La Desagregación del Bucle Local. Un enfoque de Largo Plazo

Rebeca Escobar Briones[1]
Centro de Estudios del IFT[2]

Resumen: Estudios diversos sugieren que el desarrollo de las telecomunicaciones y de los servicios de banda ancha de internet son un factor fundamental en el crecimiento y la productividad. Por ello, los gobiernos se han preocupado por promover la penetración de esos servicios, recurriendo a medidas regulatorias, como el acceso desagregado de la última milla de las redes telefónicas, conocida como el bucle local. Algunos países han sido exitosos con esta política y han logrado consolidar mercados competitivos y propiciar el aumento de la penetración de los servicios. Otros tienen resultados menos alentadores. A través de un estudio econométrico de panel para 22 países se estima que el acceso desagregado al bucle local de la red telefónica tiene efectos favorables sobre la penetración de los servicios de banda ancha, y que este efecto positivo se extiende por un periodo de tiempo importante.

[1] Rebeca Escobar Briones es experta en telecomunicaciones y competencia económica y fue Candidata a Comisionada para el IFT y la Cofece en 2013. Realizó la maestría en Política Pública (ITAM) y cuenta con un postgrado en Administración de Empresas (U. Católica de Lovaina). Egresada de la carrera de economía (ITAM) con Mención Honorífica, con amplia experiencia en regulación y competencia como Dir. General de Regulación y Privatización, así como de Asuntos Internacionales en la CFC, entre otros cargos. Actualmente es investigadora en Competencia Económica en el Centro de Estudios del IFT. Cuenta con amplia experiencia en regulación sectorial y promoción de competencia, determinación de poder sustancial y condiciones competencia efectiva; diseño de licitaciones; interconexión; comunicación satelital, entre otros. Ha sido profesora de licenciatura y posgrado en la UP y el ITAM, impartiendo cursos de organización industrial, competencia económica y análisis de mercados; y cuenta con diversas publicaciones.

[2] El contenido de este documento de Investigación, así como las conclusiones que en él se presentan son responsabilidad exclusiva de la autora y no reflejan necesariamente las del Centro de Estudios ni las del Instituto Federal de Telecomunicaciones.

Abstract: Several studies suggest that the development of telecommunications and internet broadband services are a key factor in the growth and productivity of nations. Therefore, governments have aimed to promote the penetration of these services by applying measures such as the unbundling of the local loop. Some countries have been successful with this policy and have managed to consolidate competitive markets as well as expand service penetration, other countries have less encouraging results. By means of an econometric study for 22 countries we estimate the relation between unbundled access to the local loop, and found that it has favorable effects on the penetration of broadband services, and that these positive effects do extend through a significant period of time.

Palabras clave: Acceso desagregado al bucle local; servicios de banda ancha; competencia económica en telecomunicaciones.

1. Introducción

El acceso a la red de cobre de telefonía se conoce como la desagregación del bucle local (DBL) y permite a terceros, ofrecer servicios de telefonía o de internet de banda ancha sin necesidad de invertir en redes paralelas.

En los últimos años diversos estudios sugieren que el desarrollo de las telecomunicaciones y de los servicios de internet de banda ancha son un factor fundamental en el crecimiento y la productividad de una sociedad. Por ello, los gobiernos se han preocupado por promover la competencia que permita aumentar la penetración de los servicios de telecomunicación por medio de medidas como la DBL.

El objeto de este estudio es evaluar el efecto de la aplicación de esquemas de DBL sobre la tasa de penetración de los servicios de banda ancha fija[3] (BAF en lo sucesivo) en una muestra de 22 países. La importancia de analizar el impacto de este instrumento radica, en que diferentes estudios en el plano internacional han encontrado resultados distintos e incluso divergentes. Por lo anterior, no se ha podido llegar a una conclusión contundente respecto del efecto de esta medida sobre el desarrollo de los servicios de BAF y la inversión. Evaluar en este momento el efecto del acceso desagregado a la red telefónica ofrece una perspectiva adicional y de largo plazo sobre el tema, que puede contribuir a conciliar los distintos hallazgos. Además permite realizar proyecciones sobre la evolución esperada de su aplicación en países en desarrollo y emergentes que, como México, iniciaron recientemente con la DBL. También puede resultar de interés para las agencias reguladoras de países desarrollados que han aplicado este instrumento por un largo periodo, pero que lo revisan para propiciar la inversión en redes de nueva generación.

El estudio incluye una revisión bibliográfica sobre la literatura en el tema. En la sección tres se desarrolla un modelo econométrico para evaluar las variables explicativas y describir la causalidad respecto de la penetración de banda ancha. Con base en estos hallazgos, en la sección cuatro se establecer proyecciones sobre el resultado de este instrumento en México. Finalmente, en la sección cinco, se presentan las conclusiones.

Los resultados obtenidos a partir de este estudio, sugieren que la DBL ha tenido un efecto favorable en la penetración de la BAF en una muestra de 22 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). A diferencia de otros trabajos, no se

[3] La tecnología permite también la prestación de servicios móviles de banda ancha. El estudio se circunscribe a los servicios fijos, ya que son estos los que se prestan a través de las redes de telefonía fija de cobre, el cable de la televisión de paga o la fibra óptica.

estima que el efecto se acote sólo a tres o cuatro años, sino que este se prolonga por un periodo de 12 años.

En los países que han implementado esta medida con mayor éxito, se aprecia que esta desagregación constituye el principal factor de crecimiento de los servicios de BAF; en contraste en los países en que este instrumento ha tendido a desaparecer o a reducirse, la existencia de las redes de la televisión de cable ofrece una alternativa para el servicio, que ha potenciado, junto con la DBL, la mayor penetración de la BAF.

2. Antecedentes Bibliográficos

2.1 Estudios.

La DBL es el proceso de reglamentación mediante el cual se permite a múltiples operadores de telecomunicaciones utilizar conexiones de la central telefónica de otro operador[4] para dar servicio al cliente final. La conexión del cable físico entre la central local y el cliente se conoce como "bucle local". El objeto de imponer la DBL es doble. Por un lado, se busca fortalecer la competencia en los mercados de menudeo, esto es, los mercados de servicios finales al cliente. Lo anterior, porque se promueve que otros proveedores tengan acceso al cliente final, sin necesidad de realizar inversiones cuantiosas en la duplicación de las redes. Por otro lado, se incentiva la inversión en esa "última milla" que conecta las centrales telefónicas con el domicilio del usuario[5].

Existen diversos estudios[6] que miden el efecto positivo de las tecnologías de la información sobre el crecimiento y el desarrollo económicos. En ellos se plantean que dichas tecnologías reducen los costos de las actividades productivas y favorecen la eficiencia, además de promover la cohesión social y la pluralidad de ideas. Por lo anterior, los organismos internacionales y los gobiernos nacionales emprendieron una serie de esfuerzos enfocados a

---

[4] Normalmente se trata de dar acceso a la red del operador incumbente, con poder sustancial de mercado o preponderancia. Técnicamente la DBL puede realizarse en 4 distintas modalidades, dependiendo del punto físico de la red a partir del cual se realice y del alcance de las bandas que se pongan a disposición de los concesionarios huéspedes. Para efectos de este estudio todas las modalidades se agrupan en una categoría.

[5] La DBL hace posible que nuevos operadores inviertan en conectarse en esa "última milla" y por lo tanto cuenten con la capacidad de proveer servicios por recursos alternativos. Este último caso, es producto de la denominada "escalera de inversiones". La DBL, junto con la regulación para compartir la infraestructura, crean incluso incentivos para que operadores alternativos inviertan en fibra óptica. Ver Cave (2006).

[6] A manera de ejemplo, Koutroumpis, P (2009) estudia el impacto de la penetración de banda ancha sobre el crecimiento económico en 22 países de la OCDE durante el periodo 2002-2007. Concluye que existe una relación positiva y significativa, especialmente cuando está presente una masa crítica de infraestructura. Holt, L. y Jamison, M. (2009) analizan para los Estados Unidos, la relación entre las tecnologías de la información y las comunicaciones y el crecimiento económico, así como la conexión entre la banda ancha y el crecimiento económico. Determinan un impacto positivo entre la economía y el despliegue de banda ancha y su adopción. Sin embargo, señalan que detectaron problemas metodológicos derivados de las limitaciones en la información.

incentivar la expansión de los servicios de BAF a través de la competencia en los mercados de telecomunicaciones.

Por otra parte, la bibliografía económica distingue dos tipos de competencia en los servicios de telecomunicaciones a través de los cuales se ofrece la BAF. La primera es la que se da en la provisión de los servicios a través de una misma red, cuyo acceso es ofrecido por la empresa "incumbente"[7]. La segunda, surge por la existencia de diferentes redes o plataformas tecnológicas (como la fibra o el cable coaxial a través del que se ofrece la televisión de paga). La competencia en servicios se logra con la DBL, abriendo la red de cobre a través de la regulación y permitiendo el acceso no discriminatorio y a precio regulado de nuevos oferentes. La competencia entre diferentes infraestructuras o plataformas tecnológicas se potencia ampliándolas, modernizándolas y aprovechando su convergencia.

En el plano internacional, la DBL cubre ya una experiencia de dos décadas, desde que en 1995 fue implementada por primera vez en Hong Kong. A este caso le siguieron Estados Unidos de América (1996) y Canadá (1997), y a fines del pasado milenio y principios del actual, los países que integran la Unión Europea fueron adoptando este instrumento.

Se han realizado una serie de estudios que buscan establecer la causalidad entre la regulación que impone la DBL y la competencia en los servicios, la penetración y la inversión en redes. Los estudios no son unánimes en cuanto al impacto de la DBL. Para algunos analistas como de Ridder (2008), los resultados de la DBL son positivos para la promoción de competencia,

[7] El término incumbente (incumbent en inglés) se usa para describir a la empresa de telecomunicaciones originalmente establecida o la más fuerte en el mercado. En la literatura es denominada en ocasiones como empresa tradicional.

la entrada de nuevos oferentes y por ende, la baja en los precios y la expansión de los servicios.

Otros autores encuentran que son otras variables las que explican el desarrollo de la BAF. Tal es el caso de Bauer et al (2010) y Cava-Ferruela y Muñoz (2006), quienes no encuentran relación entre DBL y la penetración de BAF. El primero muestra que la penetración ha crecido debido la densidad poblacional y la propensión a usar tecnologías de la información. Los segundos, estudiando 30 países de la OCDE, prueban que la expansión de las redes de BAF depende del PIB per cápita y de la competencia entre las tecnologías.

Autores como Nardotto et al (2015) y Gruber y Kotrumpis (2011), encuentran que si bien existe una relación positiva entre BAF y DBL, esta se limita a un periodo de años breve. Bouckaert et al (2010), Nardotto et al (2015), Aron y Burnstein (2003) y Distaso et al (2006) muestran que la competencia entre plataformas (cable y telefonía) tiene mayor impacto en la ampliación de BAF, que la competencia en servicios a través de la DBL.

Para otros autores, como Crandall et al (2004 y 2013[8]) y Wallsten y Hausladen (2009), la DBL no es un instrumento necesario para ese desarrollo, e incluso pudiera desalentar la inversión. A modo de ejemplo, Crandall encuentra que la DBL no acelera el despliegue de redes, ni aumenta la penetración de redes de BAF de primera generación. Incluso señala que

[8] El artículo de Crandall et al (2013) recoge y formaliza las ideas y argumentos que este autor describió en "In the Matter of a National Broadband Plan for Our Future, GN Docket No. 09-51, Declaration of Robert W. Crandall, Everett M. Ehrlich and Jeffrey A. Eisenach Regarding the Berkman Center Study, NBP Public Notice 13 (November 16, 200 Disponible en: http://fjallfoss.fcc.gov/ecfs/document/view?id=7020348479) y "In the Matter of a National Broadband Plan for Our Future, GN Docket No. 09-51, Supplemental Declaration of Robert W. Crandall, Everett M. Ehrlich, Jeffrey A. Eisenach, and Allan T. Ingraham Regarding the Berkman Center Study, NBP Public Notice 13 (May 10, 2010).

esta tuvo un efecto depresivo sobre la inversión en las redes, que los reguladores europeos tratan de abordar. En su opinión es claro que fue la competencia entre plataformas la que impulsó la promoción del despliegue de BAF. Encuentra que las nuevas redes de fibra que se están desplegando en Europa, están en gran medida siendo desplegados por las compañías no reguladas, y no por las telefónicas incumbentes sujetas a regulación o por los participantes que han confiado en la DBL.

Como se aprecia en el análisis anterior, los distintos estudios realizados han llegado a conclusiones que no sólo son diferentes, sino que incluso son divergentes: algunos estudios prueban que la DBL es necesaria para incrementar la banda ancha; otros no prueban esa relación, y argumentan que es la competencia entre plataformas tecnológicas, como la fibra o el cable coaxial, la que alienta su desarrollo; otros incluso sugieren que la DBL puede desalentar la inversión.

Recientemente y con una óptica de mediano y largo plazo, se han realizado estudios con el intento por conciliar las opiniones. Entre estos se encuentra Cave (2014), quien sintetiza los efectos esperados de la DBL: "Recientemente había poco consenso sobre los efectos de la DBL. Sin embargo, a la luz de numerosos estudios, parece que las siguientes conclusiones pueden establecerse con mayor certeza, al menos en cuanto se refiere a su aplicación a las redes de cobre de la gran mayoría de los datos europeos analizados: 1. La competencia inter-plataforma es un *estándar de oro*, que genera numerosos beneficios y (…) 2. La competencia basada en la DBL tiene por lo general resultados positivos, pero poco duraderos. [9]"

[9] Traducción libre a partir de Cave (2014) página 678.

Así también, Rajabiun y Middleton (2015) exploran el impacto de las políticas públicas sobre el cambio tecnológico y el desarrollo de la infraestructura de BAF, analizando los aparentes contradicciones en la literatura empírica. Señalan que el tradicional modelo de política y la literatura relacionada tratan los incrementos de capital en las redes como una medida de la calidad de la infraestructura de BAF. Sin embargo, las entradas de capital relativamente más altas no necesariamente se traducen en más calidad en las redes. Los autores concluyen que los países que han tenido más éxito en la promoción del acceso y la competencia en los servicios han desarrollado redes que ofrecen mayor calidad.

Crandall et al (2013) ofrece también una visión a 15 años de la aplicación de la DBL como instrumento de promoción del acceso a la red de cobre. El encuentra una relación negativa de largo plazo entre la DBL y la penetración de banda ancha en los hogares.

A partir de la bibliografía consultada, encontramos que no existe suficiente evidencia que permita conciliar los diferentes estudios. Por lo que a continuación se presenta un estudio que analiza el efecto de la DBL en el desarrollo de la BAF en los últimos diecisiete años. Éste permite obtener una visión de mediano y largo plazo sobre este instrumento regulatorio, que pudiera ofrecer una prospectiva conciliatoria de las distintas conclusiones halladas. El estudio resulta relevante para los países que han instrumentado esta medida y que la revisan con la intención de promover inversiones en redes de nueva generación, así como para los países en desarrollo y emergentes, como México, que sólo recientemente aplican las obligaciones de acceso.

2.2 Aplicación de la DBL

La aplicación de la DBL en los diferentes países, arroja también experiencias diversas en el periodo que cubre ya dos décadas, desde que en 1995 fue implementada por primera vez en Hong Kong, para luego ser adoptada por Estados Unidos de América, Canadá y los países que integran la Unión Europea, entre otros.

A pesar de los beneficios que se desprenden de ese instrumento de acceso a las redes, en el mediano y largo plazo, se ha visto el paulatino abandono, si no legal, si de facto, en países como Corea, Hong Kong, Canadá y Estados Unidos, mientras que en los países europeos se mantiene su aplicación y se ha extendido incluso a las redes de fibra. Así, del análisis de los países que reportan experiencia en la promoción de la competencia a través de la apertura de sus redes por medio de la DBL, es posible establecer dos patrones:

- Países que lograron promover con la DBL una fuerte entrada de nuevos oferentes y que a través de los años mantienen a través de los años un número significativo o constante de operadores que rentan el bucle[10] (Suiza, Alemania, Italia, España y Francia por ejemplo).
- Países que propiciaron la entrada de oferentes a través de la DBL, pero que en el mediano plazo no pudieron consolidarla. En estos prevalece más bien la competencia entre plataformas (cable coaxial y cobre). Dinamarca, Corea, EUA, Japón y Suecia, son un ejemplo.

[10] Se usa el término renta del bucle local para hacer referencia a cualquier modalidad de acceso ya sea adquiriendo servicio completo del bucle, rentándolo de manera compartida o a nivel sub-bucle.

Estas tendencias tan diferentes han promovido cuestionamientos sobre la política de DBL, particularmente en lo que respecta el desarrollo de nuevas redes y su mejoramiento. Lo anterior, porque bajo ese esquema las empresas podrían no tener incentivos a realizar nuevas inversiones si estas deben compartirse con sus competidores.

Respecto de la inversión nueva, Cave (2006) publicó un estudio argumentando que las políticas de acceso creaban las circunstancias necesarias para que gradualmente los nuevos oferentes tuvieran incentivos a invertir en su propia infraestructura, pasando de la competencia en servicios a la de infraestructuras. A esto se denominó "la escalera de la inversión". El planteamiento de Cave ha sido sustento de la política de apertura de la red de la Unión Europea (Crandall et al 2013). Sin embargo, a la fecha, no hay evidencia sustantiva que permita demostrar la existencia de la "escalera de inversión" en la práctica[11]. De hecho, uno de los beneficios que se busca con la DBL es evitar la duplicación de las redes, aprovechando las economías de escala y de alcance. Hoy en día sin embargo, los adelantos tecnológicos hacen necesario el tendido de redes de fibra por lo que se requiere nueva y creciente inversión (Bacache et al 2013 y Briglauer et al 2013).

Para crear incentivos a invertir, algunos países[12] han comenzado a subir los cargos de acceso al bucle local permitiendo al incumbente recuperar un margen y no sólo los costos. Tal es el caso de Finlandia, Países Bajos y Singapur. También en Canadá y EUA han aceptado

[11] Bacache et al 2011 incluyen diferentes referencias sobre la falta de evidencia de la "escalera de inversiones".

establecer el cargo de acceso por encima de costos, para permitir un margen regulado en las zonas rurales. Otros países han optado por crear incentivos explícitos a la inversión, tanto abaratando los costos e impulsando así la oferta, como fortaleciendo la demanda. Los incentivos que han usado cubren una amplia gama de opciones como aplicar mejores condiciones de financiamiento en proyectos conjuntos, a través de aval gubernamental o créditos de banca pública; estímulos fiscales a la inversión, incluyendo la depreciación acelerada; subsidios directos al tendido de red; fortalecer la demanda por BAF a través de nuevos servicios en red y programas de capacitación para la población en general y para adultos, entre otras.

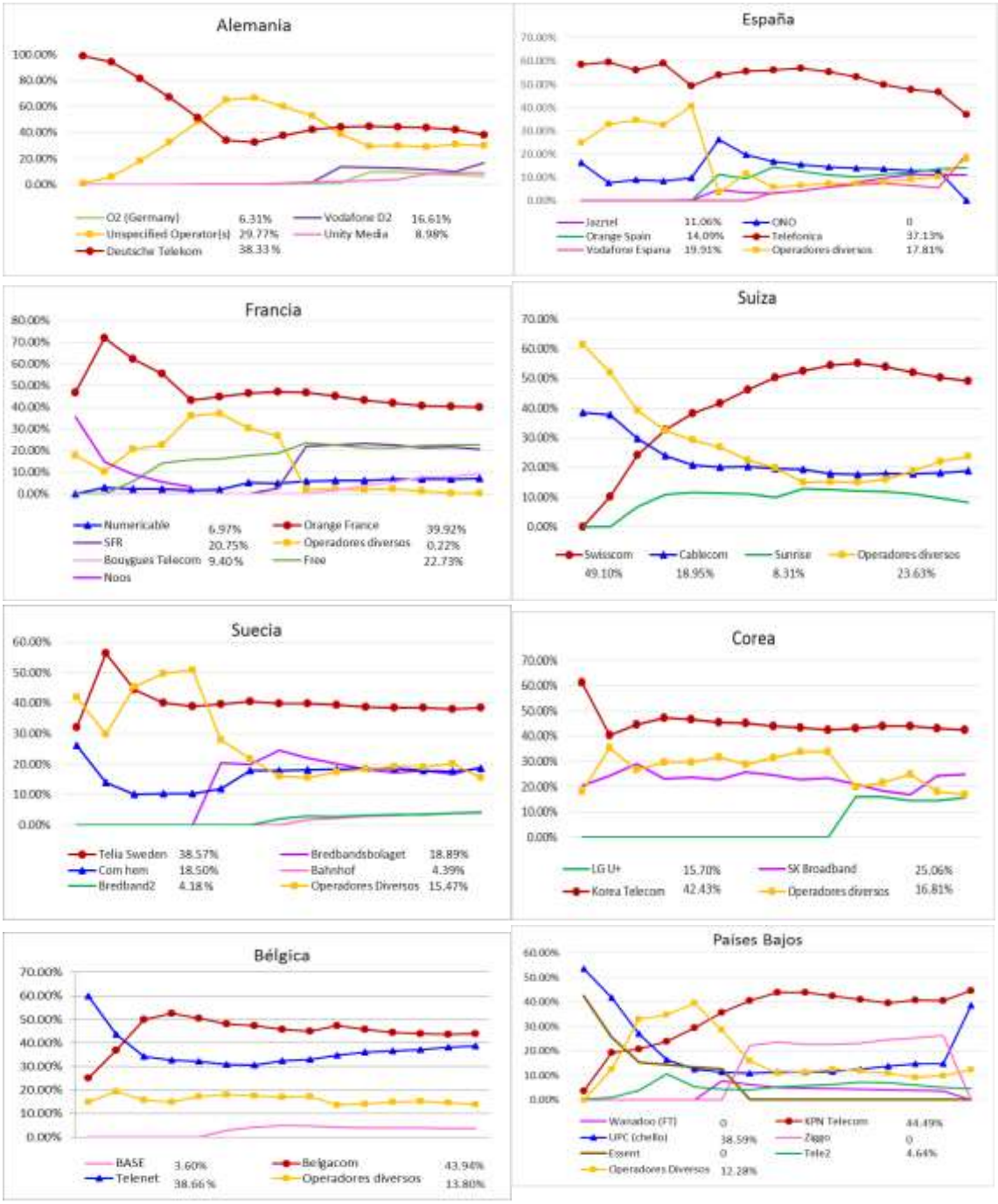
La inversión pública es otro instrumento recurrente en el desarrollo de nuevas redes en el contexto internacional, tal es el caso de Suecia, Suiza, Corea, Noruega y Australia, entre otros. Finalmente, existen nuevos modelos de inversión compartida en infraestructura, en los Países Bajos y en Suiza, en donde los operadores están adoptando las redes de siguiente generación de acceso abierto como una propuesta de negocios para compartir y repartir los costos y riesgos (I. Berkman 2010 y Crandall 2013).

La evolución a través del tiempo de la participación de mercado, y por ende, de la competencia entre plataformas (telefonía y cable coaxial) se resume en las gráficas 1ª-h.[13]. En países como Alemania, Suiza y España se ve un mayor posicionamiento en el largo plazo de los operadores alternativos, frente a los operadores tradicionales de la telefonía y el cable. En Francia, la empresa Free ha logrado mantenerse en el mercado, en detrimento de FT–Orange, la incumbente telefónica. En el otro extremo están los Países Bajos, Bélgica, Corea

[13] La empresa incumbente telefónica siempre se grafica en rojo y círculos; la de cable en azul y triángulos.

y Suecia, donde las incumbentes telefónicas y de cable han mantenido la mayor parte del mercado de BAF.

Gráficas 1 a-h. Principales oferentes del servicio de banda ancha (Participación porcentual de mercado 2000-2014)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Ovum.

Con base en las gráficas es posible concluir que la introducción de la DBL:

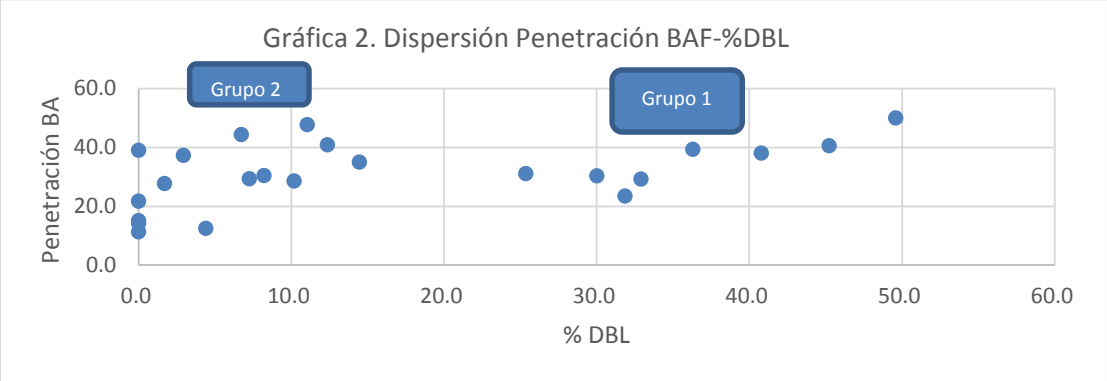
- desplazó suscriptores de los operadores tradicionales, hacia los nuevos entrantes, favoreciendo un ambiente más competitivo en el corto plazo.
- la entrada de nuevos competidores fue mucho más importante en los años inmediatos a la apertura, y se desvaneció posteriormente.
- en los años subsecuentes, las concentraciones entre empresas tienden a reducir nuevamente el número de operadores y, en varios países (Japón, Corea, Bélgica, Países Bajos, entre otros), tienden a ser las empresas incumbentes de telefonía y las de cable las que absorben una mayor parte del mercado.
- la competencia en servicios, es gradualmente sustituida por la competencia entre las diferentes plataformas tecnológicas (red de cobre, cable, y recientemente fibra).

Analizando la competencia a nivel tecnología (cuadro 4), no parece haber una relación directa y tajante entre líneas provistas a través de la DBL y la penetración de la BAF en los distintos países. En Suiza, los Países Bajos, Dinamarca y Noruega, se cuenta con las tasa más elevadas de penetración del servicio; pero tratándose del servicio prestado a través de DBL, únicamente Suiza (49.6 por ciento) cuenta con un elevado porcentaje, mientras que en los otros 3 países esa cifra es de sólo 11, 6.7 y 12.4 por ciento respectivamente.

La Gráfica 2 muestra la relación entre penetración de BAF y el porcentaje de suscriptores atendidos a través de líneas provistas a través de DBL. En la imagen es posible distinguir dos

grupos: el primero con una relación positiva entre penetración de BAF y líneas proporcionadas con DBL; el segundo, en el que no parece haber una relación tan clara.

Cuadro 4. Penetración de BAF. y por ciento de líneas contratadas por DBL 2014



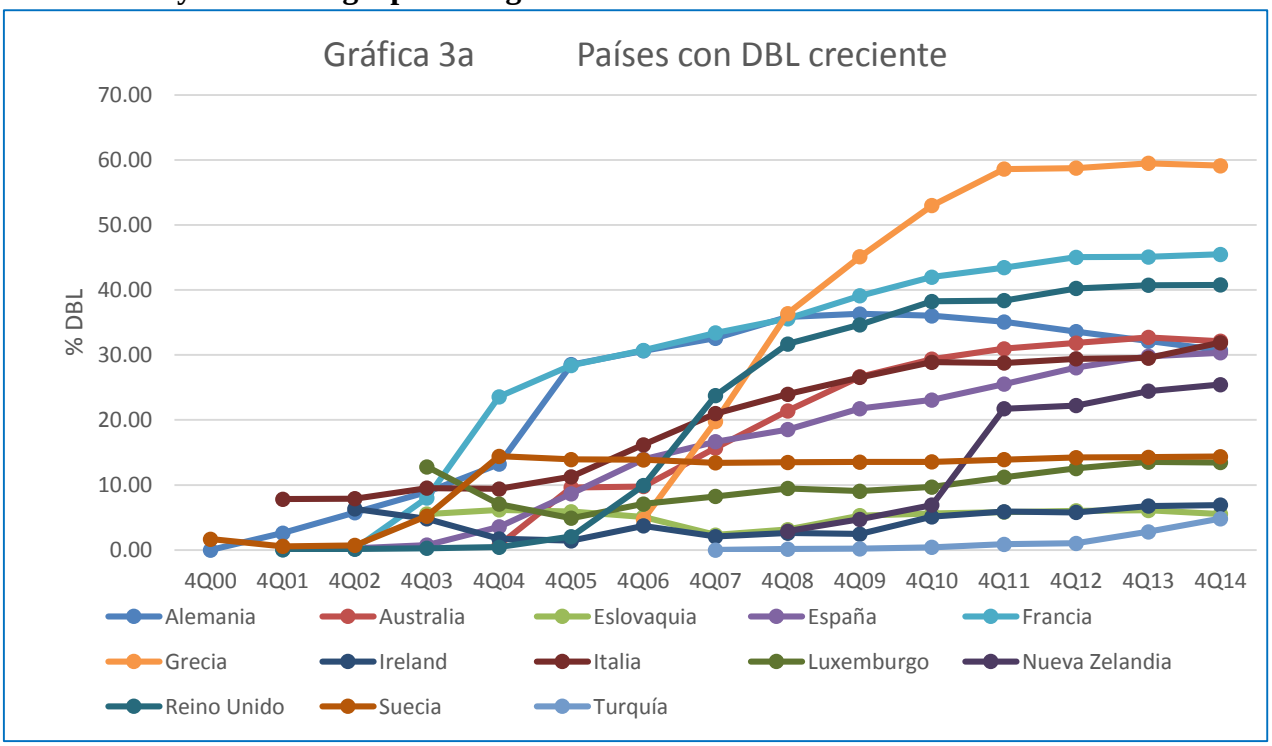
País	Suiza	Países Bajos	Dinamarca	Noruega	Francia	Luxemburgo	Alemania	Corea	Reino Unido	Bélgica	Suecia	Finlandia	Nueva Zelanda
DBL	**49.6**	11	6.7	12.4	45.2	13.5	36.3	0	40.8	2.9	14.5	0.8	25.4
Penetr. BA	**50.1**	47.8	44.4	40.9	40.6	39.6	39.4	39.1	38.1	37.3	35.1	33.6	31.2
País	Grecia	Portugal	España	Japón	Australia	Austria	Israel	Italia	Rusia	Chile	México	Turquía	Brasil
DBL	59.1	8.2	30	7.3	32.9	10.2	0	31.9	0	0	0	4.4	0
Penetr. BA	30.6	30.5	30.4	29.4	29.3	28.6	26.5	23.5	21.8	15.1	14.3	12.6	11.4

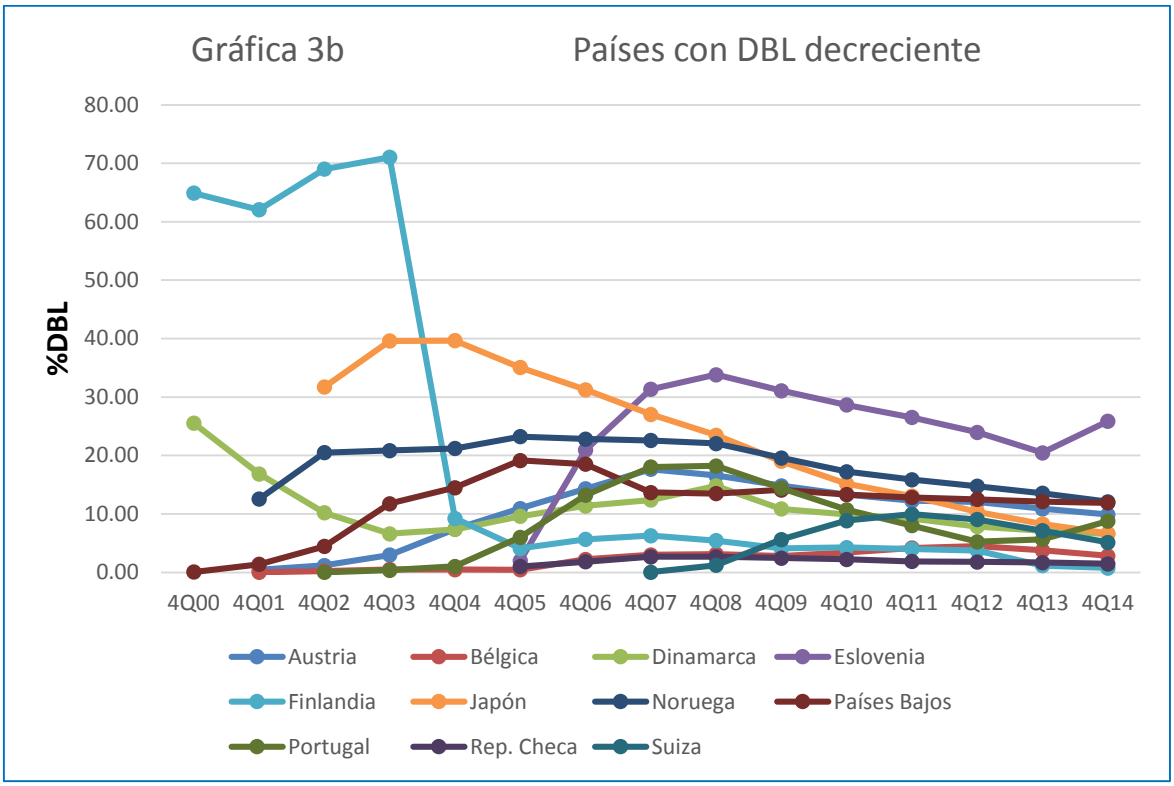
Fuente: Elaboración propia a partir de cifras de Ovum.

Países con una elevada participación de servicios prestados a través del bucle son Francia (45.2 por ciento), Alemania (36.3), Australia (32.9) e Italia (31.9), mientras que el primero tiene una tasa de penetración de BAF de 40.6 por ciento, Italia cuenta con sólo 23.5 por ciento, siendo esta una de las penetraciones más bajas de Europa. Cabe destacar que este país no cuenta con competencia significativa por parte del cable. Lo anterior parece confirmar que el desarrollo de la BAF no depende sólo del acceso a la red del incumbente, sino que responde a un estímulo multifactorial. Además, se requiere de la conjunción de una serie de elementos, entre los que se encuentran el ingreso, la cultura y la formación en las tecnologías de la información, entre otros.

En Corea del Sur, la competencia en la provisión de BAF empezó en los noventa, antes de la DBL. La empresa estatal de TV por cable dio acceso abierto a su infraestructura a una empresa independiente, lo cual permitió el surgimiento de un fuerte proveedor de internet. Para poder competir en banda ancha, el incumbente en telefonía, Korea Telecomm, realizó importantes mejoras a su red. Al iniciar 2002, Corea contaba con una tasa de penetración de BAF de 18%, muy superior a cualquier otro país. En ese año se estableció la obligación de DBL. Algunos autores como Crandall et al (2013), asocian el menor ritmo del crecimiento de la banda ancha que reporta ese país en los años subsecuentes, con ese cambio regulatorio. Otros países como Bélgica, Japón, Noruega, Países Bajos y Dinamarca sustentan la competencia a través del uso de diferentes tecnologías, particularmente el cable. Las gráficas 3a y 3b muestran el porcentaje de suscriptores de BAF atendidos a través de líneas arrendadas a través de la DBL, y por tanto el desarrollo del mercado de bucle local.

Gráficas 3 a y b. Países agrupados según la Evolución del Mercado de DBL





Fuente: Elaboración propia a partir de cifras de Ovum

En suma, de acuerdo a la literatura revisada, la DBL parece ser un instrumento adecuado para promover en el corto plazo la competencia en el mercado de BAF. Sin embargo, los estudios revisados sugieren que en el largo plazo su efecto podría atenuarse. La existencia de plataformas tecnológicas alternativas, normalmente cable coaxial, fibra y cobre-xDSL[14], parece ser otra opción para incentivar competencia en el mediano y largo plazo en el mercado. Además de los estudios citados, el análisis de las experiencias de diversos países confirma la diferencia de resultados obtenidos con la apertura de la DBL. Por lo anterior, estudiar la DBL y su impacto sobre la penetración de los servicios de BAF desde una perspectiva de largo plazo resulta relevante.

[14] La tecnología xDSL fue introducida en diversos países desde fines de la década de los noventa y el primer lustro del milenio. Esta tecnología se aplica a través de las redes de cobre de la telefonía tradicional y es la base para permitir la DBL.

3. Modelo de Causalidad

3.1 Descripción del Modelo.

Se plantea un modelo de causalidad para medir el efecto en el largo plazo de la DBL sobre la expansión de la BAF. El esquema que se propone considera los hallazgos por parte de autores que han estudiado la relación entre el crecimiento de los servicios de BAF y sus determinantes. A partir de esos estudios y de la teoría económica, se han establecido algunas inferencias sobre la aplicación de la DBL, la cual tiende a presentar mayores efectos en la medida que se observa alguno de los siguientes factores[15]:

1. **La inexistencia de una plataforma tecnológica alternativa para la prestación del servicio de BAF**. Concretamente, en los países en los que se cuenta con una penetración importante o significativa de TV por cable no se ha consolidado tan fácilmente la opción de DBL como instrumento de competencia en el servicio de BAF. En estos casos la dinámica competitiva que surge entre la cablera y el incumbente telefónico, puede propiciar la desaparición o fusión de las pequeñas empresas que entran a través de la compra de DBL.
2. **La existencia de un margen razonable de operación para los entrantes**, lo cual se facilita con menores cargos asociados a las diferentes modalidades de acceso. No obstante

[15] Se revisaron entre otros a Crandall et al (2004 y 2013), De Ridder (2008), Distaso et al (2005), Cava-Ferreruela et al (2006). A manera de ejemplo, Crandall et al (2013) analizan si la penetración de BAF depende de la densidad poblacional, la tasa de desempleo, y del tipo de propiedad de la empresa de telecomunicaciones, ya sea esta privada o estatal, además de la apertura del bucle local.

que los precios al mayoreo del bucle local se determinan mediante modelos de costeo, existen aún fuertes diferencias en los precios que se aplican en los países[16].

3. **Se encuentre en el periodo inicial de implementación.** La posible existencia de un periodo de unos tres a cuatro años, en el que algunos autores aseguran que se aprecia una mayor influencia de la política de DBL sobre la expansión de la BAF[17].

Autores como Crandall et al (2013), consideran que debe tomarse en cuenta también la evolución natural de las tecnologías. Por lo anterior, introducen una variable de control para la dispersión de la tecnología xDSL asociada con la prestación del servicio de DBL en las redes de cobre. Actualmente, la nueva tecnología de fibra óptica, que va sustituyendo y/o complementando las redes de cobre, es un factor. Con base en lo anterior se propone un estudio de panel[18] para 22 países[19] cubriendo el periodo de 1998 a 2014, aplicando el siguiente modelo:

$$Pen\ BA_{it} = a_0 + a_{1*} TLlu_{it} + a_2 * PIBpc_{it} + a3 * \ PDBL_{it} \ + a4 * TDsl_{it} + a5 * FTTx_{it} + a6 * Cb + eit$$

[16] Cifras de Ovum indican que a principios de 2015, en Finlandia la renta mensual del bucle local era de 26.29 dólares de paridad contstante (PPP), en Latvia y Noruega de 25.00 y 23.89 dólares PPP; en el otro extremos se encuentra Corea del Sur con precio de 4.79, seguido de Austria (10.35) y Croacia (10.89). La diferencia se presenta también en otros servicios: en el acceso compartido las rentas mensuales varían entre 18.22 en Arabia Saudita y 0.85 en Japón, con un promedio de 8.85 dólares PPP.

[17] Estudios que sustentan un efecto de corto plazo son el de Gruber y Koutrumpis (2011) y Nardotto et al (2014).Otros analistas como el Instituto Berkman (2010) y de Ridder (2008) determinaron un efecto permanente y positivo entre DBL y la expansión de la BA.

[18] El panel es desbalanceado, debido a la selección de indicadores. Específicamente no se contaba con datos de precios de la DBL en todos los países. Esta restricción redujo el tamaño de la muestra que inicialmente era de 35 países a 22. Dadas las características de la muestra se consideran los faltantes como omisiones aleatorias (random missing) y por tanto no se aprecia sesgo derivado de la información.

[19] La muestra incluye los siguientes países: Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Chile, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, México, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Rusia, Suecia y Suiza.

$TLlu_{it}$ es el número de años de aplicación efectiva de la DBL[20]

$PIBpc_{it}$ el producto per cápita en dólares constantes PPP

$PDBL_{it}$ un índice de precios estimado con los cargos de conexión a nivel bucle y bucle compartido, y las rentas mensuales de estas dos modalidades de acceso en dólares PPP[21].

$TDsl_{it}$ los años transcurridos desde la introducción de la tecnología Dsl

$FTTx_{it}$ la penetración de la fibra óptica

Cbl_{it} la penetración de las redes de TV por cable

Reiteramos que el uso de una variable que mide los años de aplicación de la DBL resulta relevante, en virtud de los hallazgos reportados en otros estudios, a partir de la cual se sugirió que existe un efecto desigual a través del tiempo[22].

En una primera aproximación, se introdujo al modelo una variable dual para dividir el periodo estudiado en dos plazos, siendo el primero de tres años, e incluso de manera alternativa se probó con cuatro o cinco años. Lo anterior a fin de evaluar si en ese primer plazo se apreciaba un efecto diferente. En ningún caso la variable dual fue significativa. Así también, se introdujeron variables duales por cada año considerado, estos resultaron significativos a partir del tercer año (Véase Anexo 1).

[20] Se considera solamente el número de años en que efectivamente se aplicó aplicada la DBL, ya que en algunos países si bien existe la viabilidad legal de realizar el acceso desagregado, este no se concreta, sino años después.
[21] Un indicador más preciso pudiera ser el margen de precios, estimado como la diferencia del costo del acceso a través de la DBL y el precio final al usuario. Desafortunadamente no se cuenta con esa información.
[22] Algunos analistas sugieren que los primeros años de aplicación de la DBL tienen un mayor impacto en cuanto a la entrada de nuevos operadores y que este efecto se diluye a partir de los tres o cuatro años de implementación.

También es importante señalar que las variables explicativas incluyen una de control sobre la introducción de la tecnología DSL[23], específicamente la que mide los años transcurridos desde su introducción en un país. En el momento tecnológico actual, algunos países realizan importantes acciones para ampliar la penetración de otras tecnologías como el cable y la fibra óptica. De ahí la importancia de considerarlas por ser una opción para la prestación del servicio, además de que la inversión en las mismas pudiera representar un costo de oportunidad ante otras decisiones de negocios como la de optar por la DBL.

A partir del desarrollo que ha seguido la venta de bucles desagregados, y de las diferencias que se aprecian en la dispersión de datos de penetración de BAF frente al uso de bucles desagregados (Véase gráfica 2), se trató de determinar si existe una diferencia en los países que permita agruparlos en estratos separados para su análisis formal. Para lo anterior, se procedió inicialmente a incluir una variable dual, mediante la cual aquellos países que presentan una tendencia constante o creciente en la venta de bucle desagregado formaran parte de un grupo, mientras que los que han reportado una reducción gradual de uso de DBL pertenecieran a otro (Véanse gráficas 3a y 3b). La variable dual no fue significativa. A pesar de lo anterior, en un segundo ejercicio, se separaron los países en dos grupos, con base en la evolución reciente de la DBL dentro del total de suscriptores. La partición de los grupos se realizó de manera discrecional, siguiendo el criterio descrito. Esto es, integrando un primer grupo con los países que mantienen un mercado mayorista de bucle estable o creciente; y un segundo grupo con los países donde las operaciones a través de la DBL van a la baja. Bajo

[23] Si bien algunos autores han considerado variables como la densidad poblacional o alguna relativa a la instrucción escolar de la población, en este modelo no se incluye por no encontrarse su énfasis en la demografía de los países considerados, sino en evaluar el efecto de las alternativas tecnológicas y la opción de DBL.

esta premisa, se integraron dos muestras independientes, a las cuales se volvió a aplicar el modelo. Los resultados obtenidos se presentan en lo que sigue.

3.2 Resultados del Modelo.

Con la aplicación del método de panel se consideraron las opciones sobre los residuales de los efectos aleatorios y fijos, y se aplicó la prueba Hausman[24], a fin de elegir la opción más conveniente. Bajo esta prueba se eligió el esquema de efectos aleatorios como la alternativa más adecuada (Véase anexo 1). El Cuadro 5 muestra los resultados del estudio, para el cual las variables independientes explican la dependiente con una $R^2 = 0.9195$. La prueba Chi^2 es igual a 0, esto es, menor a 0.05, lo que demuestra que los coeficientes estimados son diferentes de cero.

La aplicación del modelo muestra una relación positiva entre el tiempo de apertura del bucle local y la penetración de BAF. Este es probablemente el resultado más relevante del análisis, dada la disparidad de resultados obtenidos anteriormente y la ya señalada controversia en la materia. Este estudio, cubre el mayor periodo de tiempo analizado, y permite inferir con un nivel de significación elevado (99 por ciento), que la implementación del acceso a través de la DBL ha sido útil e importante para expandir la BAF en los países de la muestra.

Existe una relación negativa entre el índice de precios asociados a la DBL (p_dbl) y la penetración del servicio, lo que es consistente con la teoría de precios. De hecho, este ha sido

[24] Esa prueba permite aceptar o rechazar la hipótesis nula Ho, y establecer si los residuales estimados a través del modelo son aleatorios o no correlacionados con las variables independientes o explicativas incluidas en el modelo. En contraste, cuando la estimación de efectos fijos es consistente con los efectos no observados y las covarianzas se correlacionan y por tanto los efectos aleatorios son inconsistentes, una diferencia estadísticamente significativa es interpretada como contraria a la hipótesis alternativa (H1) de la estimación de efectos aleatorios.

señalado también entre las variables explicativas más relevantes (Distaso et al 2005). Cabe destacar que a pesar de que los precios de conexión y las rentas del bucle son estimados por las Agencias Reguladoras a través de modelos de costos elaborados, persiste una amplia disparidad entre los precios del bucle local de los diferentes países[25]. Nuestro indicador de precio resulta estadísticamente muy significativo y con el signo esperado, señalando que mientras más caro sea el acceso a través de la DBL, menor será la penetración de BAF.

Cuadro 4. Resultados Econométricos Agregados
Modelo de Efectos Aleatorios

Variables	(1) pen_ba
t_dbl	1.071*** (0.125)
p_dbl	-0.00503*** (0.00188)
t_dsl	-0.000243 (0.000232)
pib_pc	0.000100** (4.04e-05)
fttx	0.0753* (0.0404)
cable	0.112* (0.0629)
Constant	-0.162 (2.337)
R2 Observaciones Número Países	0.9195 251 22

Errores Estándar en Paréntesis
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

El PIB per cápita resulta significativo estadísticamente, y su coeficiente positivo, aunque menor que otros. Cava-Ferreruela y Muñoz (2006:9) estimaron para 30 países de la OCDE

[25] Véase nota 14.

que este ingreso constituye la principal variable que aumenta la penetración de BAF. Otros autores han reportado también resultados consistentes con los de nuestro estudio.

Se determina que los años de introducción de la tecnología Dsl no son significativos, por lo que no es posible determinar el sentido de la relación de esta variable explicativa con respecto a la penetración de BAF. Lo anterior probablemente por el largo periodo que ya lleva la dispersión de esa tecnología. Este resultado es diferente a lo estimado por Crandall et al (2013) y por De Ridder (2008).

Como era de esperarse la mayor penetración de la tecnología de cable contribuye también al desarrollo del servicio de BAF. Este medio ofrece una alternativa efectiva para la provisión del servicio y representa una fuente de competencia importante para el servicio que se presta a través de cable de cobre. El coeficiente de esta variable explicativa es incluso más grande que el del PIB per cápita, y estadísticamente significativo a un 90% de probabilidad. Al igual que las redes de cable, las de fibra constituyen un medio alternativo para la prestación de BAF. Este indicador resulta significativo para la muestra utilizada, por lo que concluimos que contribuyen a la penetración de BAF.

Los resultados obtenidos permiten conciliar en alguna medida, y desde nuestra perspectiva, los diferentes estudios considerados. Lo anterior, en virtud de que sugieren la relevancia de la DBL en el desarrollo del servicio de BAF, pero asimismo ponderan la existencia de las redes de TV por cable y de fibra como otro factor relevante. Sin embargo, el objeto de este estudio es únicamente evaluar en una perspectiva de más de una década y a nivel internacional, el impacto de la DBL en el crecimiento de la BAF. Lo que resulta relevante para un país como México, donde recién se implementará este instrumento.

Este trabajo reitera que las conclusiones sintetizadas por Cave y señaladas en la sección 2) son consistentes con nuestro resultado. Sin embargo, en lo que respecta a la duración del efecto de la competencia derivada de la DBL, que en nuestro modelo no se acota a los primeros años.

Como se señaló, los datos sobre la DBL permiten separar a los países en dos grupos integrados por 11 países cada uno, según el grado de consolidación de sus mercados mayoristas a partir de la DBL. El Grupo 1[26], integra a los países que presentan un mercado mayorista de bucle desagregado creciente o constante. Cabe destacar que se incluyen en el primer grupo 3 países emergentes que no han introducido la DBL, a manera de control. El segundo grupo[27], con 11 países a los que habiendo aplicado este instrumento, registran un primer periodo de su utilización intensiva, seguido de un abandono o reducción del mismo como mecanismos de acceso para la provisión de servicios de BAF (Gráficas 3a y 3b).

Cabe destacar que la formación de estos dos grupos responde exclusivamente a la observación de la evolución del mercado mayorista, medido en función del porcentaje de servicios ofrecidos a través de DBL, y a la inquietud por medir si en cada grupo el impacto de las variables es diferente que en el agregado. La integración de estas dos muestras ofrece información adicional sobre el efecto de las diferentes variables explicativas. A cada muestra

[26] El grupo 1 se integra por: Alemania, Australia, España, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Reino Unido y Suecia, además de México, Rusia y Chile.
[27] El grupo 2 se integra por: Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, Finlandia, Japón, Noruega, Países Bajos, Portugal, Rusia, y Suiza.

se aplicó el modelo en panel y de acuerdo con la prueba Hausman, se adaptó un modelo de efectos fijos para el grupo 1 y de cluster para el grupo 2[28].

A nivel de grupos, se aprecian resultados muy diferentes pero consistentes con las expectativas. En el Grupo 1, la penetración de BAF se explica por el tiempo de apertura del bucle local y los precios mayoristas que se ofrecen. Ambas variables son muy significativas y con los signos esperados: positivo para los años de DBL y negativo respecto al precio. Destaca que el tiempo de difusión de la tecnología xDSL afecta, en vez de contribuir, a la BAF. Este resultado no es claro, pero puede deberse a que ya se encuentra en una etapa en que comienza a ser sustituida por las redes de fibra. En el Grupo 1, la existencia de otras redes como la de fibra y de cable no es significativa. Así tampoco, el ingreso por habitante, que brinda una referencia del poder adquisitivo.

Cuadro 6. Resultados Econométricos por Grupo

Variables	Grupo 1 pen_ba	Grupo 2 pen_ba
Modelo	Efectos Fijos	Cluster
t_dbl	1.148*** (0.141)	0.699** (0.278)
p_dbl	-0.00691*** (0.00203)	0.00328 (0.00251)
t_dsl	-1.738* (0.934)	-0.000482*** (0.000139)
pib_pc	1.46e-05 (4.60e-05)	0.000262*** (5.87e-05)
Fttx	0.162 (0.131)	-0.137 (0.399)
cable	0.116 (0.0992)	0.325*** (0.0978)

[28] Las pruebas Hausman para ambos grupos y la de robustez para el grupo 1 – correlación serial y de tiempo- se presentan en el 1.

Constant		-5.435*** (0.771)
R2	0.9416	0.9111
Observaciones	165	132
Número de países	14	11

Errores Estándar Robustos en Paréntesis
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Para el Grupo 2, se aprecia que también el tiempo de desagregación explica positivamente la penetración de BAF, pero el precio del insumo no es significativo. En contraste con los resultados del Grupo 1, en este caso la existencia de la red de cable explica de manera significativa y positiva la penetración de BAF. El hecho de que en estos países las redes de cable expliquen el desarrollo de la BAF, es consistente con los hallazgos de diversos autores, y el hecho de que no lo sea en otros países explicaría la aparente controversia, sin que esta lo sea. En el Grupo 2 tanto el PIB per cápita como el tiempo de difusión de la tecnología DSL son explicativas de la penetración de BAF.

De la comparación de los resultados obtenidos a partir de los grupos separados es posible concluir que en los países incluidos en los tres ejercicios la DBL tienen efectos positivos.

4. Proyecciones 2016 -2020

A partir de las estimaciones cuantitativas realizadas para 22 países, se elaboraron proyecciones para México de la penetración de BAF por cada 100 habitantes. Las estimaciones cubren el periodo 2016-2020, esto es, para un periodo de cinco años a partir de que se implemente el esquema de DBL.

Se prevén tres escenarios en función de los precios que se apliquen, ya sean altos, medios o bajos. La estimación de los mismos se realizó a partir de la evolución lineal reciente de los precios en 17 países europeos, clasificados en tres categorías según su nivel de precios.

Comparando las cifras calculadas a partir de nuestra estimación econométrica, se observa un mayor crecimiento de la penetración de BAF, derivado del efecto disruptivo propiciado por el esquema de DBL. Como se ha señalado, a través de este esquema se ofrece acceso a nuevos oferentes del servicio, lo que incide favorablemente en la diversidad, los precios al consumidor y por ende en la penetración del servicio.

Cuadro 9. Proyecciones de la Penetración de BAF 2016-2020

		Escenarios		
	Ovum	Pesimista P DBL Altos	Medio P DBL Medios	Optimista P DBL bajos
2016	15.23	16.17	16.86	17.26
2017	15.27	17.33	18.05	18.38
2018	15.31	18.71	19.46	19.72
2019	15.34	19.75	20.54	20.71
2020		21.34	22.16	22.26

Fuente: estimaciones propias a partir de cifras de Ovum y del modelo econométrico.

El efecto de la DBL dependerá en buena medida de la decisión de precios que adopte el Instituto Federal de Telecomunicaciones, aunque otros factores exógenos al modelo podrán afectar la evolución de esta penetración. Tal es el caso de la Red Compartida[29], cuyo

[29] La Red Compartida es una red de servicio al mayoreo que operará en la banda de los 700 MHz y que contará con cobertura nacional. Su vocación se orienta a dar servicio a concesionarios de servicios móviles.

despliegue se iniciará en breve. Sin embargo se consideró que al menos en el periodo cubierto por las proyecciones, la sustitución entre accesos fijos y móviles aun será reducida[30].

La diferencia con las proyecciones de Ovum, puede reflejar el hecho de que esta empresa no ha ajustado su proyección con el cambio regulatorio que se desprende de la Resolución de preponderancia, el cual se enfoca a propiciar un ambiente más favorable a la competencia. De prevalecer el escenario pesimista, caracterizado por precios de DBL relativamente más altos que el promedio internacional, se estima a partir de nuestro modelo econométrico, un crecimiento anual de la penetración de BAF similar al registrado en promedio en los últimos 14 años. Los escenarios medio y optimista sugieren un crecimiento mayor de la BAF, lo cual es consistente con un entorno más competitivo propiciado por la regulación asimétrica.

5. Consideraciones Finales

Del análisis de la bibliografía en la materia y de casos de países con experiencia en la promoción de competencia a través de las políticas de acceso, es posible inferir que la DBL:

- Desplazó usuarios de los operadores tradicionales, hacia los nuevos entrantes, favoreciendo un ambiente más competitivo en el corto plazo, con la consecuente

[30] Nakamura, Akihiro (2015) estudia la sustitución entre los servicios de acceso, móviles y fijos para BA, considerando entre otras variables, la calidad y seguridad de los servicios. Concluye que en el corto plazo la sustitución no es suficiente, pero que esta podrá fortalecerse en algunos años.
En el caso mexicano debe considerarse que la Red Compartida tendrá inicialmente mayores costos por ser una red de nuevo despliegue y por ende con un uso relativo menor. En la medida que cuente con más usuarios, podrá reducir sus costos unitarios y ofrecer mayor competencia también frente a los servicios de acceso fijo.

reducción del precio, incremento de la diversidad y calidad de servicios, la expansión de los mismos y el aumento del bienestar social que de ello se desprende.

- Propició en algunos países como Corea, Finlandia y Estados Unidos, la entrada de nuevos competidores en los años inmediatos a la apertura, y se desvaneció posteriormente. En los años subsecuentes, las concentraciones entre empresas o cierre de las mismas, tendieron nuevamente a reducir en algunos países el número de operadores. En esos casos, son las empresas originales de telefonía y las de televisión por cable las que recuperan y absorben una mayor parte del mercado. Esto es, la competencia en servicios, es gradualmente sustituida por la competencia entre diferentes plataformas.

- En países como Alemania, Italia, Francia, España y Suecia, se ha mantenido un número significativo de entrantes que rentan el bucle. La competencia promovida por la DBL ha propiciado la caída de los precios de los servicios de BAF y el crecimiento de la penetración de ese servicio.

- La aplicación de un precio bajo de acceso al bucle (cercano o igual a costos) puede ser conveniente para propiciar la entrada de nuevos operadores a través de la DBL. En el mediano plazo es necesario analizar si se mantienen los precios tan bajos, a fin de evitar que se desalienten las nuevas inversiones. Si bien este es un efecto buscado a través de la DBL, que originalmente se diseñó para evitar la duplicación de

inversiones y redes, hoy en día la necesidad de contar con redes y tecnologías de nueva generación reviste un reto importante.

- Con base en la experiencia internacional y los estudios econométricos realizados es posible concluir que la DBL puede propiciar la entrada de nuevos prestadores de servicios de BAF.

- El objetivo de la DBL debe ser la promoción de la competencia en el mercado y por el mercado, a fin de propiciar el real desarrollo del servicio de BAF como un todo.

- Los resultados obtenidos en este estudio a partir de cifras de 22 países son alentadores, ya que sugieren que la implementación de la DBL a la red del incumbente de telefonía en México puede propiciar la entrada de nuevos oferentes de servicios de BAF y que su efecto favorable, no se limitará a tres o cuatro años. Lo anterior, además de la competencia entre esos oferentes y las empresas que hoy ya venden servicios a través del cable de la televisión de paga. El efecto disruptivo de esta política pudiera traducirse, *ceteris paribus*, hasta en un aumento de 5 puntos en la penetración del servicio de BAF durante el próximo lustro.

1. Presentación resultados y Pruebas de Robustez del Modelo

Aplicación Agregada- 22 países

```
. xtreg pen_ba t_dbl p_dbl t_dsl pib_pc fttx cable_pen i.ao, re

Random-effects GLS regression                   Number of obs      =       251
Group variable: codigo                          Number of groups   =        22

R-sq:  within  = 0.9195                         Obs per group: min =         1
       between = 0.6883                                        avg =      11.4
       overall = 0.7783                                        max =        13

                                                Wald chi2(22)      =   2356.26
corr(u_i, X)   = 0 (assumed)                    Prob > chi2        =    0.0000

------------------------------------------------------------------------------
      pen_ba |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       t_dbl |   1.071312   .1249235     8.58   0.000     .8264664    1.316158
       p_dbl |  -.0050281   .0018773    -2.68   0.007    -.0087076   -.0013487
       t_dsl |  -.0002433   .0002321    -1.05   0.295    -.0006982    .0002116
      pib_pc |   .0001005   .0000404     2.48   0.013     .0000212    .0001798
        fttx |   .0752604   .0403505     1.87   0.062    -.0038252     .154346
   cable_pen |   .1121331   .0628553     1.78   0.074     -.011061    .2353272
             |
          ao |
           2 |    1.97722   1.711786     1.16   0.248    -1.377819    5.332259
           3 |   3.210081   1.667688     1.92   0.054    -.0585271    6.478689
           4 |   5.368114   1.651238     3.25   0.001     2.131747    8.604481
           5 |   7.447625    1.64168     4.54   0.000     4.229991    10.66526
           6 |   9.777263   1.639247     5.96   0.000     6.564399    12.99013
           7 |   11.76657    1.64163     7.17   0.000     8.549032     14.9841
           8 |   13.36712   1.657015     8.07   0.000     10.11943    16.61481
           9 |    14.3893   1.684032     8.54   0.000     11.08866    17.68994
          10 |   14.88628   1.717709     8.67   0.000     11.51963    18.25293
          11 |   15.18026   1.760068     8.62   0.000     11.73059    18.62993
          12 |   15.11908    1.81043     8.35   0.000      11.5707    18.66746
          13 |   15.44478   1.849225     8.35   0.000     11.82036    19.06919
          14 |   14.93652   2.144517     6.96   0.000     10.73335     19.1397
          15 |   14.64361   2.412287     6.07   0.000     9.915618    19.37161
          16 |   14.74009   2.630766     5.60   0.000     9.583888     19.8963
          17 |   13.83746   3.737264     3.70   0.000     6.512557    21.16236
             |
       _cons |  -.1616686   2.336948    -0.07   0.945    -4.742003    4.418666
-------------+----------------------------------------------------------------
     sigma_u |  4.6965155
     sigma_e |  2.4973787
         rho |  .77956933   (fraction of variance due to u_i)
------------------------------------------------------------------------------
```

Modelo Grupo 1

```
. xtreg pen_ba p_dbl t_dbl pib_pc t_dsl pen_fibra cable_pen i.ao, fe

Fixed-effects (within) regression               Number of obs      =       165
Group variable: codigo                          Number of groups   =        14

R-sq:  within  = 0.9410                         Obs per group: min =         8
       between = 0.0892                                        avg =      11.8
       overall = 0.5037                                        max =        13

                                                F(21,130)          =     98.72
corr(u_i, Xb)  = -0.1114                        Prob > F           =    0.0000

------------------------------------------------------------------------------
      pen_ba |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       p_dbl |  -.006827   .0020611    -3.31   0.001    -.0109046   -.0027493
       t_dbl |   1.145673   .1461043     7.84   0.000     .8566229    1.434723
      pib_pc |  -3.91e-06   .0000454    -0.09   0.932    -.0000938     .000086
       t_dsl |  -1.728372   .9399249    -1.84   0.068    -3.587901    .1311568
   pen_fibra |   .1214385   .4087583     0.30   0.767    -.6872409    .9301179
   cable_pen |   .1301709   .1018834     1.28   0.204    -.0713931     .331735
             |
          ao |
           2 |   1.606109   2.219813     0.72   0.471    -2.785525    5.997743
           3 |   4.986641   2.809628     1.77   0.078    -.5718724    10.54515
           4 |   8.463743   3.578324     2.37   0.019     1.384456    15.54303
           5 |   12.35724   4.480538     2.76   0.007     3.493032    21.22145
           6 |   16.43083   5.356686     3.07   0.003     5.833264    27.02839
           7 |    19.8437   6.259213     3.17   0.002     7.460597    32.22681
           8 |   22.84685   7.164502     3.19   0.002     8.672739    37.02096
           9 |   25.58495   8.078752     3.17   0.002     9.602109     41.5678
          10 |   27.70132   8.906796     3.11   0.002     10.08029    45.32235
          11 |   29.79381   9.852706     3.02   0.003     10.30141    49.28621
          12 |   31.65363   10.78684     2.93   0.004     10.31316     52.9941
          13 |   33.49884   11.71845     2.86   0.005      10.3153    56.68238
          14 |   35.55003   12.72934     2.79   0.006     10.36655    60.73352
          15 |   36.70853   13.71256     2.68   0.008     9.579883    63.83719
          16 |   40.36812   14.72611     2.74   0.007     11.23427    69.50198
             |
       _cons |   7.181811   2.902124     2.47   0.015     1.440305    12.92332
-------------+----------------------------------------------------------------
     sigma_u |  9.2955404
     sigma_e |  2.1700675
         rho |  .94831666   (fraction of variance due to u_i)
------------------------------------------------------------------------------
F test that all u_i=0:     F(13, 130) =    26.04              Prob > F = 0.0000
```

Modelo Grupo2

```
. xtreg pen_ba p_dbl t_dbl pib_pc t_dsl pen_fibra cable_pen i.ao, vce(cluster codigo)

Random-effects GLS regression                   Number of obs      =       132
Group variable: codigo                          Number of groups   =        11

R-sq:  within  = 0.9111                         Obs per group: min =        11
       between = 0.9141                                        avg =      12.0
       overall = 0.9147                                        max =        13

                                                Wald chi2(10)      =         .
corr(u_i, X)   = 0 (assumed)                    Prob > chi2        =         .

                                 (Std. Err. adjusted for 11 clusters in codigo)
------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
      pen_ba |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
       p_dbl |   .0032776   .0025132     1.30   0.192    -.0016481    .0082034
       t_dbl |   .6993174   .2783485     2.51   0.012     .1537643     1.24487
      pib_pc |   .0002622   .0000587     4.46   0.000     .0001471    .0003773
       t_dsl |  -.0004823   .0001395    -3.46   0.001    -.0007557    -.000209
   pen_fibra |  -.1368946   .3985595    -0.34   0.731    -.9180568    .6442676
   cable_pen |    .325447   .0977918     3.33   0.001     .1337786    .5171155
             |
          ao |
           2 |  -1.671794   1.668574    -1.00   0.316    -4.942139    1.598551
           3 |  -2.871986   1.813254    -1.58   0.113    -6.425898    .6819258
           4 |  -.5771125   .9475812    -0.61   0.542    -2.434337    1.280112
           5 |   2.608962   .7429572     3.51   0.000     1.152792    4.065131
           6 |   4.740913   1.039806     4.56   0.000     2.70293    6.778896
           7 |    7.53294   1.082069     6.96   0.000     5.412124    9.653755
           8 |   10.11787     1.0945     9.24   0.000     7.972686    12.26305
           9 |   11.47778   1.009912    11.37   0.000     9.498391    13.45718
          10 |   12.19937   1.068643    11.42   0.000     10.10487    14.29387
          11 |   13.15012   1.194584    11.01   0.000     10.80878    15.49146
          12 |    13.4674   1.399053     9.63   0.000     10.7253    16.20949
          13 |   13.99516   1.860561     7.52   0.000     10.34853     17.6418
          14 |   14.42292   2.445562     5.90   0.000     9.629708    19.21613
          15 |   12.73644   4.227856     3.01   0.003         4.45    21.02289
          16 |   15.96744   3.365883     4.74   0.000     9.37043    22.56445
          17 |   16.39321   3.811677     4.30   0.000     8.922465    23.86396
             |
       _cons |  -5.435001   .7708566    -7.05   0.000    -6.945853    -3.92415
-------------+----------------------------------------------------------------
     sigma_u |          0
     sigma_e |  2.1394806
         rho |          0   (fraction of variance due to u_i)
------------------------------------------------------------------------------
```

2. Pruebas de Robustez del Modelo

Prueba Hausman Grupo Agregado: se rechaza Ho y se adopta H1, por tanto aplica el modelo con efectos aleatorios

```
                 ---- Coefficients ----
             |      (b)          (B)            (b-B)     sqrt(diag(V_b-V_B))
             |     fixed        random       Difference          S.E.
-------------+----------------------------------------------------------------
       t_dbl |   1.053334     1.071312       -.0179776        .0485564
       p_dbl |  -.0041066    -.0050281        .0009215        .0007984
       t_dsl |  -.0000652    -.0002433        .0001781        .0002238
      pib_pc |   .0000749     .0001005       -.0000255        .0000206
        fttx |   .1128904     .0752604         .03763         .0073215
   cable_pen |  -.1029623     .1121331       -.2150954        .0479823
             |
          ao |
           2 |   1.695427      1.97722       -.2817926        .1260022
           3 |   3.029058     3.210081       -.1810226        .1441206
           4 |   5.246545     5.368114       -.1215688        .1364344
           5 |   7.335095     7.447625       -.1125303        .1345333
           6 |   9.714004     9.777263       -.0632582        .1319551
           7 |   11.84023     11.76657        .0736628        .1025682
           8 |   13.46338     13.36712        .0962565        .1002558
           9 |   14.44839      14.3893        .0590908        .1144607
          10 |   14.98138     14.88628        .0950953        .1232917
          11 |   15.19467     15.18026        .0144178        .1395808
          12 |   15.12441     15.11908        .0053317        .1801796
          13 |   15.30541     15.44478       -.1393627        .1488405
          14 |   14.95216     14.93652        .0156366        .2551992
          15 |   14.82559     14.64361         .181978        .2277848
          16 |   14.90692     14.74009        .1668235        .3382326
          17 |   13.96911     13.83746        .1316479        .8224147
------------------------------------------------------------------------------
                           b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
            B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

    Test:  Ho:  difference in coefficients not systematic

                  chi2(20) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
                           =        8.77
                Prob>chi2 =      0.9855
                (V_b-V_B is not positive definite)
```

Prueba Hausman Grupo 1: se acepta Ho, por tanto aplica el modelo con efectos fijos.

Prueba Hausman para el Modelo Grupo 2: no se cumple el supuesto de asimptotidad de la prueba, por lo que se aplica un modelo de cluster.

	Coefficients (b) fixed	(B) random	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
t_dbl	1.14792	1.509758	-.361838	.0831801
p_dbl	-.0069096	-.0008882	-.0060214	.
t_dsl	-1.738064	2.629859	-4.367923	.8811119
pib_pc	.0000148	.0000588	-.0000441	.0000359
fttx	.1619388	.0924243	.0695125	.
cable_pen	.1160565	.1846269	-.0685704	.0897361
ao				
2	1.592448	-3.21541	4.807858	.
3	5.001992	-4.387409	9.389402	.8118878
4	8.420074	-5.413377	13.83345	2.266506
5	12.29633	-6.478026	18.77436	3.416262
6	16.3811	-6.865196	23.2263	4.400939
7	19.77928	-8.112082	27.89135	5.383349
8	22.75293	-9.508703	32.26163	6.287241
9	25.46131	-11.34041	36.80173	7.200937
10	27.59491	-13.43056	41.02547	8.012921
11	29.59982	-15.99705	45.59687	8.946049
12	31.3908	-18.80965	50.20045	9.85697
13	33.18017	-21.42099	54.60116	10.76432
14	34.97596	-25.12211	60.09807	11.6692
15	36.38262	-29.36159	65.74421	12.51488
16	39.93889	-29.80298	69.74187	13.32251

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(18) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
= 40.20
Prob>chi2 = 0.0031
(V_b-V_B is not positive definite)

	Coefficients (b) fixed	(B) random	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
p_dbl	.0032776	-.0051947	.0084723	.0011048
t_dbl	.6993174	1.087398	-.3880807	.1412726
pib_pc	.0002622	.0001234	.0001388	.0000248
t_dsl	-.0004823	-.0001984	-.000284	.
pen_fibra	-.1368946	.2707001	-.4075948	.0625855
cable_pen	.325447	.0803695	.2450776	.
ao				
2	-1.671794	1.043093	-2.714888	4.183732
3	-2.871986	2.198563	-5.070549	4.014083
4	-.5771125	4.145479	-4.722591	3.976183
5	2.608962	6.12437	-3.515409	3.945679
6	4.740913	8.36427	-3.623357	3.927931
7	7.53294	10.25348	-2.72054	3.92019
8	10.11787	11.76451	-1.646642	3.916336
9	11.47778	12.77702	-1.299239	3.927301
10	12.19937	13.31868	-1.119313	3.94344
11	13.15012	13.6604	-.5102836	3.968183
12	13.4674	13.60287	-.1354697	3.994037
13	13.99516	13.85064	.1445263	4.037348
14	14.42292	12.97899	1.443931	4.181654
15	12.73644	12.72511	.0113354	4.416739
16	15.96744	12.66286	3.304581	4.737599
17	16.39321	11.68849	4.704724	5.183745

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(20) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
= -7.42 chi2<0 ==> model fitted on these data fails to meet the asymptotic assumptions of the Hausman test; see suest for a generalized test

Pruebas de Robustez Modelo Grupo 1

Prueba de Correlación Serial

```
. xtserial pen_ba t_dbl

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
    F(  1,      18) =     53.704
           Prob > F =      0.0000

. xtserial pen_ba p_dbl

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
    F(  1,      13) =    290.802
           Prob > F =      0.0000

. xtserial pen_ba pib_pc

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
    F(  1,      18) =   3398.432
           Prob > F =      0.0000

. xtserial pen_ba t_dsl

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
    F(  1,      18) =    576.768
           Prob > F =      0.0000

. xtserial pen_ba fttx

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
    F(  1,      18) =   2671.843
           Prob > F =      0.0000

. xtserial pen_ba cable_pen

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
    F(  1,      18) =   4357.251
           Prob > F =      0.0000
```

Pruebas de tiempo para efectos fijos

```
. testparm i.ao

 ( 1)  2.ao = 0
 ( 2)  3.ao = 0
 ( 3)  4.ao = 0
 ( 4)  5.ao = 0
 ( 5)  6.ao = 0
 ( 6)  7.ao = 0
 ( 7)  8.ao = 0
 ( 8)  9.ao = 0
 ( 9)  10.ao = 0
 (10)  11.ao = 0
 (11)  12.ao = 0
 (12)  13.ao = 0
 (13)  14.ao = 0
 (14)  15.ao = 0
 (15)  16.ao = 0

       F( 15,   130) =    5.56
            Prob > F =    0.0000
```

5. Bibliografía

1. Aron, Debra J. y Burnstein, David E., (2003). Broadband Adoption in the United States: An Empirical Analysis. Down to the Wire: Study in the Diffusion and Regulation of Telecommunications Tecnologies, Allan L. Shampine, ed., July 2003.
2. Bijl, Paul W. y Peitz, Martin, (2005). Unbundling in Europe. Experience, Prospects and Policy Challenges. Communications and Startegies, 57, pp. 33-57.
3. Bacache, Maya; Bourreau, Marc y Gaudin, Germain, (2013). "Dynamic Entry and Investment in New Infrastructures: Empirical Evidence from the Telecoms Industry," Review Industrial Organization. pp. 1-31.
4. Bauer, Johannes M. (2010), Regulation, Public Policy, and Investment in Communications Infrastructure, Telecommunications Policy, 34(1). pp 65-79.
5. Bouckaert, J., van Dijk, T. y Verboven, F. (2010). Access Regulation, Competition and Broadband Penetration. Telecommunications Policy, 34, pp. 661-671.
6. Briglauer, W.; Ecker, Georg; y Klaus Kugler, (2013). "Regulation and Investment in Next Generation Access Networks: Recent Evidence from the Europ. Member S."Inf. Economic Policy. 25 (3), pp. 142-153.
7. Cava-Ferruela, I. y Alabau-Muñoz, A. (2006) Broadband Policy Assesment: A Cross-National Empirical Analysis. Telecommunicactions Policy 30.
8. Cave, Martin (2006). Encouraging Infraestructure Competition via the Ladder of Investment. Telecommunications Policy 30 2006, pp 223-237.
9. Cave, Martin (2014). The ladder of investment in Europe, inretrospect and prospect. Telecommunications Policy 38, pp. 674–683.

10. Comisión Europea, (2002). Directiva 2002/19/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de la UE, 7 marzo de 2002. Disponible en: http://ec.europa.eu/ archives/ISPO/infosoc/telecompolicy/review99/com2000-394en.pdf. (Consulta: marzo 2015).
11. Crandall, Robert W., Allan T. Ingraham, y Hal J. Singer. (2004). Do Unbundling Policies Discourage CLEC Facilities-Based Investment. *Topics in Economic Analysis and Policy*, 4, pp. 1–23.
12. Crandall, Robert, Eisenach, W., Ingraham, Allan T. (2013). The Long Run Effect of Copper Unbundling and the Implication for Fiber. Telecommunications Policy. Vol. 37, Issues 4-5, pp. 262-281.
13. De Ridder, John (2008). "What drives Broadband Uptake?" Media International Australia, No. 127.
14. Distaso, Walter, Lupi, Paolo, y Manenti, Fabio, 2005. Plataform Competition and Broadband Uptake: Theory and Emirical Evidence from the European Union. Information Economics and Policy, Vol. 18, Issue 1, pp. 87-106
15. Gruber, Harald y Koutroumpis, Pantelis, (2011). Competition Enhancing Regulation and Diffusion and Innovation: the Case of Broadband Networks. Journal of Regulatory Economics (07).
16. Holt, Lynn. y Jamison, Mark (2009). Broadbandand contributions to economic growth: Lessons from the US experience. Telecommunications Policy. 33, pp. 575-581.
17. Instituto Berkman, (2010). "Next Generation Connectivity. A review of Broadband Internet Transition and Policy around the World." The Berkman Center for Internet & Society at Harvard University. Documento disponible en: http://ictlogy.net/ bibliography/reports /projects.php? idp=1599 (Consulta: marzo 2015).

18. Instituto Federal de Telecomunicaciones. Cifras estadísticas disponibles en: http://siemt.ift.org.mx/.
19. Koutroumpis, P. (2009). 'The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach'. Telecommunications Policy, 33, pp. 471-485.
20. Nardotto, Mattia, Valetti, Tommaso y Verboven, Frank. (2015). Unbundling the Incumbent. Evidence from UK Broadband. Journal of the European Association, 13 (2):320-362.
21. Ovum. Cifras estadísticas disponibles en: https://www.ovumkc.com/kc/telecoms.
22. Rajabiun, Reza y Middleton, Catherine. (2015). Regulation, investment and efficiency in the transition to next generation broadband networks: Evidence from the European Union. Telematics and Informatics 32, 230–244.
23. Wallsten, Scott y Hausladen, Stephanie. (2009). Net Neutrality, Unbundling, and their effects on International Investment in NGN. Review of Network Economics, Vol. 8, Issue 1.