

Finalmente, una nota de precaución. Es razonable plantearse la utilidad de estas recomendaciones de política, teniendo en cuenta dos hechos. Por un lado, los cambios tecnológicos han llevado a que los costos de inicio y terminación de llamadas se acerquen rápidamente a cero (como se muestra en el gráfico N° 3), lo cual reduce la diferencia entre las tres políticas analizadas. Por otro lado, y quizás más significativo aún, la competencia entre empresas móviles es, en lo sustancial, paquetizada, lo que incluye no solo voz, sino el servicio cada vez más importante de transferencia de datos. En la medida que la transferencia de datos pase a ser el servicio líder que demandan los usuarios móviles, se debe replantear el modelo, ya que en este caso el tráfico es unidireccional desde los proveedores de contenidos a los usuarios, lo que podría cambiar las conclusiones y replantear el tipo de regulación de cargos de acceso en esta industria.

BIBLIOGRAFÍA

- Agostini, C., Willington, M. y Saavedra, E. 2021. The Ban of *Off-net/On-net* Price Discrimination in Chile. *Journal of Competition Law & Economics* 17(1), 238-62.
- Armstrong, M. 1998. Network Interconnection in Telecommunications. *The Economic Journal* 108, 545-64.
- Armstrong, M., Doyle, C. y Vickers, J. 1996. The Access-Pricing Problem: a Synthesis. *The Journal of Industrial Economics* 44(2), 131-50.
- Armstrong, M. y Wright, J. 2009. Mobile Call Termination. *The Economic Journal* 119(538), F270-F307.
- Basaure, A., Marianov, V. y Paredes, R. 2015. Implications of Dynamic Spectrum Management for Regulation. *Telecommunications Policy* 39(7), 563-79.
- Berger, U. 2005. Bill-and-Keep vs. Cost-Based Access Pricing Revisited. *Economics Letters* 86(1), 107-12.
- Calzada, J. y Valletti, T. 2008. Network Competition and Entry Deterrence. *The Economic Journal* 118(531), 1223-44.
- Dessein, W. 2003. Network Competition in Nonlinear Pricing. *RAND Journal of Economics* 34(4), 593-611.
- Dewenter, R. y Haucap, J. 2008. Demand Elasticities for Mobile Telecommunications in Austria. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik* 228(1), 49-63.
- Gabrielsen, T. y Vagstad, S. 2008. Why is *On-net* Traffic Cheaper than *Off-net* Traffic? Access Markup as a Collusive Device. *European Economic Review* (52), 99-115.
- Genakos, C. y Valletti, T. 2015. Evaluating a Decade of Mobile Termination Rate Regulation. *The Economic Journal* 125(586), F31-F48.
- Hahn, J. 2004. Nonlinear Pricing of Telecommunications with Call and Network Externalities. *International Journal of Industrial Organization* 21(7), 949-67.
- Harbord, D. y Pagnozzi, M. 2010. Network-based Price Discrimination and 'Bill and Keep' vs. 'Cost-based' Regulation of Mobile Termination Rates. *Review of Network Economics* 9(1), article 1.
- Hausman, J. y Ros, A. 2013. An Econometric Assessment of Telecommunications Prices and Consumer Surplus in Mexico Using Panel Data. *Journal of Regulatory Economics* 43(3), 284-304.
- Hoernig, S., Inderst, R. y Valletti, T. 2014. Calling Circles: Network Competition with Nonuniform Calling Patterns. *Rand Journal of Economics* 45(1), 155-75.
- Hurkens, S. y López, A. 2014. Mobile Termination, Network Externalities and Consumer Expectations. *The Economic Journal* 124(579), 1005-39.
- Hurkens, S. y López, A. 2021. Mobile Termination Rates and Retail Regimes in Europe and the US: a Unified Theory of CPP and RPP. *Information Economics and Policy* 56, article 100915.
- Karacuka, M., Haucap, J. y Heimeshoff, U. 2011. Competition in Turkish Mobile Telecommunications Markets: Price Elasticities and Network Substitution. *Telecommunications Policy* 35(2), 202-10.
- Laffont, J. J. y Tirole, J. 1994. Access Pricing and Competition. *European Economic Review* 38(9), 1673-710.
- Laffont, J. J., Rey, P. y Tirole, J. 1998a. Network Competition: I. Overview and Nondiscriminatory Pricing. *Rand Journal of Economics* 29(1), 1-37.
- Laffont, J. J., Rey, P. y Tirole, J. 1998b. Network Competition: II. Price Discrimination. *Rand Journal of Economics* 29(1), 38-56.

- López, A. y Rey, P. 2016. Foreclosing Competition through High Access Charges and Price Discrimination. *The Journal of Industrial Economics* 64(3), 436-65.
- New Zealand Commerce Commission. 2003. *Review of Price Elasticities of Demand for Fixed Line and Mobile Telecommunications*. Wellington: New Zealand Commerce Commission.
- Peitz, M. 2003. On Access Pricing in Telecoms: Theory and European Practice. *Telecommunications Policy* 27(10-11), 729-40.
- Rojas, C. 2015. The Welfare Effects of Banning *Off-net/On-net* Price Differentials in the Mobile Sector. *Telecommunications Policy* 39(7), 590-607
- Valetti, T. y Cambini, C. 2005. Investments and Network Competition. *RAND Journal of Economics* 36(2), 446-68.