



Conectados a la banda ancha: Tecnología, políticas e impacto en América Latina y España

Edwin Fernando Rojas
(editor)



NACIONES UNIDAS
UNITED NATIONS

CEPAL



Alianza para la sociedad de la información
en América Latina y el Caribe - Fase 2
Inclusión • Innovación • Desarrollo



Programa financiado por la Unión Europea



Centro de Estudios y Documentación
Internacionales de Barcelona

Conectados a la banda ancha: Tecnología, políticas e impacto en América Latina y España

Edwin Fernando Rojas
(Editor)



Esta publicación fue coordinada por Edwin Fernando Rojas, de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), e Íñigo Macías, del Centro de Estudios y Documentación Internacionales de Barcelona (CIDOB), en el marco del proyecto Diálogo político inclusivo e intercambio de experiencias, del programa Alianza para la Sociedad de la Información 2 (@LIS2), cofinanciado por la CEPAL y la Unión Europea, y ejecutado por la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL.

Los coordinadores agradecen a Laura Palacios y Francisca Lira (CEPAL) y a José María Castellano por su apoyo en la elaboración del presente documento.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las organizaciones involucradas.

Este documento se ha realizado con ayuda financiera de la Unión Europea. Las opiniones expresadas en el mismo no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Unión Europea.

Esta publicación puede descargarse en línea en <http://www.cepal.org/Socinfo>.

Índice

I.	Banda ancha, digitalización y desarrollo en América Latina	
	<i>Raúl Katz</i>	5
	1. Banda ancha y crecimiento económico	5
	2. Digitalización y desarrollo	16
	3. Implicaciones de política	22
II.	Conectividad de banda ancha en América Latina	
	<i>Omar de León</i>	25
	1. Puntos de intercambio de tráfico de Internet	27
	2. Tendencias de las redes de distribución.....	34
	3. Análisis comparado de la normativa respecto de los IXP.....	38
	4. ICT Regulation Toolkit.....	38
	5. Conclusiones.....	40
III.	Políticas públicas para la universalización de las redes ultrarrápidas de banda ancha en España	
	<i>Jorge Pérez Martínez</i>	43
	1. Introducción	43
	2. Universalización de la banda ancha	44
	3. Despliegue de redes ultrarrápidas de banda ancha	46
	4. Adopción de servicios de Internet ultrarrápidos y evolución hacia una Internet abierta y sostenible	49
IV.	Servicio universal de banda ancha en áreas rurales: análisis de impacto de los planes públicos en la reducción de la brecha digital en España	
	<i>José María Castellano</i>	51
	1. Introducción	51
	2. Las preguntas de investigación.....	52
	3. Marco teórico.....	54
	4. El planteamiento de la investigación.....	56
	5. Análisis de los resultados.....	59
	6. Discusión y conclusiones	61
	Anexo	64
	Bibliografía.....	67

I. Banda ancha, digitalización y desarrollo en América Latina

*Raúl L. Katz*¹

1. Banda ancha y crecimiento económico

Este capítulo presenta los resultados de un conjunto de investigaciones realizadas a partir de 2009 sobre la contribución de la banda ancha al desarrollo de América Latina². Un primer conjunto de resultados se concentra en la medición del impacto económico de la banda ancha en términos de crecimiento del PIB, creación de empleo y aumento del ingreso promedio de los hogares. Un segundo grupo evalúa la utilización de la banda ancha en materia de aplicaciones, servicios y contenidos; para ello, se elabora un índice de digitalización de las naciones, que mide tanto la adopción de banda ancha como la utilización de servicios vinculados a la misma, por ejemplo gobierno electrónico, comercio electrónico y redes sociales. Con base en esos resultados, se proponen recomendaciones de política orientadas a maximizar el impacto económico de la banda ancha.

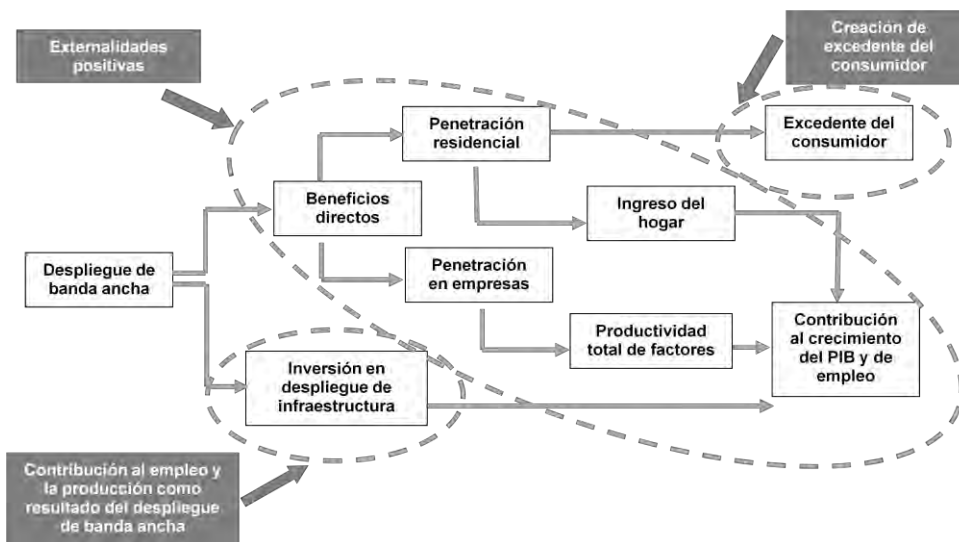
La contribución económica de la banda ancha como tecnología de uso general se manifiesta mediante una multiplicidad de efectos (ver gráfico I.1). El primero resulta de la construcción de redes de telecomunicaciones y se materializa de la misma manera que toda obra de infraestructura: el despliegue de banda ancha crea empleo y actúa sobre el conjunto de la economía con base en efectos multiplicadores. El segundo efecto se refiere al derrame en el conjunto del sistema económico que impacta tanto a empresas como a consumidores residenciales. Por un lado, el uso de la banda ancha por el sector productivo resulta en un aumento de la productividad, lo que contribuye al crecimiento del PIB. Por otro lado, su adopción por las familias aumenta el ingreso

¹ Raúl Katz es profesor adjunto en la División de Finanzas y Economía en la Columbia Business School, y director de Estudios de estrategia corporativa en el Columbia Institute for Tele-Information. Asimismo, es presidente de Telecom Advisory Services, LLC.

² Estas fueron realizadas en el marco de estudios preparados para la CEPAL, la UIT, el Foro Económico Mundial, los gobiernos de Colombia y Costa Rica, y asociaciones de operadores de telecomunicaciones.

real de los hogares, lo que resulta en una disminución de la pobreza y contribuye al mismo tiempo al crecimiento económico.

GRÁFICO I.1
CONTRIBUCIÓN ECONÓMICA DE LA BANDA ANCHA



Fuente: Elaboración propia.

Más allá de estos efectos, los usuarios residenciales que tienen banda ancha reciben un beneficio en términos de excedente del consumidor, definido como la diferencia entre su voluntad de pago por el servicio y el precio de mercado. Este efecto, aunque no incluido en el cálculo del PIB, es importante pues representa beneficios en materia de acceso a información, entretenimiento y servicios públicos.

Las siguientes tres secciones presentan los resultados en estudios realizados por el autor en la región hasta la fecha. En primer lugar, se presenta un modelo para medir el impacto de la banda ancha en el crecimiento del PIB de la región, seguido por resultados desagregados para Colombia y Panamá. En segundo lugar, se presentan medidas del impacto de la banda ancha en la generación de empleo en Chile, Colombia y la República Dominicana. Finalmente, se reportan resultados de estudios en Costa Rica y Colombia que evalúan el impacto de la banda ancha en el aumento del ingreso promedio de los hogares.

1.1. Crecimiento del PIB

El primer análisis del impacto económico de la banda ancha en América Latina fue realizado por Katz (2010) con base en una muestra cruzada de países. Debido a la falta de series históricas, el análisis se basó en la metodología de mínimos cuadrados ordinarios sobre una muestra de datos agrupados para los años 2004 y 2009. Este análisis enfrentó dos problemas metodológicos. En primer lugar, al no poderse utilizar datos de panel, no se logró aislar, en el resultado del modelo, las características propias de cada país, lo que podría resultar en un problema de “variables omitidas”. Sin embargo, la inclusión en el modelo de variables como el desarrollo de la banda ancha y el grado de apertura de la economía permite reducir este problema. El segundo problema de este tipo de modelos tiene que ver con la endogeneidad entre el crecimiento del PIB per cápita y la penetración de la banda ancha. Idealmente, la construcción de un modelo de estructura múltiple con base en ecuaciones simultáneas permitiría endogeneizar el desarrollo de la banda ancha en función del PIB per cápita, los precios, la competencia y el grado de regulación de la industria de telecomunicaciones. Nuevamente, la falta de

datos no permitió construir un modelo tal: la solución fue rezagar un año la variable de desarrollo de la banda ancha. Con estas salvedades, el modelo especificado generó los resultados presentados en el cuadro I.1.

CUADRO I.1
AMÉRICA LATINA: CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO DEL PIB

Crecimiento PIB	Coefficiente	Error estándar	Estadístico t	P>[t]	Intervalo de confianza al 95%	
Crecimiento en la penetración de banda ancha para los periodos 2001-2003 y 2004-2006	0,0158715	0,0080104	1,98	0,054	-0,0002942	0,0320372
Promedio inversión/PIB para los periodos 2004-2006 y 2007-2009	-0,0471624	0,1689699	-0,28	0,782	-0,3881575	0,2938328
Crecimiento de la población para los periodos 2004-2006 y 2007-2009	-0,4469177	1,40418	-0,32	0,752	-3,280668	2,386832
Nivel de educación terciaria (2002)	0,2139614	0,1108325	1,93	0,060	-0,0097076	0,4376304
PIB per capita en el inicio de los periodos 2003 y 2006	-0,0006957	0,0001806	-3,85	0,000	-0,0010602	-0,0003313
Promedio del índice de globalización (2001-2003) y (2004-2006)	-0,0653024	0,1929498	-0,34	0,737	-0,4546908	0,324086
Constante	13,02883	12,04659	1,08	0,286	-11,28217	37,33982

Número de observaciones	49
F(6,42)	7,18
Prob>F	0,0000
R ²	0,3814
Root MSE	7,024

Fuente: Katz (2010).

Los resultados muestran que, cuando se controla estadísticamente por el nivel de educación y el nivel inicial de PIB per capita, un aumento de 1% en la penetración de banda ancha contribuye 0,0158 por ciento al crecimiento del PIB. El coeficiente de la penetración de banda ancha es de signo positivo y estadísticamente significativo. Este resultado es consistente con el generado por Koutroumpis (2009) en su estudio para países de la OCDE, en el que, con base en un modelo de ecuaciones simultáneas, se muestra que un aumento de 1% de la penetración de banda ancha en países con una penetración promedio inferior al 14% contribuye al crecimiento del PIB en 0,008 por ciento.

En 2011, la mayor disponibilidad de datos desagregados permitió la realización de estudios a nivel nacional. El primero fue realizado para Colombia con datos departamentales entre los años 2006 y 2010 (Katz y Callorda, 2011). Este trabajo analiza el impacto de la banda ancha fija en el crecimiento del PIB departamental, controlando por el nivel de desarrollo económico inicial, el crecimiento de la población y el nivel de capital humano (años de educación promedio) (ver cuadro I.2).

CUADRO I.2
COLOMBIA: CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO DEL PIB

	Total	Baja penetración	Alta penetración
Crecimiento de accesos de banda ancha (%)	0,0036542 *** (0,001282)	0,0039548*** (0,0014167)	0,0039453*** (0,0012952)
Crecimiento de población (%)	0,8734808 (0,9599308)	-0,7848735 (1,019278)	4,585921 (1,948842)
Años de educación	-3,538593 (5,127222)	-1,878803 (11,28887)	3,668626 (3,831199)
PIB en 2003 (millones de pesos)	0,0056116 (0,0284458)	-0,2697321 (0,3899207)	-0,0432453 (0,0360005)
R2 Ajustado	0,1649	0,2088	0,2093
Prob > F	0,0103	0,0778	0,0086
Número de observaciones	132	64	68

Fuente: Katz y Callorda (2011).

Nota: La robustez del modelo fue evaluada con base en pruebas de independencia entre variables, de normalidad y de covarianza. Asimismo, se extendió el análisis para testear la normalidad multivariada mediante el método de Doornik-Hansen. En todos los casos, se encuentra con una probabilidad superior al 99% la validez de los modelos de estimación de impacto.

El modelo muestra que un aumento en las conexiones de banda ancha genera un efecto positivo en el crecimiento del PIB: si las conexiones aumentaran 10%, el PIB aumentaría 0,037%. Este efecto es menor que el encontrado en el modelo para el conjunto de la región debido principalmente a que la tasa de penetración de banda ancha promedio en Colombia es inferior al promedio de América Latina. Esto sugiere la existencia de retornos a escala que determinarían que el impacto económico aumente con el nivel de penetración.

El crecimiento de las conexiones de banda ancha es la única variable independiente que explica significativamente el crecimiento del PIB en todas las especificaciones, tanto para los departamentos con alta penetración como para los departamentos con baja penetración (columnas 3 y 4). Los coeficientes para los departamentos con alta o baja penetración son similares debido a que en ningún caso se supera el 20% —de acuerdo a criterios de comparación internacional, en todos los departamentos existiría una baja penetración—. Finalmente, el modelo explica entre un 15% y un 20% de la varianza de la variable dependiente, lo que indica que existen otros factores que causan la evolución del PIB³. Pese a ello, el coeficiente del efecto del crecimiento de la banda ancha es significativo y consistente en todas las especificaciones.

Para Panamá, Katz y Koutroumpis (2012a), con base en una mayor disponibilidad de información, utilizó un modelo de estructura múltiple, desarrollado inicialmente por Roller y Waverman (2001) para la telefonía fija y posteriormente adaptado por Koutroumpis (2009) para banda ancha y por Gruber y Koutroumpis (2011) para la telefonía móvil. El modelo está compuesto por cuatro ecuaciones: una función de producción, que modela el funcionamiento agregado de la economía, y tres funciones de demanda, oferta y *output*. Las tres últimas modelan el mercado de banda ancha, controlando por causalidad inversa.

³ La falta de datos departamentales para los mismos impide incluirlos en el modelo de regresión.

En la función de producción agregada, el PIB está vinculado al acervo de capital fijo (excluyendo la infraestructura de TIC), la mano de obra calificada y la infraestructura de banda ancha fija, aproximada por su penetración. La función de demanda vincula la penetración de banda ancha con el precio de servicio básico —el número de abonados depende del precio de acceso— y el consumo promedio de las personas estimado por el PIB per cápita. La función de oferta vincula los ingresos agregados de ventas de banda ancha con su nivel de precio, el PIB per cápita y el nivel de urbanización del país. En la medida en que el despliegue de la banda ancha fija está correlacionado con la concentración urbana, la oferta del servicio debe reflejar esta tendencia estructural. La ecuación de *output* vincula el cambio anual en la penetración de banda ancha fija con los ingresos por ventas de la banda ancha; ese cambio es usado como indicador de la inversión anual de capital en banda ancha⁴.

De acuerdo con estos modelos (cuadro I.3), la infraestructura de banda ancha fija contribuyó de manera significativa al crecimiento entre los años 2000 y 2010. La contribución anual promedio al crecimiento del PIB fue estimada en 0,045% por cada 1% de aumento en la penetración.

CUADRO I.3
PANAMÁ: CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO DEL PIB

Función agregada de producción:

$$GDP_{it} = a_1 K_{it} + a_2 L_{it} + a_3 BB_Pen_{it} + e_{1it} \quad (1)$$

Función de demanda:

$$BB_Pen_{it} = b_1 BBPr_{it} + b_2 GDPC_{it} + e_{2it} \quad (2)$$

Función de oferta:

$$BB_Rev_{it} = c_1 GDPC_{it} + c_2 Urb_{it} + e_{3it} \quad (3)$$

Función de producto (output):

$$DBB_Pen_{it} = d_1 BB_Rev_{it} + e_{4it} \quad (4)$$

Variables	Modelo banda ancha fija
<i>Crecimiento (GDP_{it})</i>	
Fuerza de trabajo con educación secundaria (L _{it})	1,148***
Acervo de capital fijo (K _{it})	0,234***
Penetración de banda ancha fija (BB_Pen _{it})	0,045***
Constante	-
<i>Demanda (BB_Pen_{it})</i>	
Precio de banda ancha fija (BBPr _{it})	-2,121***
PIB per capita (GDPC _{it})	2,443***
Constante	-18,536**

⁴ Esta premisa asume una relación estable y constante entre ventas e inversión, la que en muchos casos, no se mantiene. La formación sobre capital fijo en telecomunicaciones, variable que sería más adecuada, no está disponible.

Oferta (BB_Rev_{it})	
PIB per capita ($GDPC_{it}$)	0,556***
Urbanización (Urb_{it})	0,374***
Constante	13,910***
Output (ABB_Pen_{it})	
Ingresos de la banda ancha (BB_Rev_{it})	4,606***
Constante	-95,451***
Efectos año	SÍ
Observaciones	40
R^2	(1)
Crecimiento	0,99
Demanda	0,92
Oferta	0,97
Output	0,40

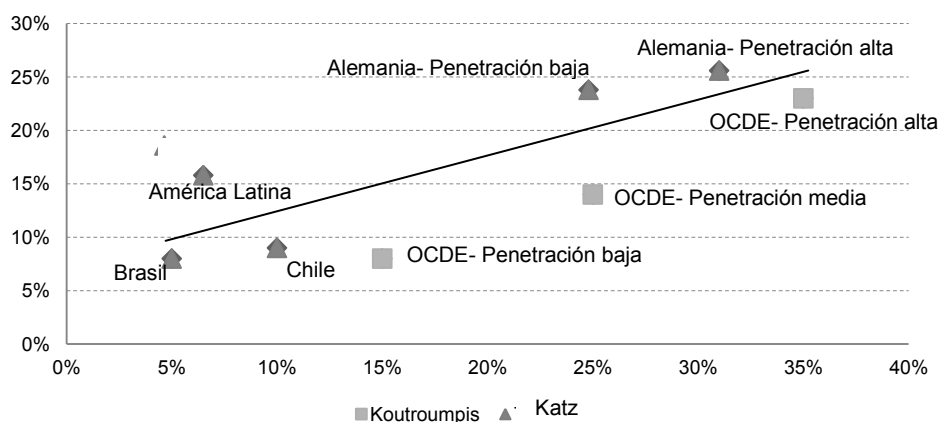
Fuente: Katz y Koutroumpis (2012a).

La comparación del resultado para Panamá con el de Colombia permite, en primer lugar, confirmar la existencia de retornos a escala. La contribución económica de la banda ancha es más importante en el primero, donde, en 2010, la penetración de banda ancha fija era de 7,8% frente a (4,8%) en el segundo. Más allá de este resultado comparativo, el modelo de estructura múltiple para Panamá permite otras conclusiones. Adicionalmente a la contribución del capital, un aumento de 1% en la mano de obra calificada incrementa el PIB en 1,15%. Finalmente, el modelo muestra la importancia relativa de la tarifa del abono: una reducción de precios de banda ancha del 10% aumentaría la penetración más del 21%.

La interpretación de los resultados de estos modelos sugiere la existencia de retornos a escala de la banda ancha. Este tipo de efecto ya había sido identificado para otras tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC), como la telefonía (Roller y Waverman, 2001). Al comparar los resultados de diferentes estimaciones de la contribución económica de la banda ancha en función de su penetración, los retornos a escala son evidentes (ver gráfico I.2)⁵.

⁵ Los efectos significativos en el caso de Panamá (excluido en ese gráfico) se deben a la importancia que tiene la banda ancha en una economía centrada en el sector servicios, principalmente comercio y servicios financieros.

GRÁFICO I.2
CONTRIBUCIÓN COMPARADA DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO ECONÓMICO



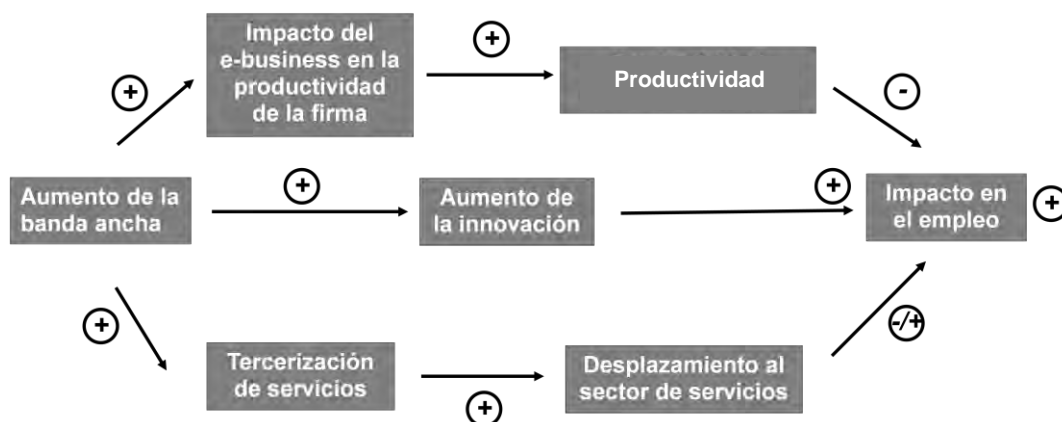
Fuente: Katz (2012).

En síntesis, aunque los datos están basados en modelos especificados de diferente manera, a mayor penetración de banda ancha, mayor será el impacto de su expansión en el crecimiento del PIB. La implicancia en términos de política pública es clara: la maximización del impacto económico de la banda ancha depende de un aumento significativo de su penetración.

1.2. Creación de empleo

Además de su impacto en el crecimiento económico, la banda ancha contribuye a la generación de empleo, aunque, en este caso los efectos son más complejos. En primer lugar, el aumento de la penetración puede aumentar la productividad, lo que, en el corto plazo, puede llevar a una reducción neta de puestos de trabajo; este efecto ha sido verificado por el autor para sectores industriales intensivos en el uso de mano de obra. En segundo lugar, al incorporar nuevos sectores de la población al mercado de acceso electrónico, la banda ancha contribuye a la creación de nuevos negocios mediante un efecto innovación, que conlleva nuevos puestos de trabajo. Finalmente, puede impulsar la tercerización de ciertas funciones de las empresas, lo que resulta en la creación de puestos de trabajo a partir del establecimiento de empresas de *outsourcing*, aunque también puede determinar la pérdida de oportunidades si funciones de las empresas del país bajo consideración son transferidas a otras geografías. La suma de estos tres efectos son representados en la gráfico I.3.

GRÁFICO I.3
MECANISMOS DE CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA
AL CRECIMIENTO DEL EMPLEO



Fuente: Esta cadena de causalidad fue adaptada de un modelo desarrollado por Fornefeld, Delaunay y Elixmann (2008) en un informe para la Comisión Europea.

La información disponible no permite desagregar la medición del impacto de cada uno de estos tres efectos, debiendo el análisis limitarse a la medición del impacto agregado. En este caso, la estimación del potencial de creación de fuentes de trabajo fue realizada para Chile, Colombia y la República Dominicana.

Para estimar el impacto de la banda ancha en Chile, se realizó un estudio con datos de panel controlados por efectos fijos que considera las características específicas de cada región del país que impactan en el mercado de mano de obra (sectores industriales, niveles educativos). El modelo está basado en un panel con datos trimestrales, recopilando información para todas las regiones (excepto la Región Metropolitana por falta de datos trimestrales) desde el 2001 hasta el cuarto trimestre del 2009 (ver cuadro I.4).

CUADRO I.4
CHILE: CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA A LA CREACIÓN DE EMPLEO
(12 REGIONES, 2002-2009)

	Coefficiente	Error estándar	Estadístico-T	P> t	95% de confianza
Índice de actividad económica ^a	0,0003509	0,0000595	5,90	0,000	0,0002338
Cambio en la penetración de banda ancha	0,0018118	0,0004708	3,85	0,000	0,0008853
Constante	0,8682527	0,0079638	109,03	0,000	0,85258283

Número de observaciones = 324
 F(2,310)=60,89
 Prob>F = 0,0000
 R2= 0,2820

Fuente: Katz (2010).
^a Variable de control.

De acuerdo a los resultados del modelo, en Chile un aumento de 10% en penetración de banda ancha incrementa en 0,018 puntos la tasa de ocupación. El principal resultado de este modelo es que el aumento de la penetración de banda ancha sería significativo para explicar la dinámica de la tasa de empleo en el período bajo consideración.

Un análisis similar fue realizado para Colombia. En este caso, se construyó un modelo a nivel departamental, relacionando el crecimiento en conexiones de banda ancha con el crecimiento en la tasa de empleo, controlando por el crecimiento de la población y el grado de desarrollo económico. El modelo fue inicialmente aplicado a todo el país, desagregándose luego según departamentos de alta y de baja penetración.

CUADRO I.5
COLOMBIA: IMPACTO DEL CRECIMIENTO DE LA PENETRACIÓN
DE LA BANDA ANCHA EN EL INCREMENTO DEL EMPLEO

Crecimiento de tasa de empleo (%)				
<i>Variable dependiente:</i> crecimiento de tasa de empleo entre 2006 y 2010				
<i>Variables independientes:</i> crecimiento conexiones de banda ancha, PIB 2003 y crecimiento de la población				
	Total	Baja penetración	Alta penetración	
Crecimiento conexiones de banda ancha (%)	0,0003004 **	0,0002951 **	0,0006572	
	(0,0001359)	(0,0001547)	(0,0005495)	
Crecimiento de la población (%)	0,0159829	-0,2538734	0,5937073 *	
	(0,5114836)	(0,7899623)	(0,3761862)	
PIB 2003 (millones de pesos)	0,0053431	-0,1084577	0,0003309	
	(0,0077051)	(0,1308956)	(0,0090124)	
R ² ajustado	0,0110	0,0318	0,0338	
Prob > F	0,0730	0,0321	0,4351	
Número de observaciones	132	64	68	

Fuente: Katz y Callorda (2011).

Los símbolos ***, ** y * indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%, respectivamente.

En estos modelos, el efecto es significativo a nivel nacional y para los departamentos de baja penetración; en los departamentos con alta penetración el coeficiente es significativo al 24%. Por su parte, el crecimiento de la población parece tener efecto únicamente en los departamentos de alta penetración (con coeficiente positivo). Esta situación puede deberse a que en estos departamentos es más fácil insertarse en el mercado, de acuerdo al efecto innovación presentado anteriormente. Por último, el PIB inicial parece no tener un efecto sobre el crecimiento del empleo.

En el estudio del impacto de la banda ancha en la creación de empleo en la República Dominicana se construyó un modelo basado en datos de panel para las 32 provincias. A diferencia de los modelos utilizados para Chile y Colombia, el objetivo era determinar la contribución de la banda ancha a la reducción del desempleo.

Los resultados muestran un impacto elevado de la banda ancha (cuadro I.6). Un aumento de 1% en la penetración reduce la desocupación en 0,29 puntos porcentuales. Las otras variables que afectan a la tasa de desempleo de manera indirecta son, como era de esperar, el cambio del número de establecimientos industriales entre 2008 y 2009, y la intensidad de desarrollo del sector de la construcción durante el 2009. Así, una combinación del aumento de la penetración de banda ancha, crecimiento de la construcción e incremento en el número de establecimientos industriales ejerce un impacto significativo en la reducción del desempleo.

CUADRO I.6
REPÚBLICA DOMINICANA: IMPACTO DEL CRECIMIENTO DE LA PENETRACIÓN
DE LA BANDA ANCHA EN EL INCREMENTO DEL EMPLEO

Crecimiento de la desocupación	Coficiente	Error estándar	Estadístico- T	P>t	95% Intervalo de confianza	
Crecimiento de la población	0,72442	0,24939	2,90	0,0070	0,21180	1,23704
Cambio en la penetración de banda ancha	-0,29529	0,13290	-2,22	0,0350	-0,56846	-0,02211
Cambio en el número de establecimientos	-0,14959	0,04728	-3,16	0,0040	-0,24678	-0,05241
Valor de la industria de construcción 2009	0,69456	0,14588	4,76	0,0000	0,39469	0,99443
Cambio en la construcción 2008-9	-0,64299	0,12787	-5,03	0,0000	-0,90583	-0,38015
Constante	0,74317	0,37360	1,99	0,0570	-0,02477	1,51111

Número de observaciones	32
F(5,26)	12,70
Prob>F	0,0000
R2	0,4175

Fuente: Katz (2012).

De acuerdo a los coeficientes, la contribución de la banda ancha en relación con las otras dos variables es más alta de lo que cabría de esperar. Parte de este efecto se debe a que el crecimiento más importante de la penetración ocurrió en la capital, Santo Domingo, y en un centro turístico, Altigracia. Para determinar el valor relativo de la banda ancha, sería importante incluir en el modelo una variable que diera cuenta de la importancia ese sector en cada provincia. Sin embargo, tal variable no está disponible para todas las provincias. Por ello, pese a que el modelo permite determinar que la banda ancha juega un papel importante en la creación de puestos de trabajo, es difícil medir su valor en relación con el desarrollo de sectores claves en el país.

1.3. Crecimiento del ingreso de los hogares

Este tercer efecto económico es importante en la medida en que un aumento en el crecimiento del ingreso medio de los hogares ejerce un impacto en la reducción del nivel de pobreza de un país. Este aspecto es fundamental ya que, si bien se ha comprobado que la banda ancha contribuye al crecimiento del producto, es importante verificar que el mismo no favorezca exclusivamente a los sectores de ingreso más elevado, resultando así en una mayor polarización social (Fernández-Ardevol y Vázquez Grenno, 2011). En este caso, se realizaron estudios en Costa Rica y Colombia.

En un estudio de evaluación de impacto económico de la Estrategia Nacional de Banda Ancha de Costa Rica, Katz (2011) realizó un análisis basado en la Encuesta Nacional de los Hogares entre 2005 y 2009. Se utilizaron para la estimación datos de panel con efectos aleatorios para el caso en que los resultados por región son específicos a un período dado (ver cuadro I.7)⁶.

⁶ Al mismo tiempo, se utilizó la metodología de White para corregir el posible sesgo en los errores y, por lo tanto, aumentar la significancia estadística de los coeficientes.

CUADRO I.7
COSTA RICA: CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA AL INCREMENTO
DEL INGRESO REAL POR HOGAR

Crecimiento de la desocupación	Coficiente	Error estándar	Z	p> z	95% intervalo de confianza	
Ingreso hogar (-1)	-0,000337	0,000033	10,08	0,0000	-0,0004	-0,0003
Variación banda ancha	2,960308	0,970254	3,05	0,0020	1,0586	4,8620
Sin educación	-4,603882	0,889184	-5,18	0,0000	-6,3437	-2,8611
< 3 personas	1,923927	0,446712	4,31	0,0000	1,0484	2,7995
Manufactura	2,526376	1,017825	2,48	0,0130	0,5315	4,5213
Agricultura	0,708006	0,195230	3,63	0,0000	0,3254	1,0907
Hoteles y restaurantes	2,665666	0,302174	8,82	0,0000	2,0734	3,2579
Exportaciones (-1)	0,010438	0,001638	6,37	0,0000	0,0072	0,0136
Constante	-98,568610	31,663730	-3,11	0,0020	-160,6284	-36,5088

Número de observaciones	24
Número de grupos	6
R2 dentro de los grupos	0,8029
R2 entre grupos	0,8119
R2 total	0,7971

Fuente: Katz (2011).

De acuerdo a los resultados del modelo, un aumento de un punto porcentual en la penetración regional de banda ancha resulta en un aumento de 2,96% en el ingreso medio de los hogares. El crecimiento del ingreso del hogar es más importante si el jefe del mismo está empleado en la industria manufacturera o en el sector turismo (hoteles y restaurantes). Al alcanzar una penetración de banda ancha de 10%, el ingreso promedio mensual en los hogares costarricenses vería un aumento real equivalente a 48 dólares. De manera similar, si la penetración alcanzara el 16%, el ingreso medio del hogar se incrementaría en 141 dólares. Estos aumentos en el ingreso de los hogares contribuirían al aumento del PIB a partir de aumentos del consumo.

Para Colombia, el modelo especificado tiene como objetivo estudiar el impacto de un crecimiento en las conexiones de banda ancha en el crecimiento del ingreso real por hogar en el período 2006-2010. Para lograr robustez en los resultados y siguiendo a la literatura, se incluyen controles por crecimiento de la población, capital humano, porcentaje del producto explicado por el sector minero y nivel de riqueza inicial (medido por el porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas (NBI) en el 2005).

CUADRO I.8
COLOMBIA: IMPACTO DEL CRECIMIENTO DE LA PENETRACIÓN DE LA BANDA ANCHA
EN EL INCREMENTO DEL INGRESO REAL POR HOGAR

Crecimiento del ingreso real por hogar (%), con control por capital humano ^a				
	Total	Baja penetración	Alta penetración	
Crecimiento conexiones banda ancha (%)	0,0034083 *** (0,0011585)	0,0035966 ** (0,0013686)	0,0025196 ** (0,0011616)	
Crecimiento población (%)	-2,533624 ** (1,245529)	-5,520381 *** (1,361513)	1,702465 (1,19664)	
Años de educación	1,462938 ** (0,7531259)	0,4542847 (1,273384)	0,1371095 (0,7649286)	
Producto del sector minero (%)	7,816958 ** (4,226792)	9,122359 ** (4,701466)	8,837977 (8,11938)	
Viviendas con NBI 2005 (%)	19,7768 ** (9,51923)	31,17167 *** (10,61504)	-34,74956 (28,60452)	
R ² ajustado	0,1885	0,2986	0,1435	
Prob > F	0,0101	0,0006	0,0672	
Número de Observaciones	132	64	68	

Fuente: Katz y Callorda (2011).

Los símbolos ***, ** y * indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%, respectivamente.

^a Variable dependiente: crecimiento del ingreso real por hogar entre 2006 y 2010. Variables independientes: crecimiento conexiones de banda ancha, crecimiento población, años de educación, producto del sector minero y viviendas NBI 2005.

El principal resultado es que, si se aumenta en un 10% el número de conexiones en un año, el crecimiento del ingreso real por hogar será del 0,034% (cuadro I.8). El crecimiento de la banda ancha explica consistentemente el aumento en el ingreso real por hogar en los tres modelos (nivel nacional, departamentos con baja penetración y departamentos con alta penetración). El efecto parece ser superior en los departamentos de baja penetración, aunque, salvo Bogotá, ningún departamento superaba una penetración del 9% en 2010 (es decir, niveles bajos en una comparación internacional). Por esto, puede entenderse que los departamentos de Colombia en 2010 no habían llegado a un nivel de penetración suficiente para alcanzar rendimientos a escala, como existen en los países de la OCDE⁷.

2. Digitalización y desarrollo

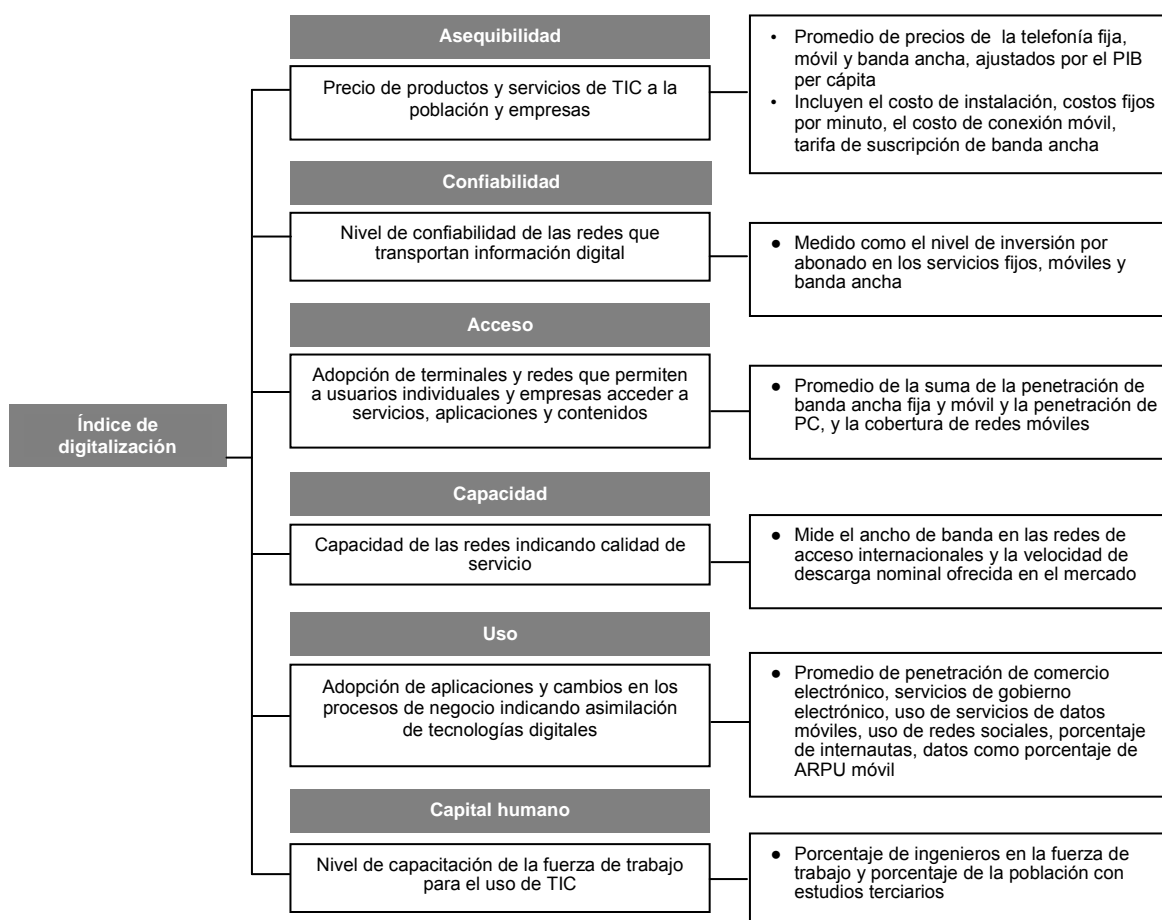
Más allá del impacto del acceso a banda ancha, es importante el estudio del impacto combinado del conjunto de servicios y aplicaciones entregados mediante la banda ancha. Para ello, se ha desarrollado el concepto de digitalización (Katz y Koutroumpis, 2012b), definido como la capacidad de utilizar tecnologías digitales para generar, procesar y compartir información. El indicador mide no sólo la penetración de la tecnología, sino también el uso de aplicaciones y el consumo de contenidos en tres

⁷ Un mayor número de años de educación resulta en un aumento en el crecimiento del ingreso por hogar, de manera consistente con la teoría del capital humano. Asimismo, de acuerdo al modelo de crecimiento de Solow, se verifica una tendencia a la convergencia de los ingresos, como lo indica el coeficiente de Viviendas NBI al 2005.

niveles: (i) individuos, empresas y gobierno, (ii) procesos de producción de bienes y servicios y (iii) provisión de servicios públicos

Para que la digitalización alcance todo su potencial, debe cumplir las siguientes condiciones en términos de infraestructura: asequibilidad económica (precios), asequibilidad tecnológica (cobertura de redes) y confiabilidad tecnológica (capacidad y velocidad de acceso). Para medir el nivel de desarrollo de un país en términos de su digitalización, se creó un índice compuesto basado en los 23 indicadores que se detallan en el gráfico I.4.

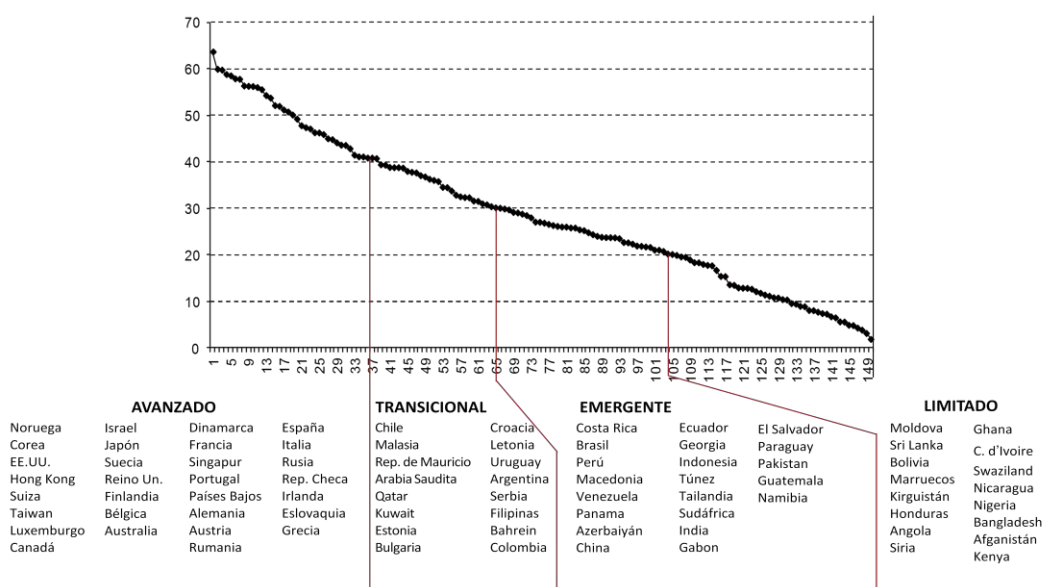
GRÁFICO I.4
COMPOSICIÓN DEL ÍNDICE DE DIGITALIZACIÓN



Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

El índice de digitalización está constituido no solo por indicadores de infraestructura, sino que incluye también estadísticas referentes a la adopción de aplicaciones y servicios transmitidos por banda ancha, por ejemplo, uso del comercio electrónico, la banda ancha móvil y las redes sociales, así como el desarrollo del gobierno electrónico. El índice de digitalización calculado para el 2010 para una muestra de 157 países indica que éstos transitan por cuatro estadios de desarrollo (ver gráfico I.5).

GRÁFICO I.5
TIPOLOGÍA DE PAÍSES SEGÚN EL DESARROLLO DE LA DIGITALIZACIÓN 2010



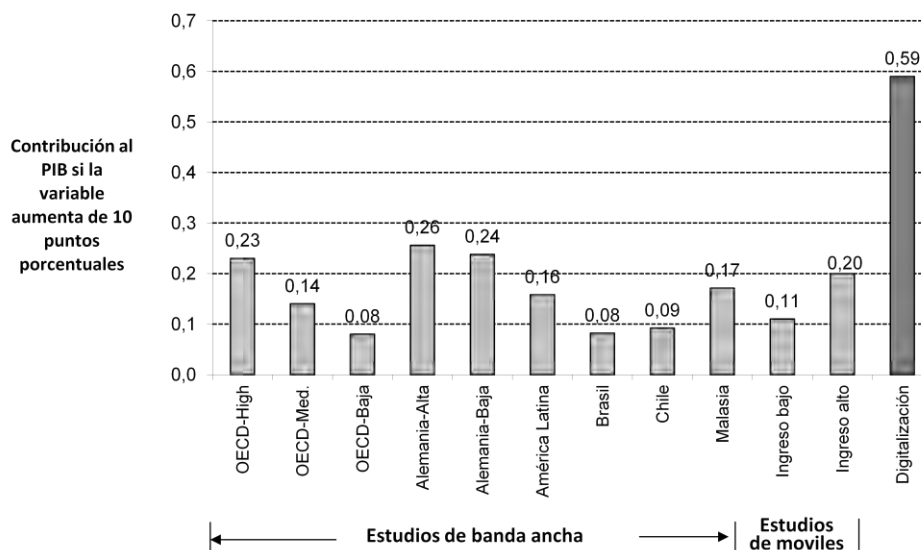
Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

En términos generales, los países industrializados registran un índice superior a 40. En un rango entre 30 y 40 se encuentran economías en transición a una digitalización avanzada; este nivel incluye países del Medio Oriente, Europa oriental, el sudeste Asiático y algunas naciones latinoamericanas (Chile, Uruguay, Argentina, y Colombia). Entre valores de 20 y 30, se ubica la mayoría de los países latinoamericanos, las naciones africanas más avanzadas y algunas asiáticas. Finalmente, con índices inferiores a 20 se ubican los países menos desarrollados.

El análisis del índice de digitalización desagregado en sus seis subíndices revela que la gran diferencia entre países avanzados y emergentes no se da necesariamente en la infraestructura tecnológica sino en la utilización de las redes, su capacidad y la disponibilidad de capital humano local necesario para desarrollar aplicaciones y contenidos. Pese a que el acceso a la banda ancha fija, uno de los componentes del índice, presenta grandes diferencias en su penetración entre el mundo industrializado y los países emergentes, el despliegue reciente de la banda ancha móvil ha sido importante para reducir las brechas. Como resultado, para todos los países el subíndice de uso de la tecnología nunca alcanza el nivel de desarrollo del subíndice de acceso, pese a que la distancia numérica entre infraestructura y uso de la tecnología es menor en los países avanzados que en los en desarrollo. Superar el retraso en la adopción de aplicaciones y contenidos, sobre todo en países de desarrollo medio, es el gran desafío tecnológico. En otras palabras, el centro de una estrategia tecnológica debe pasar más por las aplicaciones y servicios que por el desarrollo de infraestructura.

La aplicación de modelos de impacto económico a la digitalización muestra que ésta tiene un impacto económico más importante que la banda ancha o la telefonía móvil consideradas aisladamente (ver gráfico I.6).

GRÁFICO I.6
DIGITALIZACIÓN Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

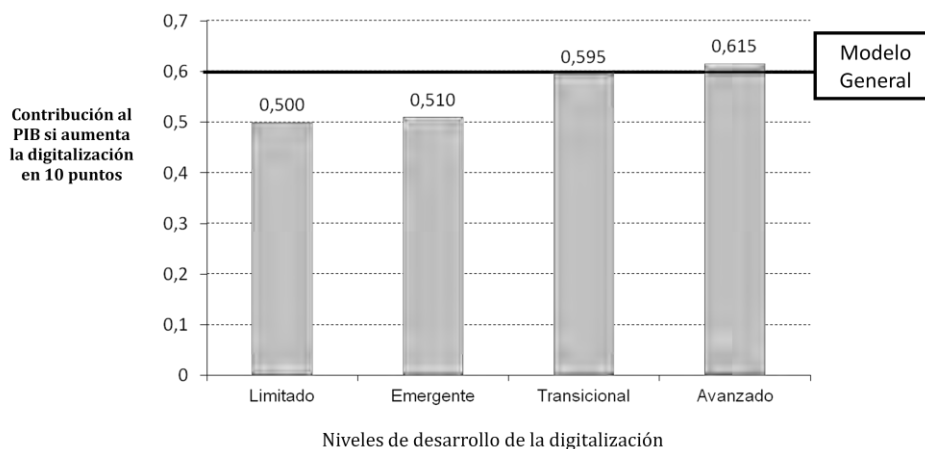


Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

Un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización resulta en un incremento de 0,59% en el PIB per cápita. Este resultado es altamente significativo en la medida en que sugiere que el impacto económico de las TIC resulta de la adopción acumulada de todas las tecnologías, así como de la asimilación de contenidos y aplicaciones. Alcanzar una alta penetración de banda ancha es tan sólo un aspecto de las políticas públicas; maximizar su impacto económico requiere combinar políticas públicas en las áreas de las telecomunicaciones, la informática y los contenidos y aplicaciones.

La desagregación del modelo de impacto económico para medir la contribución de la digitalización de acuerdo a su nivel de desarrollo muestra nuevamente la existencia de retornos a escala (ver gráfico I.7).

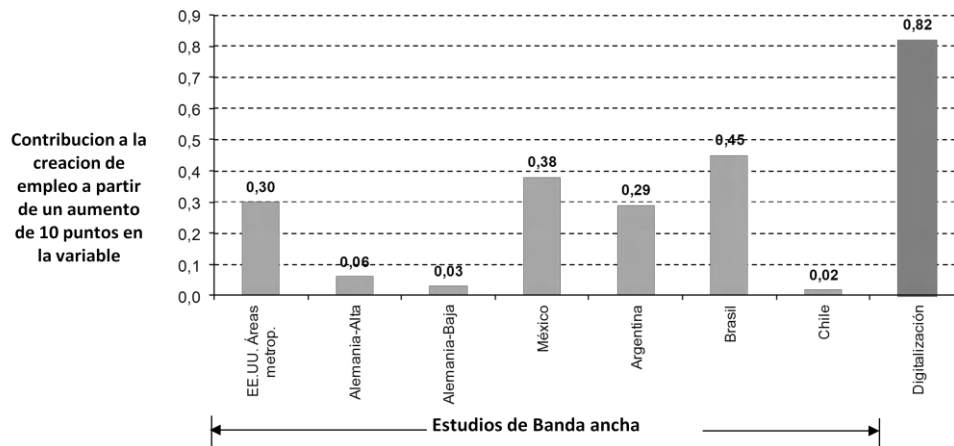
GRÁFICO I.7
RETORNOS A ESCALA EN LA DIGITALIZACIÓN



Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

Mientras que, como ya se vio, el modelo general indica que un aumento de 10 puntos en digitalización resulta en un incremento del 0,59% en el PIB per cápita, para los países avanzados la contribución alcanza 0,615%. Por otra parte, para los países de digitalización emergente o baja, la contribución se ubica en un rango de 0,50% a 0,51%. Así, a más desarrollo de la digitalización, mayor su impacto económico. De igual modo, la digitalización también crea más empleos cuando se la compara con la banda ancha (ver gráfico I.8). Un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización resulta en una disminución de 0,82% en la tasa de desocupación. Este efecto significativo puede ser explicado a partir de dos tendencias. El despliegue y asimilación de las TIC contribuye más al crecimiento del empleo en sectores intensivos en tecnología (desarrollo de *software*, tercerización de procesos de negocio, manufactura de equipamiento y partes). Por otra parte, la asimilación de TIC tiene un efecto de derrame en otros sectores de la economía, especialmente en el comercio, los servicios financieros y los servicios de salud.

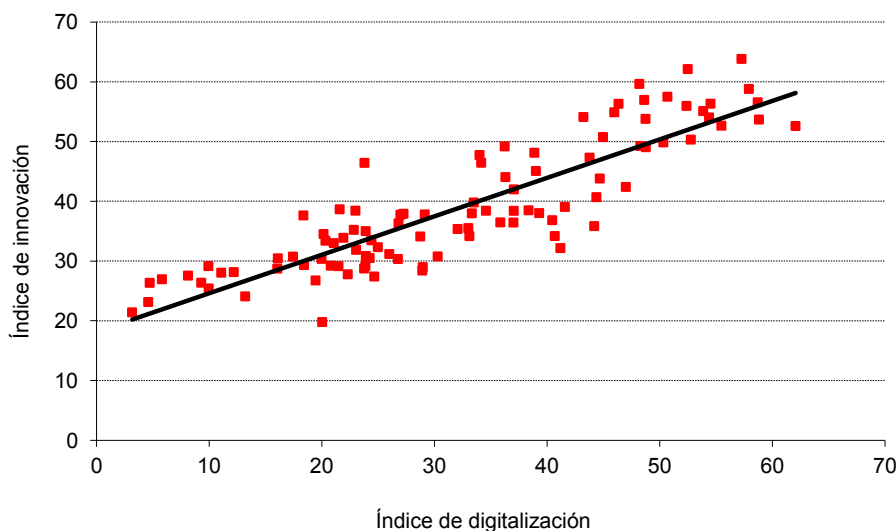
GRÁFICO I.8
DIGITALIZACIÓN Y EMPLEO



Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

Finalmente, el grado de digitalización de un país está fuertemente relacionado con la capacidad de innovación de una economía, aunque, como en los modelos antes presentados, la correlación no permite afirmar una relación de causalidad. El impacto de la digitalización en innovación se debería a la capacidad del entorno de la digitalización de facilitar la creación de nuevos productos y servicios que agregan valor (ver gráfico I.9).

GRÁFICO I.9
DIGITALIZACIÓN E INNOVACIÓN



Fuente: Katz y Koutroumpis (2012b).

De acuerdo al coeficiente de correlación, un aumento del 10% en digitalización resulta en un incremento de 6,4% en dinámica innovadora. Esta aceleración de la innovación se debe a la introducción de servicios y aplicaciones facilitados por las TIC, que incluyen nuevas aplicaciones y servicios (telemedicina, búsqueda en Internet, comercio electrónico, educación a distancia y redes sociales, etc.), así también como nuevas formas de comercio e intermediación financiera. Con base en estas estimaciones, se observa que la contribución económica de la digitalización es significativa (ver cuadro I.9).

CUADRO I.9
AMÉRICA LATINA: ESTIMACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA DIGITALIZACIÓN

País	Indicadores actuales (2010)		Cambio como resultado de un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización ^a			
	Índice de digitalización	PIB per cápita ^b (dólares)	Índice de innovación	Índice de digitalización	PIB per cápita ^b (dólares)	Índice de innovación
Costa Rica	29,21	6 400	37,91	39,21	6 529	46,22
Panamá	26,91	7 085	30,77	36,91	7 240	38,09
Uruguay	35,84	9 372	34,18	45,84	9 526	40,28
Colombia	31,66	5 111	32,32	41,66	5 206	38,85
El Salvador	21,78	3 425	29,14	31,78	3 518	37,70

Fuente: Banco Mundial; World Economic Forum (2012); Katz y Koutroumpis (2012b).

^a Una política proactiva de desarrollo de TIC resulta en un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización.

^b Dólares de Estados Unidos, constantes.

En conclusión, la digitalización conlleva un impacto económico positivo. Cada aumento de 10 puntos del índice de digitalización implica un incremento de 0,59% en la tasa del crecimiento del

PIB y una disminución de 0,85% en la tasa de desempleo. Los países que alcanzan un nivel de digitalización superior a 40 (países avanzados) muestran un impacto económico de la digitalización superior al resto del mundo. Esto implica que las naciones deben acelerar el desarrollo de la digitalización, en particular el uso, las aplicaciones y los contenidos, para maximizar su impacto en el crecimiento económico.

3. Implicaciones de política

Existe abundante evidencia empírica del impacto económico de la banda ancha y de sus externalidades positivas en innovación, productividad y reestructuración empresarial. Las investigaciones comienzan a mostrar que estos efectos varían de acuerdo al entorno en el que la banda ancha es desplegada (regiones más o menos desarrolladas). Esto realza la necesidad de desarrollar estudios de impacto prospectivo que permitan focalizar los planes y la inversión, al mismo tiempo que coordinar el despliegue en zonas menos avanzadas con los programas de desarrollo económico regional. Desde el punto de vista de la investigación sobre el impacto, es importante profundizar el estudio de niveles mínimos y de saturación para determinar las metas cuantitativas de los programas de digitalización. Asimismo, es importante reforzar los estudios sobre el impacto comparado de redes de nueva generación para no sobredimensionar el despliegue respecto de los resultados esperados.

La brecha de la demanda de banda ancha es el obstáculo principal que enfrenta América Latina para aumentar la tasa de digitalización (ver cuadro I.10).

CUADRO I.10
AMÉRICA LATINA: BRECHA DE OFERTA Y DEMANDA DE BANDA ANCHA, 2010
(Porcentajes)

País	Banda ancha fija		Banda ancha móvil	
	Brecha de oferta (cobertura de redes)	Brecha de demanda ^a	Brecha de oferta (cobertura de redes)	Brecha de demanda
Argentina	10	55	25	63,6
Bolivia (Estado Plurinacional de)	60	36	71	27,9
Brasil	6	71	25	61,5
Chile	2	38	28	60,7
Colombia	37	42	48	46,7
Costa Rica	5	68	7	92,0
Ecuador	5	88	33	59,3
México	8	49	61	26,7
Perú	41	36	35	60,4

Fuente: Katz (2010).

^a Calculada como la diferencia entre el porcentaje de población cubierta y la penetración.

Como es de esperar, el porcentaje de los hogares que podrían adquirir el servicio de banda ancha fija y no lo hacen es significativo. Si se excluyen los países con cobertura baja de telefonía fija (Bolivia y Perú), la brecha de demanda oscila entre 88% para el Ecuador y 38% para Chile. De manera similar, si se exceptúan los países con baja cobertura en telefonía móvil (Bolivia y México), la brecha continúa siendo significativa, entre el 92% en Costa Rica y 46,7% en Colombia. Sin embargo, la banda ancha móvil recién se encuentra en estadios embrionarios de adopción; por ello, con base en las proyecciones de la tasa de difusión, se estima que la brecha de demanda se reducirá significativamente en los próximos años.

La brecha de demanda está determinada por factores generacionales, educativos y económicos. Estudios realizados en países industrializados y en vías de desarrollo muestran que la adopción de banda ancha y el acceso a internet son fenómenos asociados a las generaciones más jóvenes. En el estudio de Costa Rica, más del 80% del acceso a Internet mediante una computadora en el hogar se da por personas entre 15 y 24 años, número que desciende considerablemente en los grupos etarios mayores a 45 años, hasta llegar a sólo 20% de la población mayor de 55 años. Así como la adopción de banda ancha está ligada a las generaciones más jóvenes, a mayor nivel educativo es mayor la penetración de Internet y de computadoras en los hogares. En el mismo estudio, los hogares que presentan niveles inferiores de educación muestran una adopción sensiblemente menor (inferior al 50% en términos de uso de servicios). Por otro lado, 70% de los hogares cuyo jefe de familia posee un nivel educativo superior al de la secundaria completa tiende a usar la computadora y la banda ancha en porcentajes superiores al 70%. Siguiendo el argumento de asequibilidad planteado por Galperin y Ruzzier (2010), el tercer factor explicativo de la brecha de demanda es el económico.

En este contexto, cuatro principios fundamentales sustentan las políticas públicas para enfrentar la brecha de la demanda. En primer lugar, en la medida en que la barrera de asequibilidad es uno de los obstáculos principales a la adopción de banda ancha, es importante resaltar el beneficio del aumento de la competencia entre operadores privados como factor conducente a la reducción de precios. En segundo lugar, más allá de los beneficios de la competencia, el Estado debe cumplir un papel fundamental en términos del fomento de programas de estímulo a la adopción. Algunas áreas a priorizar son los programas educativos y de capacitación, el despliegue de servicios de gobierno electrónico que aumenten la proposición de valor del servicio de banda ancha, y la implantación de programas de subsidio a la adquisición de equipos.

En tercer lugar, uno de los factores más importantes en el estímulo de la adopción es el desarrollo de aplicaciones que respondan a necesidades individuales, sociales y económicas. En este sentido, la responsabilidad del ecosistema de aplicaciones y equipamiento en la promoción de la demanda es fundamental. Finalmente, las políticas públicas que promueven la adopción de banda ancha deben contemplar plazos de implantación plurianuales, pues algunos de sus resultados no se materializarán en el corto plazo. En este sentido, esas iniciativas deben reflejar políticas de Estado que vayan más allá de los ciclos político-electorales.

Basándose en estos principios, existen cuatro áreas de política pública para estimular la adopción de banda ancha y elevar el nivel de digitalización. Desde el *punto de vista económico*, se deben considerar la eliminación del impuesto a las ventas en el servicio básico de banda ancha, la cancelación del impuesto a la venta de computadoras —sobre todo las cargas a la importación— y la provisión de un subsidio para reducir la cuota mensual por servicio para ciertos beneficiarios. En este terreno, también resulta importante negociar con los proveedores de banda ancha la oferta de una banda ancha popular.

Desde el *punto de vista educativo*, las TIC deben ser parte una más intensa del currículum. Los institutos de enseñanza media y de alta especialización deberían ser incentivados a ofrecer cursos cortos o de extensión universitaria sobre las TIC. El gobierno debe promover programas de alfabetización digital enfocados en sectores desfavorecidos, la tercera edad y discapacitados. Simultáneamente, el gobierno también debe tomar iniciativas para promover *la adopción en las pymes*. Entre las iniciativas a considerar, se debe propugnar la reducción de las contribuciones fiscales a la compra de equipamiento informático y la adopción de banda ancha, permitir la depreciación acelerada de los equipos, y establecer descuentos o premios a las empresas que usen las TIC y la banda ancha para sus transacciones con el Estado. Estos estímulos económicos deben ser acompañados de la oferta de programas de capacitación para el personal de las pymes, y la oferta de servicios de consultoría a los empresarios de las mismas para instalar y obtener el mayor rédito de las TIC.

Finalmente, en términos de la generación de *estímulos a la adopción provenientes de acciones directas del Estado*, es importante desarrollar contenidos en portales relacionados con la

extensión cultural, la prevención sanitaria y la información de servicios públicos. Asimismo se debe poner en práctica mecanismos de promoción de los servicios de gobierno electrónico como el pago electrónico de impuestos, las ventas de bienes y servicios al gobierno mediante sistemas de abastecimiento electrónico y el desarrollo de plataformas que faciliten el trabajo a distancia.

II. Conectividad de banda ancha en América Latina

Omar de León

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el marco del proyecto @lis2, cofinanciado por la Comisión Europea, ha estado trabajando intensamente en el desarrollo de recomendaciones orientadas a políticas públicas para la masificación de la banda ancha en la región. En el año 2010 promovió la creación de un foro de discusión denominado Diálogo Regional de Banda Ancha, que agrupa a representantes de 10 gobiernos de América Latina y cuyo objetivo es identificar aspectos clave sobre los que se puedan aplicar medidas concretas y a corto plazo, que permitan masificar el uso de la banda ancha. Con ese criterio, se identificó como un aspecto relevante a ser analizado el tipo de conectividad que caracteriza a los países de la región, particularmente a los miembros del Diálogo.

El resultado del diagnóstico realizado sobre dicha conectividad muestra que el desarrollo del acceso a Internet presenta varias dificultades en América del Sur, las que influyen directamente en las velocidades de conexión, los parámetros de calidad, la teledensidad y las tarifas. Estas dificultades son:

Economías de escala. En la mayoría de estos países, sea por la población total, o por la distribución de los ingresos y el ingreso per cápita en relación a los costos intrínsecos de la banda ancha, no se logran las economías de escala que se encuentran en los países económicamente más avanzados. Los precios vigentes en los países de la región son, en valores absolutos, más altos que los países más avanzados y por una razón de costos, lo que puesto en relación al ingreso per cápita hace que el esfuerzo requerido por los usuarios para disponer de banda ancha sea relativamente mayor o mucho mayor que en los países más avanzados. Todo ello da lugar a que no se logren, mediante mecanismos de mercado, suficientes economías de escala para reducir los costos unitarios a los valores de los países más desarrollados. De todos modos, aún reduciendo los precios finales absolutos a los de los países más desarrollados, subsiste la diferencia entre los ingresos per cápita, lo que mantiene una brecha que dificulta lograr niveles de penetración y de calidad, así como economías de escala similares a los de los países más avanzados. Todo indica -y algunos países ya están evolucionando en ese sentido-, que será necesario que los Estados apoyen el despliegue de banda ancha, al igual que lo hacen con otras infraestructuras, para avanzar en la equidad y en el

logro de las economías de escala que permitan proveer servicios de calidad y a precios relacionados a los ingresos per cápita.

Costo del acceso internacional a Internet. Las mayores distancias involucradas en la conexión de los países de América del Sur, y de América Latina en general, a Internet (tránsito en los Tier 1 de los países del hemisferio norte) implican necesariamente mayores costos debido a la capacidad requerida para acceder a Internet, típicamente en Miami. Adicionalmente, el bajo tráfico con relación al existente en las grandes regiones del mundo, no permite un mejor aprovechamiento de la infraestructura desplegada dando lugar a mayores costos relativos a los que se logran en esas grandes regiones. Finalmente, estas mismas razones dan lugar a una reducida competencia. Todo ello hace que el costo de la transmisión internacional para el acceso a Internet sea más alto en los países de la región de América Latina que en los países más avanzados como los europeos, Estados Unidos y Asia. Este costo está en el rango de entre 20 a 40% del precio final del servicio de banda ancha.

Conectividad regional imperfecta. La imperfecta conectividad directa entre los países de la región, que se ha detectado positivamente por el autor mediante múltiples trazados de rutas de acceso a contenidos o el conocimiento directo de la situación en los distintos países, produce un encarecimiento y un desmejoramiento de la calidad del acceso a Internet, debido al doble transporte internacional de larga distancia necesario para llegar de un país a otro, generalmente pasando por Miami. Inclusive existen casos en que para acceder al contenido de un ISP desde otro ISP del mismo país es necesario pasar por puntos de interconexión en el extranjero. Debido a las dificultades intrínsecas del análisis (uso de direcciones IP en ruteadores ubicados en países distintos de los de asignación, variedad de situaciones por país de acuerdo al ISP de que se trate, etc.), y la inexistencia de mediciones internacionales al respecto, las múltiples mediciones realizadas por el autor muestran la existencia del problema, pero no permiten un cálculo preciso del alcance de este tráfico regional encaminado indirectamente. Es evidente que si el tráfico regional aumentara significativamente, también se ganaría en economías de escala para justificar enlaces directos entre países. Estos enlaces se verán favorecidos si existieran Puntos de Interconexión (IXP) del tráfico doméstico que agreguen tráfico en todos los países y/o hubiera apoyo estatal para ello.

Alojamiento remoto de contenido. Debido a los precios relativamente altos del alojamiento en los países de la región, lo que entre otros aspectos influye también en el costo de los accesos a Internet, una parte importante del contenido regional, incluyendo periódicos, radios, empresas en general, alojan su contenido en los países del Norte, principalmente Estados Unidos. Adicionalmente, en esos países se suele ofrecer una calidad superior de alojamiento (conectividad con el mundo, tiempos de tránsito, etc.) que también ayuda en la decisión. De ese modo, quienes acceden desde la región tienen menor calidad de respuesta, cosa que en muchos casos no es una cuestión relevante. Esto significaba un encarecimiento adicional del acceso a Internet debido a que los usuarios deben usar el transporte internacional para acceder a contenido que a veces es producido localmente. Se puede observar en una muestra realizada por el autor que una cantidad destacada de periódicos y otros medios de la región son alojados en Estados Unidos o Europa. De todas maneras, es necesario separar el alojamiento masivo de pequeños proveedores de contenido en puntos lejanos de lo que sucede con los grandes proveedores de contenido que utilizan inteligencia provista por las Redes de Provisión de Contenidos, o que directamente prefieren alojar en el país independientemente del precio cuando la calidad es buena (por ejemplo Lan Chile que trajo su contenido y aplicaciones de Estados Unidos a Chile a través de un CDN). Más adelante, en la sección “Tendencias en cuanto a Redes de Provisión de Contenido (CDN)”, se analiza lo que sucede con estas redes y cómo son usadas por los grandes proveedores de contenido de América Latina y el mundo, acercando el contenido a los diferentes países. Se observa que cuando se dan condiciones adecuadas para alojar contenido en un determinado país, los grandes proveedores de CDN tienden a alojar en ese país, aunque a veces los precios todavía sean superiores a los que se pagan en el Norte. En definitiva, se entiende que el tratamiento del contenido es distinto según que se refiera a contenido alojado en grandes CDN o contenido de grandes proveedores, o al resto de pequeños proveedores.

Como resultado del diagnóstico y luego de un análisis de posibles alternativas de solución, se ha identificado como uno de los aspectos clave la necesidad de desarrollar puntos de intercambio de tráfico de Internet (IXP) eficientes en la región, ya que un adecuado funcionamiento de éstos tiene impacto tanto en la reducción de costos como en la mejora de la calidad.

1. Puntos de intercambio de tráfico de Internet

1.1 Descripción de un IXP

Cada usuario de Internet tiene acceso a una determinada red controlada por una entidad independiente, generalmente denominada Proveedor de Servicio de Acceso a Internet, o más comúnmente ISP. Los operadores de telecomunicaciones en general, cuando brindan servicios de acceso a Internet, pueden también ser denominados ISP. Las redes que estos ISP controlan y administran son denominados Sistemas Autónomos (AS).

Para que el ISP pueda otorgar a sus usuarios acceso a Internet debe, de alguna manera, conectar su AS a por lo menos otro ISP que a su vez tenga conectividad a Internet. Este acuerdo de interconexión se suele dar básicamente de dos maneras: contratando Tránsito IP o Internet a través de un pago que se efectúa de un ISP al otro según los intereses relativos que existan para establecer la interconexión, o a través del llamado *peering* o acuerdo entre pares, en que ambos ISP intercambian tráficos sin pagos recíprocos. Los sistemas autónomos se interconectan usando un protocolo de entendimiento entre sus AS denominado *Border Gateway Protocol* (BGP).

Un IXP es una infraestructura de red física única, a la que se conectan varios ISP. Cualquier ISP conectado al IXP a través de un único punto de interconexión podrá intercambiar tráfico con cualquier otro ISP que esté conectado al mismo IXP, solucionando así los problemas de escalabilidad que surgirían si tuvieran que interconectarse todos con todos en malla. Esto permite intercambiar tráfico doméstico o regional de Internet entre múltiples ISP, mediante acuerdos comerciales, acuerdos sin fines de lucro y otros. Los Puntos de Interconexión IP (IXP) o restrictivamente Puntos de Interconexión con Internet, también son denominados Puntos de Acceso a las Redes (NAP) o Puntos de Intercambio de Tráfico (PIT). Existe una variedad muy grande de situaciones en el mundo en cuanto a las modalidades de estos acuerdos.

La posibilidad de intercambiar tráfico entre ISP sin tener la necesidad de pasar por puntos remotos es importante para el desarrollo de los mercados regionales. Adicionalmente, estos IXP permiten que el acceso a Internet sea más asequible al disminuir los costos operativos y facilitan el desarrollo de aplicaciones y contenidos centrados en estos puntos.

En definitiva, la provisión de accesos a Internet se puede desarrollar y ser más eficiente y escalable logrando la máxima interconexión de ISP a través de los IXP.

1.2 Características generales de los IXP

Como se ha comentado, el funcionamiento de la Internet se basa en la interconexión entre todos los proveedores de acceso a Internet o ISP.

En el año 1995, cuando se da inicio a la Internet comercial, la interconexión se basaba en cuatro IXP en los Estados Unidos (San Francisco, Chicago, Nueva York y Washington), como una herencia de la red troncal del US National Science Foundation Network. Posteriormente se produjo una migración de los IXP hacia los países de Europa y Asia.

En estos últimos 16 años, América Latina ha evolucionado principalmente manteniendo la dependencia de los IXP de Estados Unidos, iniciándose la preocupación por el establecimiento de IXP nacionales o regionales.

La base para el desarrollo de los IXP tiene dos componentes: el económico, por el que los IXP permiten una reducción importante en el uso de enlaces internacionales evitando el doble recorrido de ida y vuelta denominado *tromboning*, y el técnico, por el cual los IXP permiten reducir los tiempos de tránsito y mejorar la calidad del acceso a Internet.

Un aspecto que no debe descuidarse es que el IXP sea neutral frente a todos los participantes, que no haya un tratamiento distinto para distintos ISP y que sea independiente actuando como una asociación de todos los ISP participantes. Este es un principio respetado por los principales IXP del mundo como el NAP de las Américas, el London Internet Exchange (LINX) o el Amsterdam Internet Exchange (AMS-IX). Estos últimos dos IXP presentan además la particularidad de disponer de interconexiones importantes entre ellos creando una especie de IXP virtual.

Cuando los IXP se constituyen adecuadamente, son un atractivo para que cada vez más ISP intercambien tráfico en ellos, generando un círculo virtuoso para todo el ecosistema de Internet en el que, en un ambiente de libertad de comercio, los proveedores de contenido y aplicaciones y los ISP trabajan a los mínimos niveles de costos sin intermediaciones técnicas y económicas innecesarias.

La ubicación de un ISP en un IXP permite los acuerdos de *peering* privado por los cuales dos ISP cualesquiera se conectan directamente y de ese modo ambas partes controlan la calidad del enlace entre ellos. Si bien usan el IXP, éste no se involucra en los acuerdos entre los ISP. La otra modalidad de *peering* público es cuando un ISP se interconecta en un IXP con varios ISP a través de una única puerta, reduciendo así los costos. Este mecanismo es preferido por los pequeños ISP. También los ISP pueden comprar y vender tránsito IP a través de estos IXP. Por tanto, los acuerdos entre ISP pueden tomar diferentes versiones comerciales según la comparación entre sus respectivas redes.

La existencia de múltiples IXP interconectados entre ellos en un país o una región permite no solamente mantener menores costos y latencia, sino que además permite redundancia de caminos entre ellos sin usar extensas rutas internacionales.

Por otra parte, la existencia de múltiples IXP en un país o una región facilita los acuerdos entre los *carriers* para hacer un uso más balanceado de la carga en las redes, sobre todo cuando tienen entre ellos acuerdos de *peering*, al poder aplicar criterios de entrega de tráfico en el punto más próximo equilibrando el uso de sus redes (*hot potato policy*) y mejorando la calidad del servicio. En estos casos el tráfico en cada dirección se puede intercambiar en IXP distintos.

Este tipo de acuerdos entre operadores haciendo uso de los IXP permite un uso más sofisticado que el que surgía de su objetivo inicial de simplemente interconectar ISP en un determinado punto para reducir costos. Los IXP constituyen actores más importantes en las redes actuales de lo que eran hace años, no solamente formando parte de las rutas de intercambio de tráfico, sino también siendo núcleos de reunión de proveedores de contenido o CDN.

Este conjunto de comportamientos de los IXP, junto al crecimiento explosivo de la cantidad de contenido que circula por la red, y los requerimientos de calidad (mayores velocidades y menores retardos) y menores precios, han impulsado el desarrollo de IXP en el mundo fuera de los Estados Unidos, Europa y Asia, mantenido su expansión también en estas regiones.

Se destaca la importancia de que los principales ISP de cada país participen en los IXP (como ha sucedido en los IXP más grandes del mundo como el de Londres y el de Ámsterdam), como forma de que se intercambie la mayor cantidad de tráfico posible localmente, ya sea por *peering* o por tránsito.

Como un complemento de estos aspectos puros de mercado, es conveniente que existan políticas regulatorias y fiscales que favorezcan la instalación de CDN y proveedores de contenido, la promoción y defensa de la competencia en el transporte IP de larga distancia e internacional, y la aplicación de principios más generales de la competencia, como la no discriminación y el control del abuso de la posición dominante. La participación neutra del Estado como *carrier* de *carriers* puede ayudar en el mejor aprovechamiento de los IXP a través de la conectividad internacional o nacional.

De lo anterior surgen las siguientes etapas en la evolución de la interconexión en un país.

No existe IXP. El tráfico nacional se intercambia en forma anárquica: algunos ISP intercambian entre ellos, y otros lo hacen a través de enlaces internacionales e IXP extranjeros. El contenido reside mayoritariamente en el exterior y la calidad de su acceso no es la óptima. Los precios del acceso a Internet son altos para lo que podrían ser optimizando el uso del tránsito internacional.

Existen IXP en desarrollo. Comienza el intercambio local pero buena parte del contenido se encuentra afuera del país. No tiene la fuerza, debido a la existencia de malas condiciones económicas y técnicas, para atraer a los proveedores de contenido. Comienza a reducirse el uso de tránsito internacional, pero la calidad del acceso al contenido todavía no tiene las características del contenido local.

Existen IXP fuertes. Éstos atraen contenido que se aloja en ellos, y los IXP pasan a ser usados como parte de las redes de tráfico de Internet nacional o internacional. El uso de tránsito internacional es el mínimo necesario y la calidad del servicio de acceso a Internet se ha maximizado, minimizando su precio. Se crean condiciones para generar economías de escala.

En América Latina la mayoría de los países se encuentran en las dos primeras etapas del desarrollo de los IXP, lo que podría ser la razón para que sea la única región en que se mantiene estable el porcentaje de capacidad de conexión directa con Estados Unidos respecto de su capacidad internacional total, mientras Asia, África y Europa ven reducida esa participación (Telegeography, 2011).

La importancia de los IXP se ve aumentada a partir de la evolución del soporte de la prestación de todos los servicios de telecomunicaciones sobre el protocolo IP. En este sentido, el desarrollo de los IXP conduce no solamente a una reducción de costos de transmisión al no tener que intercambiar tráfico en puntos lejanos, sino también a la reducción de la latencia, un parámetro esencial en la calidad de los servicios que requieren de integridad. La integridad se obtiene cuando el flujo de información, incluyendo la transmisión, el encaminamiento y otros aspectos del procesamiento en las redes IP, se efectúa a tiempo para que el receptor no perciba interrupciones o deterioro de calidad.

La interconexión IP es otro factor a considerar en este momento de migración masiva de todos los servicios hacia el protocolo IP, y no es concebible considerarla sin la existencia de fuertes IXP.

Además de la reducción de costos y de latencia, los IXP reducen la dependencia de proveedores “aguas arriba”, aumentan la eficiencia, proveen caminos alternativos para el tráfico asegurando la confiabilidad y estabilidad de la calidad de la red, facilitan el tráfico local o regional y la universalización del acceso a Internet al permitir reducciones de costos, principalmente cuando se comienza desarrollar abundante contenido local.

La buena calidad que se obtiene para el acceso local es también motivo para el desarrollo de este contenido y su alojamiento en el IXP con muchos mejores costos y calidad.

Por el hecho de constituir un centro de intercambio de tráfico, existe la posibilidad de que, como se ha observado en algunas partes del mundo, los distintos participantes del IXP puedan negociar mejores precios en los proveedores en el mercado mayorista si así lo desearan.

Adicionalmente, al reducir los tiempos de retardo y facilitar mayores velocidades a nivel nacional con menores precios, permiten el desarrollo de servicios en la red (*cloud services*) por parte de los operadores, lo que a su vez generará el desarrollo del mercado de servicios terciarios de IT (SaaS – *Software as a Service*, IaaS – *Infrastructure as a Service* y PaaS – *Platform as a Service*).

1.3 Experiencias recientes de IXP en la región

Analizando la situación actual se han detectado algunos casos interesantes de interconexión entre IXP, y otros aspectos que han reducido en forma importante el costo del acceso a Internet y mejorado su calidad a nivel de los ISP.

Internexa

Esta empresa de origen colombiano ya ha interconectado los NAP Colombia, APROVI de Ecuador, Inca de Perú y NAP Chile como parte de su expansión para constituir una red entre los países sudamericanos, que incluye a Venezuela mediante un acuerdo con CANTV. Ya han conectado los NAP PTT Metro (Porto Alegre, Sao Paulo y Río de Janeiro) y CABASE de Argentina al terminar su red en esta región, que se encuentra en prueba y ajustes a principios de 2012. Sus planes de expansión regional a través de infraestructura propia o comprada incluyen lo siguiente:

- Operaciones actuales: Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Chile.
- Nuevas operaciones en Argentina y Brasil en proceso de puesta en marcha utilizando red propia en el primer semestre de 2012. Enlazará las ciudades de Santiago de Chile, Mendoza, Córdoba, Rosario y Buenos Aires en Argentina, y Uruguaiana, Porto Alegre, Sao Paulo, Belo Horizonte y Río de Janeiro en Brasil.
- Nuevas operaciones en evaluación: Bolivia y USA.

Internexa presta servicios de transporte a los ISP desde E1 a 10 Gbps., incluyendo el acceso a Internet, no existiendo acuerdo marco de los IXP hasta el momento para la conexión a Internet.

Su objetivo inicial era la interconexión de IXP, habiendo evolucionado hacia una red de transporte junto con su objetivo inicial. De todas maneras tiene planes de migrar contenido digital global a Centroamérica y Sudamérica como parte del proceso del mejoramiento del acceso a las aplicaciones y contenidos en la región.

Se observa en el cuadro II.1 la reducción de tiempos de respuesta según Internexa, lo que ha significado una mejora importante de calidad.

CUADRO II.1
TIEMPOS DE RETARDO O RESPUESTA CON INTERCONEXIÓN DIRECTA

Origen	Destino	Tiempos de Respuesta		
		Sin IXP	Con IXP	Disminución %
Colombia	Ecuador	140	16	89%
	Perú	160	42	74%
Ecuador	Colombia	140	16	89%
	Perú	180	28	84%
Perú	Colombia	160	42	74%
	Ecuador	180	28	84%

Fuente: Elaboración propia.

CABASE

CABASE se encuentra desarrollando con singular éxito una federalización de IXP domésticos y con conectividad internacional, lo que ha hecho caer sustancialmente los precios de acceso a Internet para los ISP del interior.

Tiene IXP operativos en Buenos Aires, Rosario, Neuquén, Bahía Blanca, Mendoza, Santa Fe y La Costa, y pondrá en marcha en 2012 los de Mar del Plata, Córdoba, San Luis, Paraná, Resistencia, Corrientes, Bariloche y Posadas. El esquema de la red de CABASE se observa en el gráfico II.1.

GRÁFICO II.1
TOPOLOGÍA DE RED DE CABASE



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los montos a pagar por cada miembro para participar en el IXP, existen varios conceptos:

- Cargo de Inscripción por única vez a CABASE. : USD 250
- Cuota social bimestral CABASE. : USD 250
- Cuota mensual de O&M NAP CABASE. Según Puntos NAP. : USD 100 a + USD 600. Base cooperativa.
- Costo de acceso a Internet, que se paga directamente al *carrier* dentro de los parámetros de su acuerdo con CABASE.
- Hay cuatro portadores que se asociaron para prestar servicios de transporte a los IXP de CABASE y cobran el mismo precio de US\$ 79 por Mbps por mes (a 2011) para darle conectividad doméstica y acceso internacional a Internet.
- Anteriormente algunos ISP pagaban hasta US\$ 400 u US\$ 800 por Mbps. de conectividad internacional a Internet.

Por ejemplo, el NAP de Neuquén es operado por el conjunto de ISP que componen el NAP y eligen el *carrier* que les dará la interconexión con el NAP central CABASE, que en el caso de Neuquén es Silica.

Puntos de Intercambio de Tráfico en Brasil (PTT Metro)

En Brasil a principios de 2012, existe una extensa red de 16 IXP denominada PTT Metro, ubicados en Americana, Belo Horizonte, Brasilia, Campina Grande, Campinas, Curitiba, Florianópolis, Fortaleza, Goiânia, Londrina, Porto Alegre, Recife, Río de Janeiro, Salvador, São José dos Campos y São Paulo.

A partir de esta red, en Brasil se está obteniendo una reducción importante de precios de Internet mediante la contratación del acceso a Internet usando los IXP a nivel metropolitano.

Para el acceso a nivel internacional, al igual que en Argentina, los precios por Mbps rondaban los USD 700 por mes en el interior de Brasil mientras que en Sao Paulo se llegaba al orden de USD 88 por Mbps para 1 STM-1⁸.

Ahora se tienen precios a través de los PTT de por ejemplo USD 40 por Mbps por mes para llegar al PTT de Sao Paulo, por lo que sumando los USD 88 se llega a USD 128 como valor referencial.

Unión de Telecomunicaciones del Caribe (UTC)

Existe un impulso a la instalación de IXP en el Caribe propiciado por la UTC y por el instituto de investigación Packet Clearing House (PCH). PCH está donando el equipamiento inicial, el que no es de alto valor pero permite el inicio de las actividades, a veces con la colaboración de los ISP participantes.

Domínica, Islas Vírgenes Británicas y Granada ya han instalado sus IXP, a las que seguirán otras islas durante 2012 dentro de la iniciativa regional.

1.4 Lista de IXP regionales a setiembre de 2011

El cuadro II.2 presenta una lista de IXP de América Latina según Packet Clearing House (PCH)⁹. Existen 48 IXP en la región a setiembre de 2011, de los cuales solo 32 están activos. Si se comparan estos datos con los existentes en junio de 2010 se observa también que en casi todos ellos ha aumentado la cantidad de ISP participantes.

⁸ STM-1 es un módulo de transmisión sincrónica de información digital que pone a disposición una velocidad de transmisión de 155,52 Mbps. incluyendo información del usuario y de control.

⁹ <https://prefix.pch.net/applications/ixpdir/>.

CUADRO II.2
LISTA DE IXP DE AMÉRICA LATINA SEGÚN PCH 09/2011

País	Ciudad	Nombre del IXP	Participantes	Inicio
Argentina	Buenos Aires	NAP CABASE	79	01-04-1998
	Buenos Aires	Cube Corp		
	Neuquén	CABASE Neuquén		
Bolivia (Estado Plurinacional de)	La Paz	IXP de Bolivia		
Brasil	Americana	Punto de Intercambio de Tráfico de Americana	11	
	Belo Horizonte	Punto de Intercambio de Tráfico de Belo Horizonte	17	
	Brasilia	Punto de Intercambio de Tráfico de Brasilia	13	
	Campina Grande	Punto de Intercambio de Tráfico de Campina Grande	11	
	Campinas	Punto de Intercambio de Tráfico de Campinas	18	30-11-2009
	Curitiba	Punto de Intercambio de Tráfico de Paraná	24	01-06-2002
	Florianópolis	Punto de Intercambio de Tráfico de Florianópolis	10	
	Fortaleza	Punto de Intercambio de Tráfico de Fortaleza	11	01-10-2008
	Londrina	Punto de Intercambio de Tráfico de Londrina	15	15-02-2009
	Porto Alegre	Punto de Intercambio de Tráfico de Porto Alegre	35	2007
	Porto Alegre	Rio Grande do sul Internet Exchange	19	20-11-2000
	Recife	Punto de Intercambio de Tráfico de Recife	5	01-12-2009
	Río de Janeiro	Punto de Intercambio de Tráfico de Río de Janeiro	19	
	Salvador	Punto de Intercambio de Tráfico de Salvador	20	2008
	San Pablo	NAP de Brasil	37	1998
	San Pablo	Punto de Intercambio de Tráfico Metro	106	04-10-2004
	San Pablo	Telcomp	5	2003
	San Pablo	Tivit	39	
	Río de Janeiro	Optiglobe Internet Exchange – América Latina		
	San Pablo	Daedalus		
San Pablo	Diveo Abranet			
San Pablo	NAO Chile			
Chile	Santiago	NAP Chile	11	
	Santiago	Red de Puntos de acceso de Chile		
Colombia	Bogotá	NAP Colombia	16	29-06-2000
		CIN		
		NAP		
Cuba	La Habana	NAP Cuba	5	01-06-2001
Rep. Dominicana	Santo Domingo	NAP del Caribe		01-07-2008
Ecuador	Guayaquil	NAP AEPROV - Guayaquil	32	2003
	Quito	NAP AEPROV - Quito	6	2003
El Salvador	San Salvador	IXP El Salvador		
Haití	Puerto Príncipe	AHTIC - Internet Exchange Point	4	05-05-2009
Ant. Holandesas	Curacao	Caribbean Internet Exchange	9	20-04-2004
	Philipsburg	Open Caribbean Internet Exchange	7	01-10-2008
Nicaragua	Managua	Internet Exchange de Nicaragua	15	01-04-2004
Panamá	Ciudad de Panamá	Intered Panamá	10	
	Ciudad de Panamá	NAP Panamericano S.A. Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología		
Paraguay	Asunción	CAPADI NAP - Paraguay	15	2000
Perú	Lima	NAP Lima		
	Lima	NAP Perú		14-05-2001
Puerto Rico	San Juan	Internet Exchange de Puerto Rico	2	16-04-2006

Fuente: Elaboración propia.

2. Tendencias de las redes de distribución de contenido

En este apartado, se presentan las características principales de algunas redes de distribución de contenido (CDN).

Plataforma de Akamai

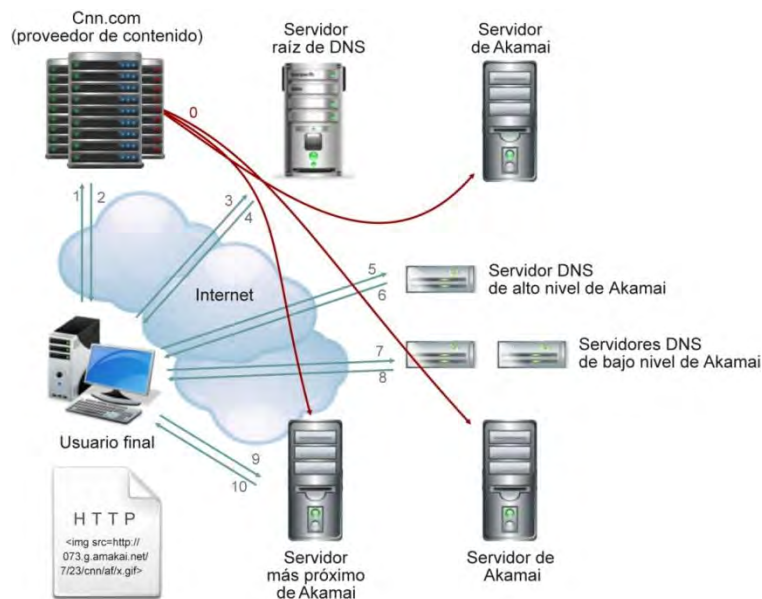
Esta plataforma permite un uso más eficiente y seguro de la red y a su vez permite al usuario acceder con mejor calidad a los contenidos o aplicaciones. Entre sus clientes se encuentran el Estado de Sao Paulo, Yahoo, Microsoft, Apple y CNN. A agosto de 2011, tiene más de 95.000 servidores en 1.900 redes en 71 países traficando 2 Tbps. El propio Akamai asegura manejar el 20% del tráfico mundial de Internet.

Provee un promedio diario en enero de 2012 de 1.500.000 *streams* con 2/3 de video y 1/3 de audio, y 50.000.000 de páginas web por minuto. También da soporte a otras redes de CDN, especialmente cuando deben soportar picos extraordinarios no previsibles de tráfico.

Mediante esta red de servidores, no solamente puede proveer servicios, sino que además hace un relevamiento permanente sobre cómo están interconectadas las distintas redes, las calidades de las distintas rutas, dónde hay cuello de botella, etc. De esta forma, conociendo la dirección IP de donde viene el requerimiento, se puede elegir la ruta más eficiente. Este sistema funciona mejor que la selección del sitio desde el cual uno quiere descargar un contenido, entre las elecciones que permite la página web, ya que no obliga al usuario a decidir. Además, muchas veces la proximidad geográfica no está relacionada con la calidad de la comunicación. El servidor DNS de Akamai hace la mejor elección en cada caso en que surja un requerimiento a un servidor de contenido.

A continuación se observa el procedimiento que sigue Akamai (gráfico II.2), ya que es interesante observar la operación estándar para reducir el transporte de información para completar una página web en un explorador de Internet. Como se observa, se hace foco en las partes de alto “peso” de información.

GRÁFICO II.2
ESTRUCTURA DE SERVIDORES DNS DE AKAMAI Y FUNCIONAMIENTO



(0) cnn.com distribuye las imágenes a los servidores de Akamai.

- (1) El usuario final apunta el navegador a cnn.com (establece un requerimiento de contenido)
- (2) cnn.com responde: la página contiene imágenes incluidas con el tag `` almacenadas en a73.g.akamai.net
- (3) El usuario final le pregunta al servidor DNS raíz acerca de la ubicación de akamai.net
- (4) El servidor raíz DNS le responde con la dirección IP del servidor de alto nivel de Akamai akamai.net
- (5) El usuario final consulta a este servidor de Akamai de alto nivel acerca de la dirección IP de g.akamai.net
- (6) El servidor de alto nivel devuelve la dirección IP.
- (7) El usuario final consulta al servidor DNS de bajo nivel de Akamai g.akamai.net acerca de la ubicación de a73.g.akamai.net
- (8) El servidor de bajo nivel de Akamai computa el servidor web de Akamai más próximo al usuario final y le devuelve la dirección IP
- (9) El usuario final requiere la información de la imagen al servidor designado por Akamai como el más próximo.
- (10) El servidor web Akamai devuelve la imagen requerida al usuario final.

Fuente: Elaboración propia.

^a Las imágenes no están insertas desde un punto de vista técnico en una página HTML sino que están referenciadas a una página HTML usando el tag `<img...>` con dos atributos posibles: `scr` (URL) y `alt` (texto). El tag `` crea un espacio para ubicar la imagen referenciada en la URL. Se observa que Akamai almacena la información más “pesada” manteniendo el uso del servidor principal para la información que se renueva permanentemente. Típicamente todas las imágenes del formato del proveedor de contenido se bajan del servidor Akamai y no de los servidores principales del proveedor.

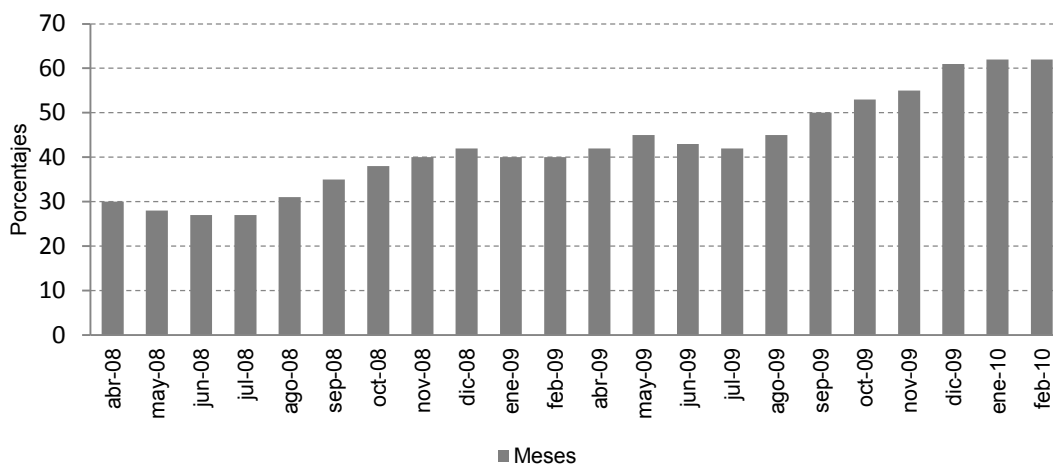
Adicionalmente, por acuerdo con los ISP, Akamai tiene acceso a la tabla de ruteo en tiempo real, obteniendo una visión completa de la conectividad en cada momento. También obtiene información de calidad, la que es usada en la elección del mejor servidor Akamai para cada caso.

El hecho de que no existe en el protocolo BGP información sobre la calidad de las rutas para la selección de ellas, sino solamente información sobre la cantidad de saltos, no está estrictamente correlacionado con la calidad, y hace que Akamai deba realizar medidas permanentemente sobre la calidad para que el usuario pueda emplear la mejor ruta.

Plataforma de Google

Google se encuentra desplegando una plataforma que se considera que se va a asemejando a Akamai. Ha aumentado el porcentaje de tráfico a través de acuerdos de *peering* llegando a más del 60% a principios de 2010. Adicionalmente ha aumentado el despliegue de *web caching* en grandes ISP. El gráfico II.3 muestra la evolución del *peering* según Arbor Networks:

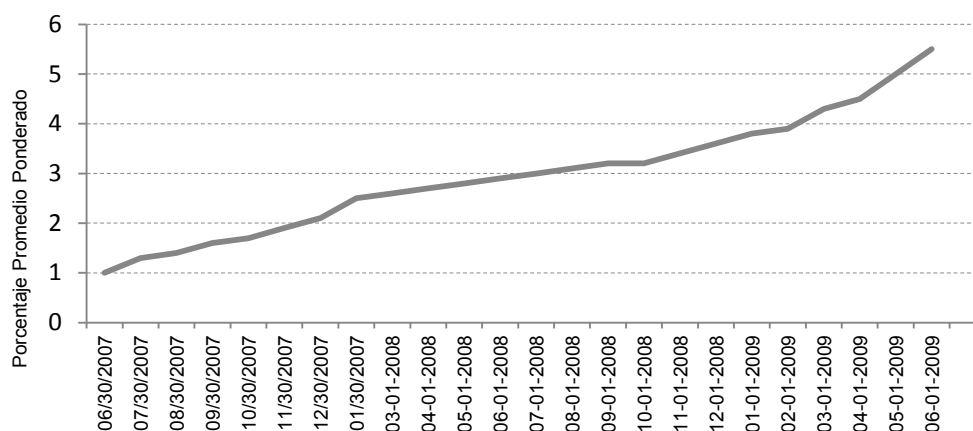
GRÁFICO II.3
PORCENTAJE DE TRÁFICO DE GOOGLE USANDO PEERING



Fuente: Elaboración propia.

Según Arbor¹⁰, si Google fuera un ISP, sería el tercer *carrier* más grande y el de mayor crecimiento. Solamente otros dos proveedores, que a su vez transportan un porcentaje alto del tránsito de Google, contribuyen con más tráfico entre dominios que Google. Según estimaciones realizadas a mediados de 2009, Google contribuía con alrededor del 6% del tráfico mundial, porcentaje que se estima que llega al orden del 10% a fines de 2011, considerando su compra de YouTube en 2007 y a partir de medidas realizadas en 110 ISP no identificados. El gráfico II.4, también de Arbor Networks, muestra la evolución del tráfico de Google como porcentaje del tráfico total de Internet.

GRÁFICO II.4
PORCENTAJE DE TRÁFICO GOOGLE SOBRE TRÁFICO TOTAL DE INTERNET



Fuente: Elaboración propia.

La competencia entre grandes proveedores de contenido como Google, Microsoft, Yahoo y otros, giraba hasta hace unos años alrededor de quién tenía la mejor calidad de contenido. La competencia ahora orbita en torno de quién tiene la mejor infraestructura, considerando principalmente la velocidad de procesamiento y la eficiencia con que la información es entregada a los consumidores.

En este sentido Google, que antes usaba tránsito de terceros para proveer sus servicios, hoy ha desarrollado su propia infraestructura de Data Centers y distribución de contenido, y ha procurado la interconexión directa con las redes de sus consumidores. Aparte de estos movimientos para mejorar la calidad y el costo de sus servicios, Google está desplegando desde hace dos años una gran cantidad de servidores de Cachés Globales de Google (GGC o Google Global Caché) en la redes de los consumidores en el mundo. Más de la mitad de las redes de los principales proveedores de acceso en el mundo tienen GGC en sus redes, lo que hace que se vaya pareciendo a Akamai o Limelight Networks, los que ya tienen servidores en todo el mundo. De esta manera, los ISP permiten dar el servicio desde la frontera de su red y evitan los costos del tránsito, o evitan sobre cargar sus acuerdos de *peering*. De la misma manera se mejora la ecuación de precio – calidad para Google.

En cuanto a los pagos que hace Google, Credit Suisse estimaba que YouTube le costaba a Google US\$ 500 millones de tránsito para 75 billones de videos. Según datos de Arbor Networks, ya en 2010 podría ser que Google no esté pagando tránsito considerando la importante red que ha desplegado incluyendo IXP en el mundo, lo que le permitiría hacer *peering* a pesar de tener del orden del 10% del tráfico total de la red.

¹⁰ <http://asert.arbornetworks.com/2010/03/how-big-is-google/>.

Google participa en más de 100 IXP en el mundo¹¹, y también se conecta con otras redes en al menos 56 instalaciones privadas de *peering* operadas por proveedores como Terremark, Telx, Level 3 y otros.

Una de las razones que muestran los proveedores de contenido para no establecerse en la región es la falta de posibilidades de establecer interconexiones de *peering*. En este sentido, aunque la calidad sea menor en países de la región, Google prioriza sus acuerdos internacionales de *peering*.

Google entiende que su participación en IXP usando los GGC tiene las siguientes ventajas, lo que lo ha llevado a realizar acuerdos con gran cantidad de IXP en el mundo, usando puertas de 1 Gbps o 10 Gbps con el IXP:

1. Google produce un porcentaje alto del tráfico de Internet (contenido, Google APPs, etc.) por lo que los ISP participantes del IXP transformarían este tráfico de tránsito a *peering*, con la consiguiente reducción de costos globales del acceso a Internet.
2. Por otra parte, los usuarios de los ISP participantes podrían descargar a más velocidad y muchísima menos latencia (200 ms. a 20/40 ms.), lo que resulta en una mejor experiencia del usuario.
3. Para los operadores del IXP las ventajas son el aumento considerable del tráfico en el IXP, el aumento de ISP participantes y los efectos en cuanto al uso del IXP y la generación de economías de escala.

En general existen varias modalidades de acuerdo al ISP o el IXP:

- Para grandes ISP la modalidad es la del *peering* privado con velocidades de 1 Gbps a 10 Gbps o mayores interconexiones.
- Para pequeños y medianos ISP se pueden establecer *peering* privado de 1 Gbps o *peering* público.
- Para los IXP puede ser interconexión a 1 Gbps o 10 Gbps o mayores interconexiones.

Plataforma de Microsoft

En el año 2008, Microsoft desarrolla su plataforma *Edge Content Network* usando tecnología licenciada de Limelight Networks. Esta acción lo prepara para el aumento de descargas de video y también para la de sus propios sitios. La idea de Microsoft es colocar nodos en todo el mundo para lograr mejores resultados que los que obtienen a través de socios. El acuerdo con Limelight Networks es más un acuerdo de intercambio de licencias que un acuerdo de cliente a proveedor.

Se entiende que este movimiento está soportando no solamente la descarga de contenidos sino también el soporte para sus juegos en línea. Mientras expande la distribución de contenido a través de su propia red, mantiene todavía acuerdos con CDN como Akamai, Level 3, ChinaCache y otros.

Limelight Networks

Este CDN es importante en el mundo pero no tiene centros de distribución en América Latina, sino en los centros de interconexión IXP más importantes del mundo, como Londres, Amsterdam, Miami, Tokio, Nueva York, un total de 18 centros regionales. Entre los servicios principales se encuentra la distribución de objetos HTTP de bibliotecas masivas: arrendamiento de videos, descarga de *software*, etc., y el *streaming* de eventos en vivo o contenido bajo demanda.

Se considera que, en la medida en que se generen IXP regionales en América Latina y aumente el contenido alojado en la región, otras empresas como Limelight podrían comenzar a ubicar sus servidores en ésta.

¹¹ <http://www.datacenterknowledge.com/archives/2010/03/18/google-boosts-peering-to-save-on-bandwidth/>.

Plataforma de CDN de Telefónica en España

Esta plataforma de distribución de contenido es similar en sus funciones a la que usa Akamai u otros CDN, pero la diferencia se encuentra en que es propiedad de Telefónica ISP. Si los proveedores de contenido desean usar esta red para llegar con mejor calidad a los clientes deben pagar a Telefónica por su uso. De esta manera, Telefónica presenta una alternativa en España al modelo de negocio por el que los proveedores de contenido solicitan interconexión por *peering* en múltiples puntos de la red.

La modalidad de *peering* es ventajosa para los ISP, ya que de otra manera deberían usar enlaces internacionales (tránsito IP internacional) para acceder a los contenidos con altos costos relativos, en América Latina. Se observa que este modelo de Telefónica en España no sería en principio, ni en este momento, aplicable a la mayoría de los ISP de la región, porque -salvo algunos países grandes- la mayoría tiene una concentración importante de tráfico en una ciudad, y no sería rentable este desarrollo ya que representa inversiones importantes en cada punto.

3. Análisis comparado de la normativa respecto de los IXP

Existe abundante evidencia internacional sobre la importancia que tiene la implantación de los IXP y antecedentes de las diferentes versiones de su constitución y operación, así como de regulaciones, y también documentos emitidos por iniciativas reconocidas en este ámbito como la Internet Society¹² o el *ICT Regulation Toolkit*¹³, que otorgan importancia a la regulación.

La experiencia chilena es interesante pues muestra, luego de más de quince años, el resultado de una política de desarrollo de los IXP, que se originaron en forma natural desde 1995, se fortalecieron con una regulación específica desde 1999, y hoy existe un buen entorno de conectividad nacional en el que los IXP, si bien existen, tienen un papel más bien secundario en las importantes redes de interconexión entre todos los ISP.

Se alcanza así una situación en que la regulación de los IXP podría ser innecesaria ya que el mercado, a través de su propia dinámica y maduración, ya ha establecido una importante conectividad entre los IXP que conduce inclusive a tener precios de tránsito IP nacional a nivel mayorista, que son del orden de 10 veces menos que el del tránsito internacional.

En este análisis se consideran los conceptos vertidos en el *ICT Regulation Toolkit* y las regulaciones de dos países de América Latina que han considerado necesario introducir la regulación para estimular el desarrollo de los IXP.

4. ICT Regulation Toolkit

Luego de referirse en forma breve a las ventajas del establecimiento de los IXP, el *ICT Regulation Toolkit* presenta los desafíos para la instalación de los IXP regionales. Confirma lo que se ha observado en cuanto a que hay un atraso en los países en vías de desarrollo en la implantación de IXP. Entiende que se debe principalmente a cuestiones regulatorias, de coordinación y de gestión.

Considera que los ISP dentro de un mismo país deben entender que los IXP no inclinarán el campo de juego competitivo a favor de uno o más operadores, y que los ISP de países vecinos necesitan comprender el valor de “rutear” el tráfico al IXP, en lugar de desarrollar interconexiones privadas entre ellos.

¹² “Introducción a los actores y conceptos de interconexión en Internet”, ISOC (www.internetsociety.org).

¹³ <http://www.ictregulationtoolkit.org/en/index.html>.

Luego del análisis, este documento concluye que: “Finalmente, es importante el soporte oficial legal y regulatorio para el desarrollo de los IXP (...)”.

Destaca como las mejores prácticas a incluir para el desarrollo de los IXP regionales:

1. Un entorno que vea al desarrollo de Internet como beneficioso y no como una amenaza, para lo cual los ISP deben ser involucrados en el proyecto.
2. Reglas de interconexión neutrales y transparentes. El régimen de interconexión no debería de favorecer a ningún ISP o grupo de ISP.
3. Búsqueda de arreglos comerciales que estén orientados a costos de operación de los IXP y que sean equitativos entre los ISP.

Bolivia (Estado Plurinacional de)

El 8 de agosto de 2011 fue publicada la Ley 164 General de Telecomunicaciones, Tecnologías de la Información y Comunicación. Esta ley, que aún no fue reglamentada, establece en su Artículo 50 sobre “Interconexión entre proveedores de Internet”:

“Los proveedores de Internet, deben obligatoriamente establecer y aceptar interconexiones entre sí, dentro del territorio nacional, a través de un punto de intercambio de tráfico, a fin de cursar el tráfico de Internet, de acuerdo a las condiciones establecidas mediante reglamento”.

Esta ley establece una condición general respecto de la obligatoriedad de establecer y aceptar la interconexión entre proveedores de acceso a Internet. El aspecto principal respecto de los puntos de intercambio de tráfico queda establecido de esta manera, dejando sujeto a la reglamentación los detalles de procedimientos y demás condiciones.

Representa un avance importante en un país caracterizado por los altos costos internacionales del acceso a Internet, ya que a través de esta regulación se favorecerá la reducción de costos en general.

En cuanto a la reglamentación, en enero de 2012 el Viceministerio de Telecomunicaciones emitió un documento preliminar que establece el régimen de interconexión entre las Redes Públicas de Telecomunicaciones, el que hace referencia a la interconexión entre proveedores de Internet. Entre los artículos 40 y 45 se establecen las características técnicas y demás condiciones relativas a la obligatoriedad de la interconexión entre sí en Internet, a aplicarse a “los proveedores de servicios de Internet que cuenten con conexión directa a proveedores internacionales” dentro del territorio nacional y a través de un punto de intercambio de tráfico (PIT), a fin de cursar el tráfico de Internet.

Según el artículo 41, los PIT (puntos de intercambio de tráfico), serán mantenidos “con aportes de los proveedores de servicios de Internet que cuenten con conexión directa a proveedores internacionales de Internet”. Los pagos a efectuar estarán en relación al tráfico cursado.

También se establece la obligatoriedad de que los proveedores de acceso a Internet se interconecten a través de un punto de intercambio de tráfico en condiciones no discriminatorias.

Chile

La República de Chile, por Resolución Exenta N° 1483, de octubre de 1999, ha fijado el procedimiento y los plazos para establecer y aceptar conexiones entre ISP.

Los dos fundamentos principales para establecer la obligatoriedad de que exista interconexión local entre ISP están establecidas en los considerandos c) y d) de esta resolución, y que por su generalidad podrían ser recogidos de manera literal en cualquier país.

“c) Que debido al desarrollo del mercado de acceso a Internet y al incremento de la oferta de contenidos nacionales en el país, se hace necesaria la dictación de la normativa técnica que asegure el uso eficiente de los recursos y que, a su vez, garantice a los usuarios la no discriminación en el acceso a dichos

contenidos, independientemente del proveedor de acceso a Internet y a los proveedores de contenidos, la libertad de elegir a su proveedor de *hosting*, todo ello en un contexto de sana competencia.”

Este inciso recoge los siguientes aspectos principales:

- Eficiencia en el uso de recursos, principalmente evitando innecesarias comunicaciones internacionales.
- Garantías de que el acceso a los contenidos nacionales no sea discriminado según el operador en el que ellos están alojados o desde donde ellos son accedidos .

Asegurar la libertad a los proveedores de contenido en cuanto al operador donde alojarlo.

“d) Que para satisfacer las finalidades antes señaladas es menester que el tráfico nacional de información Internet sólo circule por medios de transmisión autorizados para ser operados y explotados al interior del país;”

Este inciso se refiere a evitar el transporte internacional cuando ambos extremos de la comunicación se encuentran en el territorio nacional.

Los artículos principales, en cuanto a los conceptos, son los siguientes, aparte de otros relativos a procedimientos y control de calidad de servicio:

“Artículo 2º: Con el objeto de garantizar el buen funcionamiento y la no discriminación en la calidad del servicio de acceso a Internet prestado a los usuarios, los ISP deberán, previo al inicio de servicio, establecer y aceptar conexiones entre sí para cursar el tráfico nacional de Internet, sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 5º de la presente norma.”

“Artículo 3º: (...) Sin perjuicio de lo señalado precedentemente, las conexiones que se establezcan entre los ISP deberán asegurar a los usuarios del ISP solicitante, un acceso a proveedores de contenido ubicados tanto en el ISP solicitante como en el requerido, de calidad equivalente. De igual forma, las conexiones que se establezcan entre los ISP deberán asegurar a los proveedores de contenido ubicados en el ISP solicitante, un acceso desde usuarios ubicados tanto en el ISP solicitante como en el requerido, de calidad equivalente. ...”

“Artículo 5º: En todo caso, los ISP podrán establecer otras topologías de conexión, distintas a la señalada en el inciso primero del artículo 2º precedente, siempre que aseguren que el tráfico nacional de Internet se intercambie por medios de transmisión autorizados para cursar comunicaciones nacionales. En caso de establecerse un punto de intercambio de tráfico nacional de Internet que agrupe el tráfico de uno o más ISP, el proveedor de dicho servicio será considerado como ISP para los efectos de esta norma.”

Este artículo asegura, mediante la interconexión obligatoria entre punto de intercambio de tráfico, que todos los ISP nacionales queden interconectados entre ellos en las condiciones establecidas en esta resolución.

“Artículo 6º: Los ISP deberán aceptar y poner en servicio las conexiones indicadas precedentemente en condiciones no discriminatorias. Asimismo, cada ISP deberá permitir a los usuarios de los ISP conectados de conformidad a la presente norma, el acceso a la totalidad de los contenidos que mantenga, en condiciones no discriminatorias.”

5. Conclusiones

Del análisis anterior se extraen las siguientes conclusiones sobre los IXP. La justificación de la implantación de los IXP es económica al evitar los altos costos internacionales injustificados o *tromboning*, y técnica, ya que los IXP permiten reducir los tiempos de tránsito y mejorar la calidad del acceso a Internet.

También juegan un papel importante facilitando la entrada de nuevos ISP, que pueden lograr interconexiones domésticas con otros ISP sin incurrir en costos elevados de disponer de interconexiones con cada uno de los demás ISP a través de una red en malla.

Los IXP proveen servicios más allá de la simple interconexión entre ISP como hasta hace pocos años, formando parte de las rutas de intercambio eficiente de tráfico y también siendo núcleos imprescindibles de reunión de proveedores de contenido o CDN.

Se estima que Akamai y Google trafican el 30% del tráfico mundial de Internet, lo que da la pauta de la importancia de propiciar su arraigo local a través de los IXP.

Las experiencias de Chile, CABASE, Internexa y PTT Metro son muy importantes para mostrar el camino hacia el desarrollo de los IXP y los resultados que se obtienen.

En América Latina hay solo 32 IXP activos y existen muchos países sin IXP o con IXP que no aseguran toda la interconexión nacional, o más bien ésta no es eficiente.

Las plataformas de Akamai, Google, Microsoft y otras constituyen el mismo ecosistema de los IXP y deben ser evaluadas en la consideración de los IXP.

Del análisis de la normativa y de la experiencia acumulada respecto de los IXP se pueden extraer estas recomendaciones:

- Observar en primer lugar si la interconexión doméstica respeta los principios de neutralidad, no discriminación y transparencia entre todos los ISP del país, con atención adicional a los principios básicos de la competencia.
- Si no se dieran estas condiciones, se deberían considerar incentivos o regulaciones a la interconexión, propiciando la aplicación de estos principios a través del establecimiento de IXP.
- Establecer la obligación de la interconexión de los ISP para intercambio de tráfico nacional, extendiendo esta obligación a los IXP en el caso en que exista más de uno.
- Los precios a pagar por parte de los ISP, tanto para la interconexión con el IXP, como para la interconexión entre IXP ubicados en distintas ciudades de un mismo país deberían estar orientados a costos si no existiera suficiente competencia, o debería aplicarse directamente el derecho de la competencia en los casos de distorsiones importantes en los precios.
- La regulación debería ser lo menos intrusiva posible y proporcional a los fines deseados.
- Propiciar, a través de las medidas que estén al alcance de los gobiernos, como por ejemplo las tributarias, la instalación de los IXP así como de los proveedores de contenido y sobre todo de las redes de distribución de contenido.
- No agregar a los IXP cargas regulatorias o barreras de licenciamiento innecesarias, de forma que los IXP funcionen como un incentivo para la entrada en operación de nuevos ISP.

III. Políticas públicas para la universalización de las redes ultrarrápidas de banda ancha en España

*Jorge Pérez Martínez*¹⁴

1. Introducción

El despliegue de la nueva generación de infraestructuras de acceso de banda ancha es, para la Comisión Europea y la mayoría de estados miembros, uno de los principales objetivos políticos y estratégicos de la presente década para incrementar la productividad de las economías y fomentar la generación de empleo. De esta forma, Europa se ha embarcado en plantear unos ambiciosos objetivos —hasta el momento lejos de su cumplimiento— representados por la Agenda Digital Europea y sus homólogas agendas nacionales. Dichos objetivos incluyen la universalización de la banda ancha en 2013, la disponibilidad de coberturas de más de 30 Mbps para todos los hogares en 2020, y que al menos el 50% de los hogares estén suscritos a servicios de más de 100 Mbps en 2020.

La inversión asociada a dichos objetivos se ha estimado entre los 200 a 300 mil millones de euros para el conjunto de la Unión Europea. Resulta necesario pues plantear el debate de la inversión en infraestructuras considerando su impacto en el ecosistema de Internet. Es evidente que el desarrollo de los futuros servicios, aplicaciones y contenidos en Internet no podrá materializarse completamente sin la existencia de unas redes que proporcionen una adecuada capacidad y velocidad a una extensa parte de la población europea.

Por una parte, existe una clara demanda de un mayor ancho de banda por parte de proveedores de contenidos, agregadores y distribuidores para permitir el desarrollo de nuevos servicios, modelos de negocio e ingresos. Asimismo, es claro que los operadores de la capa de infraestructuras —los que de forma natural realizarían las inversiones— no tendrán incentivos suficientes para desplegar una nueva generación de infraestructuras si no disponen de la capacidad u oportunidad de capturar parte de las externalidades incrementales generadas. Finalmente, existe una demanda por parte de los usuarios de servicios asequibles, abiertos, seguros y respetuosos con su privacidad.

El desarrollo de un modelo de Internet que permita alcanzar los objetivos de los diferentes agentes involucrados, preserve los incentivos para invertir en las distintas capas del ecosistema y sea respetuoso con los derechos de usuarios, creadores de contenidos e inversores, requiere de un cambio

¹⁴ Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Este documento fue elaborado con la colaboración de Arturo Vergara, investigador de la UPM, y Zoraida Frías, investigadora predoctoral de la UPM.

relevante en la regulación, las políticas públicas y en los modelos de ingresos de los distintos agentes. Europa se encuentra actualmente en el proceso de avanzar hacia ese nuevo enfoque, con un riesgo no menor de que el despliegue de la nueva generación de banda ancha se quede bloqueado.

Dicho proceso se desarrolla en un entorno de múltiples grupos interesados (*multistakeholder*), en el que conviven diferentes tipos de agentes que compiten y cooperan entre ellos, operadores de distinta naturaleza, proveedores de contenidos, plataformas de aplicaciones y servicios, suministradores de servicios en la nube o de servicios *Over-the-top* (OTT), fabricantes de equipamiento y terminales, etc. Asimismo, en el establecimiento de las políticas, regulación y los planes públicos también participan diferentes instituciones con visiones, objetivos y tradiciones distintas. En este contexto complejo, cada agente defiende y se preocupa por diferentes elementos. Sin embargo, la coordinación y diálogo entre los distintos agentes será imprescindible para avanzar hacia mejores políticas públicas para el desarrollo de una nueva generación de infraestructuras de banda ancha ultrarrápidas que sirvan de entrada a una Internet abierta y sostenible.

Para ilustrar las distintas problemáticas y retos a los que se enfrentan las políticas públicas y la regulación se presenta el caso de España en relación a los objetivos principales planteados por la Agenda Digital: la universalización de la banda ancha y el despliegue de las redes de acceso de próxima generación, y la adopción de los servicios ultrarrápidos de banda ancha.

2. Universalización de la banda ancha

La universalización de la banda ancha y la disminución de la brecha digital es uno de los principales objetivos de las administraciones y gobiernos, y se ha situado como el primer objetivo de la Agenda Digital en materia de infraestructuras de banda ancha, a cumplir antes del fin de 2013. Múltiples estudios han puesto de manifiesto la existencia de una correlación positiva entre la penetración de la banda ancha en un país o región y su crecimiento económico.

Si bien en Europa existe una amplia cobertura y penetración de los servicios de banda ancha, aun existen ciertas zonas en las que la dispersión, orografía o condiciones socio-demográficas han ralentizado o impedido el despliegue de redes de banda ancha. Por poner un ejemplo, la cobertura media nacional de las redes DSL en Europa en 2011 se situaba en el 95,2%, mientras que la media en zonas rurales descendía hasta el 85,1%. El impulso al despliegue de la banda ancha básica en estas regiones puede generar beneficios económicos y sociales muy relevantes, que pueden ser mayores que los beneficios incrementales que generaría la evolución de la banda ancha básica a banda ancha ultrarrápida en zonas urbanas, como planteó un estudio para Vodafone realizado en 2010 (Kenny, 2010).

En el caso español, la existencia de programas de extensión de la banda ancha, entre 2005 y 2008, destinados a movilizar la inversión privada mediante incentivos públicos ha permitido reducir la brecha de cobertura frente al caso europeo, con una cobertura media en zonas rurales del 99%. Sin embargo, al día de hoy queda en España entre un 0,87% y un 1,67% de la población sin acceso a servicios de banda ancha iguales o superiores a 1 Mbps. Las soluciones de política pública adoptadas por la administración española para alcanzar la universalización de la banda se dividen en dos líneas principales.

En primer lugar, la aprobación por parte del gobierno del servicio universal de 1 Mbps. Su entrada en vigor el 1 de enero de 2012 reconoce el derecho de los usuarios a disponer de una conexión de banda ancha básica¹⁵, independientemente de su ubicación geográfica, en un plazo máximo de 60 días y a precios similares a los de los núcleos urbanos¹⁶. El coste neto del servicio universal es

¹⁵ La cuota mensual del servicio de acceso a Internet de banda ancha incluye la transmisión / recepción de datos a 1 Mbps/256Kbps con un límite de descarga de 5 Gbps. (superado el límite, la velocidad se reduce a 126 Kbps /64Kbps). Los precios de la línea + banda ancha se sitúan en una cuota de alta de 66€ y cuota mensual de 29,90€, mientras que si se añade el servicio de telefonía, las cuotas de alta y mensual se sitúan en 121,6€ y 33,9€ respectivamente.

¹⁶ El servicio universal obliga a su prestador, en este caso Movistar, a aceptar cualquier solicitud razonable para el suministro del mismo.

analizado, y en caso de implicar una carga injustificada para el operador designado este se repartirá entre los operadores obligados a su financiación. El servicio universal ha supuesto en los últimos años una carga para el sector de entre 70 y 80 millones de euros. Sin embargo, la inclusión de la banda ancha en el mismo ha abierto el debate sobre la necesidad de un cambio en los mecanismos de financiación, pudiendo tomar parte en ella el Estado, para así no trasladar al sector los costes incrementales de la política de universalización de la banda ancha.

La segunda política de actuación en relación a la universalización es la licitación del espectro radioeléctrico y el establecimiento de objetivos de servicio como parte del proceso de obtención de las licencias. En este sentido, la licitación y reordenación de las bandas de 800 MHz y 900MHz, ha permitido alcanzar compromisos de inversión para el despliegue de redes ultrarrápidas de banda ancha en zonas rurales (elemento que se tratará más adelante), así como compromisos de inversión de 240 millones de euros para el despliegue de infraestructuras UMTS en poblaciones de menos de 1.000 habitantes. Asimismo, la disponibilidad de las citadas bandas permitirá la prestación de servicios de banda ancha superiores a 1 Mbps en las zonas rurales.

No obstante, el retraso hasta 2015 de la puesta a disposición de las bandas de frecuencia, junto a la falta de alternativas en determinadas zonas rurales, generan una demanda no cubierta de servicios de banda ancha de características superiores a las del servicio universal, única opción para dichos ciudadanos. Un estudio¹⁷ realizado en la Universidad Politécnica de Madrid estima un mercado potencial de banda ancha en zonas rurales y dispersas de 100.000 hogares, un 0,6% del total.

Dicha demanda no cubierta se sitúa, en gran medida, en los hogares dispersos que se encuentran en las inmediaciones de grandes núcleos urbanos en los que sí existe una elevada competencia en redes y servicios (consideradas habitualmente como zonas negras). En estas zonas el perfil de la población existente – tanto por edad como por poder adquisitivo – realiza una mayor demanda de servicios de banda ancha de alta velocidad que sin embargo no resulta eficiente cubrir mediante soluciones terrenas o móviles. En este sentido, la reciente declaración del servicio universal mitigará en parte esta carencia, pero sólo para los usuarios con una demanda más elemental. Actividades como la formación en línea, el teletrabajo u otras con unos requisitos de velocidad y volumen mayores seguirán sin tener cabida en ciertas zonas.

En este escenario, la utilización de soluciones de banda ancha satelitales se sitúa como una de las opciones más económicas, eficaces y de rápida implementación frente a otras alternativas terrenas, ya sean cableadas o inalámbricas. Las ofertas disponibles actualmente permiten proporcionar servicios accesibles de anchos de banda elevados. Sin embargo, el elevado coste de las estaciones terrenas supone una importante barrera de entrada que puede estar limitando la adopción de servicios de banda ancha en estas regiones.

Las políticas públicas tienen la capacidad de intervenir en los despliegue de redes y servicios para adelantar los beneficios económicos, productivos y sociales de la implantación de la banda ancha en las zonas con demanda no cubierta. Sin embargo, el posible establecimiento de políticas de subvención a los usuarios para la adquisición e instalación de los terminales satelitales – principal barrera a la adopción – deberá conjugarse con los principios de neutralidad tecnológica, no distorsión de la competencia, así como con el imprescindible ajuste presupuestario, enfrentándose a la difícil tarea de priorizar ciertos usuarios en su tarea de difusión de la banda ancha con fin de maximizar los beneficios en la mejora del tejido productivo y de la formación que la sociedad de la información trae consigo.

¹⁷ Estudio financiado por SkyLogic (Eutelsat) para caracterizar la demanda no cubierta en España y la oportunidad de la oferta de servicios satelital.

3. Despliegue de redes ultrarrápidas de banda ancha

El segundo de los objetivos perseguidos por la Agenda Digital en términos de banda ancha es la disponibilidad, a fines de 2020, de una cobertura de redes ultrarrápidas capaces de proporcionar más de 30 Mbps en el 100% de hogares.

Los principales avances en el despliegue de las redes de acceso ultrarrápido se basan en las inversiones de los operadores de cable para actualizar sus redes a DOCSIS 3.0, que alcanzaron a fines de 2010 una cobertura del 41% de los hogares europeos, y también en las realizadas por determinados¹⁸ operadores incumbentes para realizar despliegues FTTN de una elevada cobertura en sus países, alcanzando a fines de 2010 una cobertura equivalente al 30% de los hogares europeos. Por su parte, los despliegues de redes FTTH han tenido hasta el momento un desarrollo más limitado, con una cobertura del 9% de los hogares europeos.

Sin embargo, no es previsible que la actualización de las redes de cable, ya en un 92%, o los despliegues de plataformas FTTN, prácticamente completados, permitan alcanzar coberturas superiores a las ya disponibles. Parece pues claro que para avanzar hacia los objetivos de la Agenda Digital es necesario un relevante esfuerzo inversor, encabezado por los operadores incumbentes y seguido en cierta medida por el conjunto de operadores alternativos mediante mecanismos de inversión conjunta.

Un reciente informe del HSBC titulado *Make or break for fibre*, plantea la compleja situación que vive Europa en relación a la inversión y despliegue de las redes FTTH, al ser incompatible el actual modelo de competencia y fijación de precios con el objetivo de iniciar el proceso de inversión necesario para alcanzar o avanzar decididamente hacia los objetivos de la Agenda Digital. Según dicho informe, el modelo regulatorio no crea las condiciones adecuadas para que los inversores apuesten por el despliegue de fibra, al existir otras alternativas más seguras y rentables. Para cambiar esa dinámica, se deberán enviar señales decididas a los inversores de una evolución hacia un modelo consistente que permita el incremento de las tarifas y de los ingresos de aquellos agentes que inviertan, respetando su capacidad de flexibilizar precios y servicios para crear los incentivos apropiados para la inversión. Los principales elementos a considerar son:

- En relación al debate abierto sobre el cambio en los niveles de precios de acceso a la red legacy, debe evitarse el envío de señales que puedan desincentivar la inversión y la confianza de los inversores en el sector de las telecomunicaciones. El descenso de los precios del cobre generaría mayores barreras a la adopción de la fibra, al aumentar la diferencia de precios con las ofertas actuales, limitando la capacidad de establecer tarifas más elevadas por los nuevos servicios e incidiendo negativamente sobre el caso de negocio de los operadores que realizan la inversión.
- Resulta muy relevante para el establecimiento de un modelo regulatorio eficaz una mayor segmentación geográfica, con enfoques más cautelosos en zonas negras, la promoción de enfoques de co-inversión y compartición de riesgos en zonas grises, junto con una mayor consideración de la plataforma móvil y una mayor clarificación de las ayudas públicas en las zonas grises y blancas.
- Respecto del modelo de fijación de precios de la fibra, la orientación a costes planteada por la Comisión Europea, a pesar de los mecanismos de prima de riesgo, limita la capacidad de diferenciación de servicios y de segmentación de tarifas de los operadores, que supone uno de los principales mecanismos para aumentar su penetración. Asimismo, la orientación a costes no tiene en cuenta la naturaleza multilateral de las plataformas de banda ancha, lo que puede dificultar la viabilidad de modelos de negocio innovadores.

¹⁸ Conviene aclarar que los despliegues se concentran en pocos países, como Bélgica, Suiza, Alemania y Países Bajos, donde los operadores han apostado por la evolución de su red de pares de cobre para poder competir con los operadores de cable en la provisión de servicios de vídeo y de banda ancha.

- Otros elementos relevantes para el impulso de la inversión son: (i) la reducción de las barreras al despliegue, tanto a un nivel normativo como fiscal, y (ii) el establecimiento de modelos que permitan la compartición efectiva de los tramos interiores o que trasladen a los propietarios de la vivienda la propiedad y el coste de ese tramo de acceso.

En el caso de España, el principal despliegue de redes ultrarrápidas es el realizado por los operadores de cable, que han actualizado prácticamente la totalidad de su cobertura a DOCSIS 3.0, alcanzando el 51% de los hogares españoles. Por su parte, el operador incumbente, Telefónica, ha impulsado el despliegue de infraestructura FTTH en algunas zonas urbanas donde afronta una mayor presión competitiva, así como en zonas de nueva construcción. Su despliegue alcanza aproximadamente al 6% de los hogares, aunque continúa en crecimiento. Si bien entre el 51% y el 57% de los hogares españoles acceden ya al menos una infraestructura de acceso de más de 30 Mbps, la introducción de una mayor competencia (al cable) y el aumento de la cobertura de estas redes requerirá de inversiones muy relevantes.

Para ilustrar la magnitud de las inversiones, las diferentes zonas de competencia y los retos a los que se enfrenta la regulación y las políticas públicas para impulsar este despliegue se hará referencia a los resultados de la tesis doctoral presentada por Vergara (2011) en la que se realiza un análisis tecno-económico del despliegue de diferentes plataformas NGA fijas para el horizonte 2020¹⁹, analizando el caso de la competencia entre plataformas alternativas. Los resultados del estudio permiten diferenciar entre zonas negras, grises y blancas, siguiendo la taxonomía adoptada por la Comisión Europea.

3.1 Zonas negras

Este escenario considera la situación en la que el operador incumbente despliega una plataforma de red NGA para competir, principalmente, con la plataforma alternativa de cable ya existente, que es actualizada a DOCSIS 3.0. Asimismo, los operadores alternativos podrán desplegar sus redes en aquellas zonas en las que sea viable, ya sea por separado o mediante esquemas de despliegue conjunto. El alcance potencial de las zonas negras, en las que existiría competencia simultánea entre dos o más plataformas, se estima entre el 46,1% y el 50,2% de las viviendas y locales del país, en función del grado de inversión conjunta alcanzada por los operadores alternativos.

En el escenario base, el operador de cable alcanzará hasta el 40% de las viviendas y locales del país mediante una inversión incremental de 1.150 millones de euros, mientras que el operador incumbente podrá realizar un despliegue viable en toda la región, el 46,1% de las viviendas y locales, con unos requisitos de inversión de 4.578 millones de euros. Por su parte, los operadores alternativos sólo encontrarían viable el despliegue en el 13,5%, involucrando una inversión de poco más de 500 millones de euros. Este alcance podría aumentar hasta el 27%-33,7% en función de diferentes escenarios de inversión conjunta.

Como elementos necesarios para alcanzar este escenario se pueden señalar: (i) la necesidad de contar con el acceso a las infraestructuras pasivas del operador incumbente; (ii) la importancia de un adecuado marco para la compartición de las verticales, así como la participación de los propietarios en el despliegue de los segmentos de acceso en el interior de los edificios puede resultar muy beneficiosa en términos de inversión necesaria y de plazos; (iii) la facilitación de los esquemas de inversión conjunta y de compartición de riesgo.

No obstante, estas condiciones no serán suficientes para movilizar las inversiones estimadas, ya que elementos inciertos de la demanda y en especial las incertidumbres asociadas a los ingresos pueden reducir notablemente el alcance de los despliegues. La imposición de obligaciones de acceso mayorista con orientación a costes tendría un efecto limitador en el alcance de las zonas con competencia entre plataformas.

¹⁹ Las plataformas analizadas en la tesis son FTTH/GPON, FTTH/P2P, FTTN/VDSL2 y HFC/DOCSIS 3.0 para operadores incumbentes, alternativos y de cable.

3.2 Zonas grises

Las zonas grises se caracterizan porque en ellas sólo es viable el despliegue de una única plataforma o infraestructura de red. Los escenarios considerados estiman que entre el 22% y el 26% de las viviendas y locales de España estarían situados en zonas grises. En el caso base, casi seis millones de viviendas y locales (el 26% del total) sólo podrían ser cubiertos por el despliegue del operador incumbente, con unos requisitos de inversión cercanos a los 3.460 millones de euros. No obstante, si bien en estas regiones el despliegue por parte del operador incumbente es viable bajo un modelo de análisis estático, los mayores requisitos de inversión, la menor presión competitiva y la posible orientación a costes impuesta pueden desincentivar las inversiones.

Junto al despliegue de redes fijas es necesario considerar el despliegue de redes móviles de próxima generación, que tendrá lugar a partir de la puesta a disposición en 2015 de las licencias en la banda de 800 MHz. El despliegue de alternativas móviles puede generar una dinámica competitiva distinta, donde el acceso ultrarrápido sea proporcionado, en una proporción significativa, mediante redes móviles. Este proceso podría acelerar la inversión en red fija como respuesta competitiva.

La regulación de acceso en las zonas grises deberá permitir el establecimiento de modelos de precios minoristas flexibles, que faciliten maximizar la adopción del servicio e incrementar los ingresos de los operadores que realicen la inversión. Asimismo, es importante que el modelo regulatorio impuesto no impida el desarrollo de acuerdos de inversión conjunta y de compartición de riesgos generados por el propio mercado, y que permitirían un reparto más equilibrado de los riesgos, una mayor sostenibilidad de las inversiones en las áreas grises, y una mayor competencia entre los distintos operadores involucrados.

Finalmente, el establecimiento de políticas de fomento de la demanda permitiría impulsar la adopción temprana de las redes y despliegues más eficientes en términos de coste unitario al disminuir el riesgo de una demanda de servicios insuficiente.

3.3 Zonas blancas

Las zonas blancas representan aquellas regiones donde los costes de despliegue y las características de demanda son insuficientes para justificar el despliegue viable de infraestructuras NGA fijas desde la iniciativa privada. Según el análisis realizado, el 27,9% de las viviendas y locales de España se sitúan en zonas blancas. El coste del despliegue para estas zonas se estima en los 4.425 millones de euros, en el caso de FTTN, y los 7.905 millones de euros en caso de FTTH, lo que representa unos requisitos de inversión bastante relevantes y sobre los que no existe una expectativa de recuperación.

En estas regiones la disponibilidad de banda ancha ultrarrápida dependerá de la integración de distintas tecnologías, principalmente las móviles y la satelital, pero no es previsible que se puedan alcanzar las prestaciones disponibles en otras regiones para el 100% de la población sin la existencia de fondos públicos relevantes.

Uno de los principales recursos para impulsar el despliegue en estas regiones es la vinculación de compromisos de despliegue en la adjudicación de las licencias de espectro. En el caso de España, la adjudicación por subasta de los bloques de 800 MHz incluyó la obligación para aquellos operadores adjudicatarios de 10 MHz pareados²⁰ de alcanzar antes del 1 de enero de 2020 una cobertura de ofertas de 30 Mbps del 90% de la población en los municipios de menos de 5.000 habitantes.

De esta forma, el total del 27,9% de viviendas y locales de dicha región puede dividirse en tres segmentos:

- Un 11,3% situado en municipios de más de 5.000 habitantes, y por tanto fuera de las obligaciones de cobertura por la concesión de licencias. En esta región el despliegue de

²⁰ Telefónica, Vodafone y Orange cumplen este requisito.

redes ultrarrápidas de banda ancha podrá venir dado por despliegues comerciales de redes móviles, así como mediante acuerdos de colaboración público-privada²¹ para redes fijas.

- Un 14,9% situado en municipios de menos de 5.000 habitantes bajo las obligaciones de prestación de servicio en 2020 por la concesión de las licencias de espectro.
- El 1,7% final situado en municipios de menos de 5.000 habitantes, fuera de las obligaciones por la concesión de licencias. En esta región será más complejo alcanzar los niveles de servicio planteados, siendo probablemente más rentable en términos económicos y de productividad el uso de la plataforma satelital mediante programas de subvención de los terminales.

4. Adopción de servicios de Internet ultrarrápidos y evolución hacia una Internet abierta y sostenible

Finalmente, como tercer gran objetivo la Agenda Digital plantea que en 2020 al menos el 50% de los hogares estén conectados a servicios de banda ancha superiores a 100 Mbps. El cumplimiento de este objetivo está vinculado a la existencia de una cobertura suficiente de redes ultrarrápidas, pero también requiere que se avance hacia un ecosistema de Internet abierto, seguro y sostenible.

En un entorno marcado por la computación en la nube, los servicios *Over-the-top* (OTT), la evolución de los ecosistemas móviles, los operadores de telecomunicación se encuentran sometidos a una regulación sectorial que limita su capacidad competitiva frente a agentes de otros niveles de la cadena de valor no regulados. Asimismo, el cambio en los patrones de consumo de tráfico de los usuarios, los elevados requisitos de inversión para evolucionar a la próxima generación de redes y las dificultades planteadas a un cambio en los esquemas tarifarios y de servicios hacia una diferenciación de las calidades bajo un modelo de mercado de doble cara, sitúan a los operadores de telecomunicación al borde de una crisis estructural, que lleva a la falta de crecimiento y a la pérdida de valor frente al resto de agentes del ecosistema, y que puede limitar de forma severa la inversión en nuevas infraestructuras.

El despliegue de las redes de próxima generación puede servir como oportunidad para renovar el modelo actual, avanzando hacia una consolidación de los agentes europeos en el mercado único, y hacia una mayor competencia entre plataformas alternativas, fijas o móviles, cuyo alcance dependerá de las condiciones geográficas y de cada mercado. Bajo dicho paradigma, la regulación sectorial deberá reducir su peso dando paso a una regulación de competencia que pueda vigilar la cadena de valor completa bajo los principios de transparencia, competencia y de libertad de elección de los usuarios, avanzando hacia un modelo de Internet abierto y sostenible que permita continuar con el círculo virtuoso de creación de valor en todos los niveles del ecosistema.

²¹ Esto implicará condiciones de acceso abierto según lo definen las Directrices Comunitarias para la aplicación de Ayudas de Estado para el despliegue de redes de banda ancha.

IV. Servicio universal de banda ancha en áreas rurales: análisis de impacto de los planes públicos en la reducción de la brecha digital en España

José María Castellano²²

1. Introducción

El objetivo de este capítulo es analizar el impacto de las políticas públicas en la provisión del servicio universal de banda ancha²³ en municipios pequeños²⁴. La principal contribución de este capítulo es mostrar evidencia empírica del efecto de las formas de intervención pública sobre la provisión de banda ancha rural. El estudio de los municipios pequeños resulta relevante porque constituye un indicador muy significativo de cómo cada gobierno trata su brecha digital²⁵. Los municipios pequeños son áreas poco rentables desde un punto de vista de los operadores privados. La falta de inversión de los operadores se explica por la poca densidad de población, la diseminación de sus núcleos de población y el envejecimiento de sus habitantes (PEBA 2011). En definitiva, se puede afirmar que si no fuera por la intervención pública estos municipios no tendrían acceso a la banda ancha (Jeanjean

²² Profesor asociado de la Universitat Pompeu Fabra. Director de Evaluatel.

²³ El criterio para determinar que una línea es de banda ancha es la velocidad de transmisión de datos por segundo. Sin embargo, no existe una velocidad mínima sino una franja que va desde los 64 Kbit/s a los 4.0 Mbit/s (Cava-Ferreruela y Alabau-Muñoz, 2006).

²⁴ No hay consenso en cuanto a la definición de un municipio pequeño, algunos autores en estudios sobre la externalización de servicios públicos establecen que los municipios pequeños serían aquellos con poblaciones inferiores a 2.000 habitantes (Bel, Fageda y Mur 2010). En este capítulo se ha considerado municipios pequeños a los que tienen una población igual o inferior a 10.000 habitantes.

²⁵ Hace referencia a la diferencia socioeconómica entre aquellas comunidades que tienen acceso a Internet y aquellas que no, aunque tales desigualdades también se pueden referir a todas las nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones, como el ordenador personal, la telefonía móvil, la banda ancha y otros dispositivos. Como tal, la brecha digital se basa en diferencias previas al acceso a las tecnologías tales como la desigualdad educativa y de renta.

2010). La necesidad de que estas zonas estén conectadas a la banda ancha ha motivado actuaciones por parte de la administración pública para asegurar las mismas oportunidades de acceso a la información, a la cultura y al resto de los servicios públicos a la ciudadanía que reside en estas zonas.

Las políticas públicas analizadas son las de subsidios al operador y de creación de infraestructuras públicas. Dentro de esta categoría se analizan tanto los programas de infraestructuras públicas con una gestión pública como los programas de infraestructuras con una gestión privada.

Este capítulo está organizado del siguiente modo: en la primera sección se presentan las preguntas de investigación; en la segunda sección, el marco teórico; en tercer lugar, el planteamiento metodológico; en la cuarta sección se muestra el análisis de resultados y, en la quinta sección, se elaboran unas conclusiones finales.

2. Las preguntas de investigación

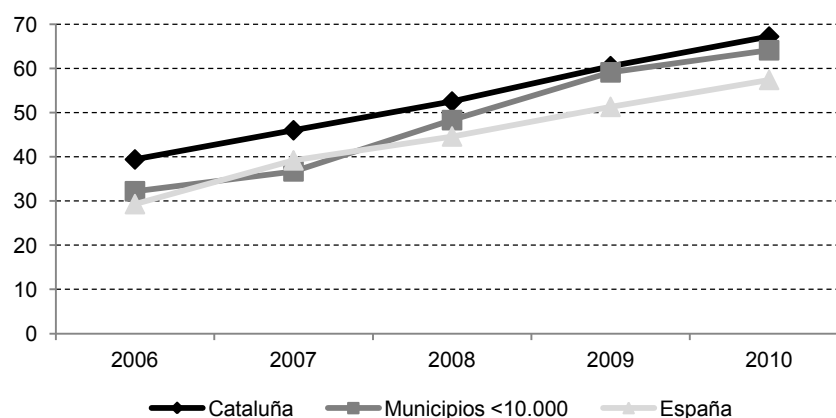
Como se ha indicado en la introducción, la brecha digital se refiere tanto a la diferencia entre los individuos, grupos o territorios que disponen de acceso a Internet y aquellos que no disponen de él. En este capítulo, la brecha digital se centrará en la diferencia entre territorios, en particular entre la adopción de banda ancha en municipios pequeños y su respectiva comunidad autónoma (CCAA).

Las preguntas de investigación son:

¿Cuál es el efecto de la política de subsidios a un operador privado en la reducción de la brecha digital? Por otro lado, ¿cuál ha sido el efecto de la política de infraestructuras públicas de gestión pública y privada en la reducción de la brecha digital?

Al observar las CCAA donde se han aplicado las políticas públicas seleccionadas, Cataluña, Andalucía y Asturias, se puede observar que existen diferencias importantes en cuanto a la brecha digital entre municipios y sus respectivas comunidades autónomas. En Cataluña, cuyo gobierno optó por una política de infraestructuras públicas con gestión privada, la brecha digital en banda ancha entre municipios pequeños y el resto de la CCAA se ha ido reduciendo paulatinamente hasta ser prácticamente inexistente en 2009 y 2010 (gráfico IV.1).

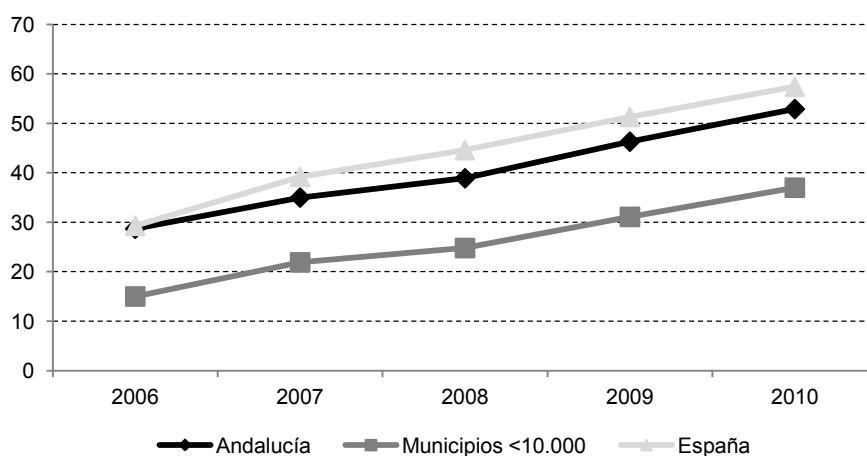
GRÁFICO IV.1
EVOLUCIÓN DE LA BRECHA DIGITAL EN BANDA ANCHA ENTRE MUNICIPIOS PEQUEÑOS Y EL RESTO DE LA CCAA EN CATALUÑA DEL 2006 AL 2010



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la Junta de Andalucía aplicó el programa Mercurio, basado en subsidios al operador Iberbanda, con el objetivo de desplegar infraestructuras en municipios pequeños con polígonos industriales en el año 2003. Además de esta intervención pública la mayoría de núcleos aislados de los municipios andaluces fueron tratados con el programa de subsidios del Plan de Extensión de Banda Ancha (PEBA) promovido por el Ministerio de Industria, y cuyas empresas beneficiarias fueron Telefónica y Telecable. La diferencia entre la brecha digital de los municipios pequeños y el resto de la CCAA en el período de 2006 a 2010 ha sido y sigue siendo alta. Si bien los pequeños municipios han ido aumentando su difusión de banda ancha en relación al pasado, este incremento no ha hecho desaparecer las diferencias en relación al resto del territorio. En otras palabras, las diferencias se mantienen a pesar de las políticas públicas escogidas (Gráfico IV.2).

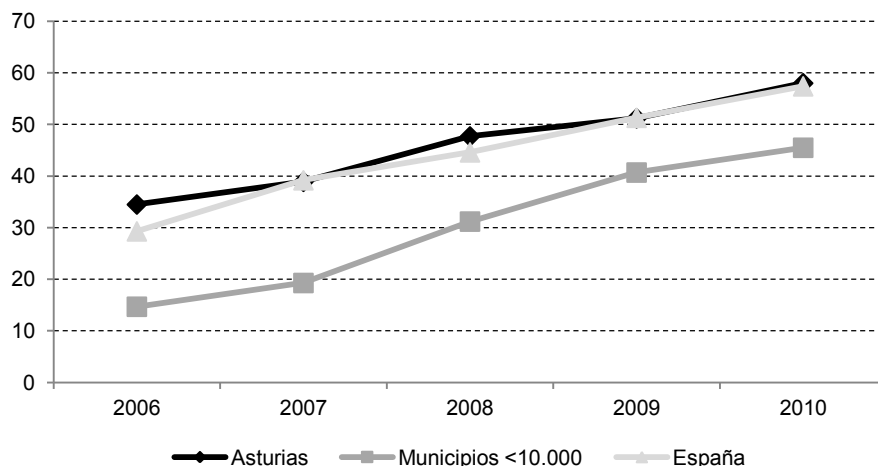
GRÁFICO IV.2
EVOLUCIÓN DE LA BRECHA DIGITAL EN BANDA ANCHA ENTRE MUNICIPIOS PEQUEÑOS Y EL RESTO DE CCAA EN ANDALUCÍA DEL 2006 AL 2010



Fuente: Elaboración propia.

El gobierno del Principado de Asturias optó por una política de infraestructuras públicas de gestión pública para reducir la brecha digital de su territorio y estimular la actividad económica de la región. La brecha digital entre los pequeños municipios y el resto de la CCAA se ha ido estrechando en el período de 2006 a 2010. Sin embargo, la distancia existente entre los pequeños municipios y el resto de la CCAA se ha mantenido a un nivel intermedio entre la mínima brecha digital de Cataluña y la alta brecha digital de Andalucía (gráfico IV.3).

GRÁFICO IV.3
EVOLUCIÓN DE LA BRECHA DIGITAL EN BANDA ANCHA ENTRE MUNICIPIOS PEQUEÑOS Y EL RESTO DE LA CCAA EN ASTURIAS DEL 2006 AL 2010



Fuente: Elaboración propia.

La relevancia teórica de esta investigación se debe, por un lado, a que los estudios previos sobre brecha digital no han prestado suficiente atención al efecto de las políticas públicas en la reducción de la brecha digital (Krueger, 2000; Compaine, 2001; Norris, 2001), dada la novedad del propio fenómeno. Por otro lado, la literatura sobre política de telecomunicaciones no ha mostrado resultados concluyentes acerca del efecto de las políticas de subsidios a los operadores privados en la adopción de la banda ancha en áreas rurales (Wallsten, 2005; Jeanjean, 2010).

La falta de análisis de penetración de la banda ancha a este nivel de desagregación se debe a la dificultad de obtener datos a nivel municipal. Lo que ha producido que la mayoría de las investigaciones existentes sean análisis entre países (Hargittai, 1999; Andonova, 2004) salvo con algunas excepciones (Fernández-i-Marín, 2008).

3. Marco teórico

El marco conceptual desde el que se aborda la intervención pública es el del análisis de políticas públicas. Por un lado, se analizarán políticas de fomento de la banda ancha como las políticas de subsidios al operador y las políticas de creación de infraestructuras públicas. Por otro lado, dentro de las políticas de infraestructuras se distinguirá entre las fórmulas de gestión pública y privada.

3.1 Políticas públicas y brecha digital

En la literatura sobre la brecha digital, ha habido algunos intentos de introducir variables explicativas de carácter político, como los efectos del tipo de régimen político (Milner, 2006) y el riesgo político, entendido como la discreción de los gobiernos para cambiar normas (Andonova, 2004), pero el interés de estas investigaciones se ha centrado más en aspectos sociológicos. De este modo, cuando estas investigaciones han tratado aspectos institucionales lo han hecho utilizando variables de carácter agregado como el régimen político (Milner, 2006). Por otro lado, la literatura sobre política de telecomunicaciones ha abordado las diferencias en cuanto a la difusión de la banda ancha utilizando una gran variedad de taxonomías (Umino, 2002; Wallsten, 2005; Cava-Ferreruela y Alabau-Muñoz, 2006). En relación a las tipologías empleadas, la tipología de Gillett, Lehr y Osorio (2004) sobre el rol del gobierno en la difusión de la banda ancha resulta ser una clasificación suficientemente exhaustiva y excluyente conceptualmente como para recoger las diversas tipologías existentes. Esta tipología

distingue los siguientes roles que puede adoptar el gobierno en la promoción de la banda ancha: 1) gobierno como usuario; 2) creador de normas; 3) financiero y 4) propietario de infraestructuras. En el primer caso, gobierno como usuario, el gobierno atrae indirectamente el despliegue de banda ancha comercial mediante políticas de demanda. En otras palabras, el gobierno utiliza su papel de liderazgo local y su papel como importante cliente de telecomunicaciones para evaluar o estimular la demanda agregada. En el segundo caso, gobierno como creador de normas, el gobierno adopta las reformas o las ordenanzas locales que afectan a la facilidad de despliegue comercial, tales como los derechos de paso por carretera y la zonificación y políticas que afectan a la colocación de antenas inalámbricas y acuerdos entre los operadores. En el tercer caso, el rol de subsidiar con ayudas económicas, el gobierno ofrece subsidios para los usuarios de banda ancha o los proveedores. Estos subsidios pueden ser directos para la compra de equipos, créditos fiscales u otros incentivos. Finalmente, el rol propietario de las infraestructuras, el gobierno adopta las políticas de oferta en las que una parte de la administración pública es la responsable última de la prestación de uno o más componentes de la infraestructura.

En particular, las políticas que se van a analizar en este capítulo son las políticas de creación de infraestructuras y las políticas de financiación basadas en subsidios al operador de telecomunicaciones. La elección de estas políticas se debe a que son éstas las que han sido aplicadas mayoritariamente por parte de los gobiernos autonómicos y del gobierno del Estado para reducir la brecha digital.

3.2 Políticas de subsidios y políticas de infraestructuras

Los dos tipos de políticas que se van a analizar son las políticas de subsidios a operadores privados y las políticas de creación de infraestructuras de titularidad pública que se resumen en el cuadro IV.1.

CUADRO IV.1
TAXONOMÍA DE POLÍTICAS PÚBLICAS DE BANDA ANCHA ANALIZADAS

Rol del gobierno	Subtipología de análisis	Ejemplos de programas
Financiero	Subsidios a un operador privado de telecomunicaciones	Plan de Extensión de la Banda Ancha (PEBA)
	Infraestructura pública de gestión pública	Plan Red ASTURCÓN (RA)
Desarrollador de infraestructura	Infraestructura pública de gestión privada	Proyecto Banda Ancha Rural (BAR)

Fuente: Elaboración propia.

a) Las políticas de subsidios

En relación a las ayudas públicas en el sector de las telecomunicaciones, existe un acalorado debate sobre el efecto que pueden tener los subsidios en términos de competencia y de adopción de la tecnología. En general, la evidencia empírica muestra que los subsidios pueden introducir distorsiones en la competencia (Wallsten, 2005) y que sus efectos suelen ser notorios en el corto plazo pero no en el largo plazo (García-Milà y McGuire, 2001). Sin embargo, algunos autores han mostrado que los subsidios al productor pueden ser favorables en zonas no rentables o rentables en el muy largo plazo mientras que los subsidios al consumidor pueden tener sentido para acelerar la penetración de un servicio en zonas rentables (Jeanjean, 2010). Incluso como se ha señalado, también los subsidios al consumidor pueden tener efectos positivos para la adopción de tecnología en zonas rurales. Así lo demuestran algunas investigaciones en sociología rural que analizan el efecto de subsidiar tecnologías agrarias en la adopción de utensilios para el trabajo de la tierra por parte de los agricultores (Rogers, 1995) (Richefort, 2008). La política de subsidios al operador que se analiza es el PEBA que tiene por objetivo extender las infraestructuras de banda ancha a las zonas rurales y aisladas con unas condiciones económicas y técnicas similares a las existentes en las áreas urbanas. El PEBA se integra dentro del Plan Avanza y ha sido promovido por el Ministerio de Industria. La forma de hacer llegar la banda ancha a esas zonas ha

consistido en otorgar ayudas económicas a las empresas Telecable y Telefónica. El plan ha representado una inversión pública de 85 millones de euros, de los cuáles el 30%, que equivalen a 25 millones de euros, procede del ministerio de Industria y el 70% restante, 60 millones de euros, de fondos comunitarios. Tras el despliegue de la infraestructura, unos 58.442 núcleos de población, donde residen 8 millones de personas, han sido cubiertos. En todos los municipios el PEBA entró en vigor el 31 de octubre de 2008.

b) Política de infraestructuras públicas

Como se ha señalado, uno de los factores clave al hablar de infraestructuras de telecomunicaciones es la titularidad de la infraestructura. La titularidad puede ser pública o privada (Bar y Park, 2006), pero al mismo tiempo también resulta relevante su gestión, que podría ser pública o privada. Si bien los operadores históricos de telecomunicaciones fueron privatizados con la liberalización del sector de las telecomunicaciones (Levi-Faur, 2005), a nivel local y estatal en países como Estados Unidos existen diferentes infraestructuras debido a que los gobiernos locales han creado infraestructuras para la provisión de servicios de banda ancha (Gillett, Lehr, y Osorio, 2004). Algunos autores realizan una tipología basada en la distinción entre la propiedad y forma de gestión de las infraestructuras en el sector de las telecomunicaciones (Bauer, 2005): 1) propiedad del Estado; 2) propiedad del Estado mixta; 3) propiedad privada mixta y, 4) propiedad privada. En el primer caso, la propiedad del Estado hace referencia a la propiedad pública de la infraestructura con una gestión pública. En segundo lugar, la propiedad del Estado mixta hace referencia a situaciones en que el Estado es el propietario pero existe un operador privado que gestiona la infraestructura.

En relación a las políticas de infraestructuras, se estudian las políticas de la Red ASTURCIÓN y BAR cuyos propietarios son el gobierno del Principado de Asturias y la Generalitat de Cataluña respectivamente. Sin embargo, ambas infraestructuras poseen diferentes modalidades de gestión. La Red ASTURCIÓN es gestionada por la empresa pública Gestor de Infraestructuras de Telecomunicaciones (GIT) y la infraestructura pública del proyecto BAR es gestionada por la empresa privada de telecomunicaciones Iberbanda.

El programa de la Red ASTURCIÓN (RA) tiene por objeto proveer de fibra hasta el hogar (FTTH) en algunos municipios asturianos enmarcados dentro de la cuenca minera. Esta zona ha sido afectada por las diversas reestructuraciones del sector minero. Por tanto, tiene como objetivo reducir la brecha digital pero también estimular el desarrollo económico mediante la inversión pública (GITPA 2011). En los municipios analizados el programa entró en vigor con fecha 1 de diciembre de 2007.

El proyecto Banda Ancha Rural (BAR) es una iniciativa de servicio universal de banda ancha incluida dentro del Plan Cataluña Conecta y ha sido promovido por la Secretaría de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (SETSI) de la Generalitat de Catalunya. La inversión total del proyecto BAR ha sido de 56 millones de euros para cubrir núcleos de población diseminados con una población superior a 50 habitantes. La gestión de la infraestructura ha estado a cargo del operador privado de telecomunicaciones Iberbanda (Gencat 2011).

4. El planteamiento de la investigación

En esta sección se describen la variable dependiente y las variables independientes, el conjunto de hipótesis, las fuentes de los datos, la justificación de los casos de estudio y del método de análisis.

4.1 Las variables de la investigación

La variable dependiente es la brecha digital en banda ancha entre los municipios pequeños y su respectiva comunidad autónoma (CCAA). La dimensión de análisis que se va a analizar sobre otras posibles es la de la cohesión territorial entre municipios pequeños de hábitat rural y el resto del territorio de la CCAA. Esta variable se operacionalizará como la diferencia entre la media de penetración de banda

ancha de la comunidad autónoma en un momento determinado del tiempo (ti) y la media de penetración de banda de los municipios pequeños en un momento determinado del tiempo (ti). En todos los casos se entiende como penetración de la banda ancha el número de suscriptores de esta tecnología en el ámbito territorial que corresponda, ya sea de los municipios pequeños o de la comunidad autónoma. Desde un punto de vista metodológico, al utilizar el diferencial entre municipios pequeños y CCAA se pretende controlar mejor la variación existente derivada de factores estructurales, tales como el nivel de industrialización y de actividad económica propias de la CCAA y de los municipios. De esta forma se intenta captar mejor el efecto producido por cada modalidad de intervención pública. El uso de esta variable representa una novedad dentro de la literatura de la brecha digital (Hargittai, 1999; Norris, 2001; Compaine, 2001) y de la difusión de la tecnología (Rogers, 1995).

La variable independiente son las formas de intervención pública en la provisión del servicio de banda ancha en los pequeños municipios. En concreto, se van a estudiar las políticas de subsidios y las políticas de creación de infraestructuras públicas. El criterio básico para distinguir entre políticas de subsidios y de infraestructuras públicas viene dado por la titularidad de las infraestructuras (Bar y Park, 2006). En el primer caso, la titularidad de la infraestructura es de una empresa privada que recibe una ayuda pública para realizar su actividad, mientras que en el segundo la infraestructura es pública y propiedad del gobierno autonómico. Dentro de las políticas de subsidios, se puede distinguir entre los subsidios a los productores del bien o servicio y los subsidios a los consumidores. Concretamente, la política de subsidios que se estudiará será la de subsidios a los operadores (Jeanjean, 2010). Esta variable se operacionalizará de forma dicotómica utilizando 1 desde el momento del tiempo determinado (ti) en que entra en vigor el servicio de banda ancha prestado bajo esa modalidad y 0 para el resto de casos. Dentro de la política de infraestructuras públicas se analizarán las iniciativas en las que existe un gestor público de la infraestructura y aquellas en que existe un gestor privado. Cada una de las modalidades de infraestructuras públicas se operacionalizará como una variable dicotómica que adoptará 1 a partir del momento en que entra en vigor el servicio de banda ancha prestado bajo esa modalidad y 0 para el resto de casos.

Para controlar el nivel de industrialización del municipio se utilizará el porcentaje de la población del municipio ocupada en la industria (Caja España, 2011). El indicador utilizado para medir la variable renta municipal será la media de la base imponible por declarante en el impuesto sobre la renta a las personas físicas (IDESCAT, 2011). En cuanto a las variables demográficas, los análisis previos han utilizado la densidad de población y la edad de la población (Andonova, 2004; Cava-Ferreruela, 2008). En nuestro análisis la densidad poblacional se calculará como la población por kilómetro cuadrado (Km²) para cada año (Instituto Klein, 2011). El nivel de envejecimiento de la población se medirá utilizando el índice de envejecimiento que se obtiene de dividir la población mayor de 64 años entre la población total y multiplicarla por 100 (Caja España, 2011). En cuanto a variables de carácter social y educativo, como la desigualdad y el nivel educativo (Jordana, 2001); (Andonova, 2004), (Cava-Ferreruela, 2008); (Castellano, 2010) se utilizan las variables educativas entendidas como una extensión de otro tipo de desigualdades (Jordana, 2001). La literatura ha señalado que el nivel educativo es significativo en la penetración de Internet (Andonova, 2004) porque crea individuos con una mentalidad más abierta y con una mayor motivación para utilizar las nuevas tecnologías (Cava-Ferreruela, 2008). Sin embargo, hay todavía un debate no resuelto sobre qué nivel de educación puede ser más relevante dado que la mayoría de la población no dispone de estudios superiores, la existencia de estudios primarios o secundarios pueden más relevantes que la educación superior (Kumar y Rego, 2009). En el caso de España, la educación secundaria podría ser relevante para entender la baja penetración de Internet (ENTER, 2007; Katz, 2009) y también en otros países europeos (Castellano, 2010). Por este motivo se utiliza el nivel educativo como variable de control. El nivel educativo se calculará utilizando el porcentaje de población por el nivel de estudios acabado (INE, 2011). Se han creado tres niveles educativos: 1) estudios primarios, 2) estudios secundarios y 3) estudios superiores. El nivel de estudios primarios abarca la población sin estudios, analfabetos, primer nivel de educación secundaria y primer ciclo de formación profesional (FP). El nivel de estudios secundarios abarca personas que concluyeron segundo ciclo de bachillerato, FP y diplomatura. Finalmente, la categoría estudios superiores corresponde a las personas que concluyeron licenciaturas, posgrados y doctorados.

En cuanto a los factores tecnológicos, también hay que destacar los efectos de red, que se refieren a la probabilidad de adopción de tecnología por parte de un individuo con base en la utilidad derivada del número de usuarios de la red o servicio, como la tenencia de ordenadores (Aron y Burnstein, 2003), los niveles previos de penetración de Internet o líneas fijas (Hargittai, 1999; Ford, Koutsky, y Spiwak, 2008) y móviles (Andonova, 2004). Hay que destacar que las líneas móviles no serían un factor tan relevante porque, por un lado, su difusión tiene que ver menos con características institucionales del país dado el bajo coste de instalación de antenas (Andonova, 2004) y por otro, actualmente podría ser una tecnología sustitutiva de la banda ancha fija al existir la banda ancha móvil. Por esta razón las líneas telefónica fijas serán utilizadas como variable de control siempre que en los municipios de estudio haya datos disponibles para ello. Al contrario, las líneas de banda ancha móvil, a pesar de su importante crecimiento en los últimos años, no serán tenidas en cuenta, entre otras cosas por la falta de una metodología estándar (OCDE, 2011) ni la disponibilidad de los datos desagregados por municipio para contabilizar el número de usuarios totales.

4.2 Conjunto de hipótesis

Las hipótesis de esta investigación son:

- H1: Las políticas basadas en subsidios al operador tienden a reducir la brecha digital en banda ancha en los municipios donde se aplican.
- H2: Las políticas de infraestructuras públicas con gestión pública tienden a reducir la brecha digital en banda ancha de los municipios donde se aplican.
- H3: Las políticas de infraestructuras públicas con gestión privada tienden a reducir la brecha digital en banda ancha de los municipios donde se aplican.

4.3 Datos

Los datos de penetración de banda ancha y las líneas telefónicas son series temporales de 2002 a 2009 tanto a nivel municipal, comarcal y nacional y provienen del Anuario Económico de La Caixa (2001-2010) (La Caixa, 2010) y del Instituto Klein de la Universidad Autónoma de Madrid (Instituto Klein, 2011). El nivel máximo de desagregación que se ha logrado para los datos de banda ancha es el del municipio, aunque las políticas se aplicaron en los núcleos de población de los municipios. Pero los datos de banda ancha a nivel municipal ya pueden ser suficientes para observar el efecto de los programas. Los datos relativos a las políticas públicas provienen de los gobiernos autonómicos: del Gobierno de la Generalitat de Cataluña y del Gobierno del Principado de Asturias y Ministerio de Industria, Turismo y Comercio del Ministerio de Industria. Los datos de nivel educativo provienen del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2011), los datos de renta media de la población provienen de los institutos estadísticos autonómicos: Instituto de Estadística de Cataluña (IDESCAT, 2011), Instituto Asturiano de Estadística (IAE, 2011), Instituto de Estadística de Andalucía (IEA, 2011) y del ámbito nacional como el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2011). Los datos relativos a la tasa de envejecimiento de la población y participación de población en el sector industrial provienen de la base de datos municipal de la entidad financiera Caja España (Caja España, 2011).

4.4 El método

La diferencia en las diferencias (DID) es una técnica econométrica de carácter no-experimental que analiza el efecto de un tratamiento determinado en un período. En relación a otras estimaciones, esta técnica consiste en una comparación intra-individuos, teniendo en cuenta las diferencias de los resultados antes y después del tratamiento, y también una estimación entre individuos para medir las diferencias entre los tratados y los no tratados. Por tanto, el resultado final es un indicador que nos da información de dos dimensiones: por un lado, el efecto antes y después del tratamiento y, por otro lado, el efecto de haber sido tratado con el de no haberlo sido.

4.5 La organización del análisis

Se analizan 30 municipios de 500 a 10.500 habitantes de la Vega de Granada en Andalucía, 13 municipios de 10.000 a 15 habitantes de las comarcas asturianas de Caudal, Nalón y Narcea y 18 municipios de 3.000 a 6.000 personas de la comarca leridana del Segrià en Cataluña. El servicio de banda ancha del PEBA en los municipios donde se aplicó entró en vigor el 31 de octubre de 2008, la Red ASTURCÓN empezó a prestar su servicio en algunos municipios de las comarcas mineras a mediados de 2007 y el servicio de banda ancha rural del proyecto BAR entró en vigor en noviembre de 2006 en los municipios donde se aplica. En todos los casos el plan se ha aplicado en algunos municipios de cada comarca y el análisis ha consistido en comparar los municipios que fueron tratados con aquellos de similares características poblacionales que no fueron tratados dentro de la misma comarca. La elección de las comarcas seleccionadas ha estado motivada por la disponibilidad de datos existente. Para el análisis de Asturias se han tenido en cuenta los municipios de tres comarcas vecinas dado que algunas comarcas sólo contaban con tres municipios.

5. Análisis de los resultados

En esta sección se analizan los efectos de los tres programas descritos —PEBA, Red ASTURCÓN y BAR— en la reducción de la brecha digital en municipios pequeños. En cada análisis, primero se presenta un cuadro en el que se comparan las medias de reducción de la brecha digital antes y después de la aplicación de cada programa, tanto en aquellos municipios donde se aplicó como en aquellos donde no se aplicó para analizar el impacto de cada programa. En segundo lugar, se presenta un análisis de regresión lineal para controlar los efectos del programa mediante variables sociales, económicas y demográficas relevantes para el análisis de la adopción de la banda ancha.

5.1 Los efectos de las políticas de subsidios a los operadores en la reducción de la brecha digital en banda ancha

En esta sección se analiza el efecto de una política pública basada en subsidios a un operador privado, el PEBA promovido por el Ministerio de Industria de España. Este plan fue aplicado en los municipios de la Vega de Granada, provincia de Granada en la comunidad autónoma de Andalucía.

En el cuadro IV.2, se comparan las medias de brecha digital de los municipios de la comarca de la Vega de Granada en el período previo a la aplicación de programa, del año 2006 al 2008, con la media de brecha digital posterior al tratamiento, contabilizada a partir del 1 de enero de 2009. El programa entró en vigor para los usuarios finales el 31 de octubre de 2008. Los resultados indican que existen algunas diferencias (0,4) entre el grupo de municipios donde se aplicó el PEBA y aquellos donde no se aplicó este programa. Previamente a la aplicación del PEBA, los municipios en que se aplicó presentaban una media de brecha digital mayor (1,58) que la media de aquellos municipios que fueron tratados por el programa (-2,34) y que poseían niveles de adopción de banda ancha superior a la media andaluza. Tras la aplicación del PEBA, los municipios receptores del programa experimentaron una reducción de su brecha digital (-0,09) mientras que los no tratados continuaban con adopciones de banda ancha superior a la media andaluza (-4,41). Además, estas diferencias entre los grupos son estadísticamente significativas (0,56). En resumen, el programa de subsidios PEBA tuvo un impacto positivo al reducir la brecha digital de aquellos municipios donde se aplicó, acortando su brecha digital en relación con allí donde no se aplicó. Al final del período de análisis la brecha digital de los municipios donde se aplicó era de casi 0,1 puntos inferior a la media de Andalucía.

CUADRO IV.2
COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE REDUCCIÓN DE BANDA ANCHA ANTES Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN DEL PEBA EN LOS MUNICIPIOS DE LA VEGA DE GRANADA, GRANADA

PEBA	Antes	Después	Diferencias entre grupos y diferencias entre periodos
Municipios donde se aplicó el PEBA	1,58	-0,09	0,4
Municipios donde no se aplicó el PEBA	-2,34	-4,41	(0,56)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se realiza un análisis de regresión para controlar el impacto de la política utilizando otras variables socio-demográficas, económicas y sociales que pueden ser relevantes en la explicación de la brecha digital. Pasar por alto estas variables podría llevarnos a resultados erróneos en la explicación de la variación de la variable dependiente. El cuadro A.IV.1 muestra los estimadores de significación de cada una de las variables. De este modo, se puede señalar que existe una relación significativa entre la reducción de la banda ancha y el momento en que actúa el programa (0,56). Sin embargo, el PEBA (2,17) no se aplicó en aquellos municipios con una mayor brecha digital dentro de la comarca de la Vega de Granada. Por tanto, se puede destacar que el esfuerzo para obtener esos resultados fue menor que si se hubiese aplicado en municipios con una elevada brecha digital. A nivel relativo, las variables que han incidido más en el nivel de brecha digital son la educación secundaria (0,09), el envejecimiento de la población (0,16) y en menor medida el número de líneas telefónicas (0,0). La variable educación secundaria tendría una relación negativa con la brecha digital: a más educación secundaria de la población, menor brecha digital, mientras que el envejecimiento tendría una relación positiva con el nivel de brecha digital. La variable política no se puede comparar con el resto de variables porque sus unidades de medida son diferentes.

5.2 Los efectos de las políticas de infraestructura pública con gestión pública en la reducción de la brecha digital en banda ancha

En esta sección se analiza el efecto del programa de la Red ASTURCÓN, una política pública de infraestructuras públicas con gestión pública de la Red promovida por el gobierno del Principado de Asturias. Para analizar los efectos de esta política se analizarán los municipios de 3 comarcas asturianas donde fue aplicado: Caudal, Nalón y Narcea.

En el cuadro IV.3 se comparan las medias de brecha digital de los municipios de las comarcas de Caudal, Nalón y Narcea del Principado de Asturias en el período previo a la aplicación de programa Red ASTURCÓN, del año 2002 al 2007, con la media de brecha digital posterior al tratamiento, contabilizada a partir del 1 de enero de 2008. Los resultados 3 indican que hay diferencias (-3) entre el grupo de municipios donde se aplicó el plan de la Red ASTURCÓN y aquellos donde este programa no se aplicó. Sin embargo, estas diferencias entre los dos grupos de municipios no son estadísticamente significativas (0,7) (ver cuadro A.IV.2). Esto significa que el plan de la Red ASTURCÓN no tuvo incidencia en la reducción de la brecha de banda ancha en los municipios donde se aplicó.

CUADRO IV.3
COMPARACIÓN DE MEDIAS DE BRECHA DIGITAL EN BANDA ANCHA ANTES Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN DEL PROGRAMA ASTURCÓN EN LOS MUNICIPIOS DE LAS COMARCAS DE CAUDAL, NALÓN Y NARCEA, PRINCIPADO DE ASTURIAS

Programa Asturcón	Antes	Después	Diferencias entre grupos y diferencias entre periodos
Municipios donde se aplicó el programa Asturcón	-0,76	-0,5	-3
Municipios donde no se aplicó el programa Asturcón	1,64	4,9	(0,7)

Fuente: Elaboración propia.

5.3 Los efectos de las políticas de infraestructura pública con gestión privada en la reducción de la brecha digital en banda ancha

En esta sección se analizan los efectos del programa BAR, una política de banda ancha rural basada en la creación de una infraestructura pública pero de gestión privada. Para analizar sus efectos se analizan los municipios de la comarca del Segrià en Lérida, en la comunidad autónoma de Cataluña.

En el cuadro IV.4 se comparan las medias de brecha digital de los municipios de la comarca del Segrià en el período previo a la aplicación de programa, del año 2002 al 2007, con la media de brecha digital posterior al tratamiento, contabilizada a partir del 1 de enero de 2008. Los resultados de los sugieren que hay pequeñas diferencias (0,87) entre el grupo de municipios donde se aplicó el BAR y aquellos donde no se aplicó este programa. Previamente a la aplicación del programa, los municipios donde se aplicó el BAR presentaban una media de brecha digital (0,55) similar a los municipios donde no se aplicó (0,60). Tras la aplicación del BAR, los municipios donde se aplicó el programa siguieron presentado una brecha digital ligeramente inferior (3,24) a la brecha digital de los municipios donde no se aplicó el programa (3,52). Estas diferencias entre los dos grupos de municipios son estadísticamente significativas y confirman que el programa BAR tuvo efecto en los municipios donde se aplicó (0,0) (véase el cuadro A.IV.3).

CUADRO IV.4
COMPARACIÓN DE LAS MEDIAS DE BRECHA DIGITAL DE BANDA ANCHA ANTES
Y DESPUÉS DE LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO BAR EN LOS MUNICIPIOS
DEL SEGRÍÀ, LÉRIDA

Proyecto BAR	Antes	Después	Diferencias entre grupos y diferencias entre periodos
Municipios dónde se aplicó el proyecto BAR	0,55	3,24	0,87
Municipios dónde no se aplicó el proyecto BAR	0,60	3,52	(0,0)

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las regresiones confirman que el programa BAR tuvo efectos en los municipios donde se aplicó (0,0). Sin embargo, se aplicó en municipios caracterizados por una brecha digital muy reducida, por lo que los resultados son menos apreciables (-0,56) porque se pueden deber más a las propias características del municipio. Según el análisis de regresión, la variable que resulta más importante para explicar la brecha digital es el envejecimiento de la población (0,14). Esta variable presenta una relación significativa y una relación negativa. Más envejecimiento implicaría una mayor brecha digital. El resto de variables utilizadas no muestran una relación estadísticamente significativa. En conclusión, los resultados muestran que el programa BAR tuvo efectos significativos y los municipios donde se aplicó presentaron una brecha digital ligeramente más reducida comparando donde no se aplicó.

6. Discusión y conclusiones

Este capítulo evalúa el impacto de las formas de intervención pública aplicadas por el gobierno del Estado y de las comunidades autónomas de Cataluña y Asturias para proveer el servicio de banda ancha en aquellas zonas donde los operadores privados no tienen incentivos económicos para invertir y desplegar su infraestructura. Las telecomunicaciones son un servicio de interés general desde el año 1997, pero la banda ancha no fue declarada como parte del servicio universal en España hasta el 1 de enero de 2011. Por este motivo y por considerarse un servicio clave para el desarrollo económico y la cohesión territorial los gobiernos han creado planes basados en diferentes formas de intervención pública.

La primera hipótesis de esta investigación sostiene que la intervención pública mediante subsidios a un operador privado podría reducir la brecha digital en aquellos municipios donde se aplica. Por un lado, algunos autores han sostenido que los subsidios distorsionaban la competencia y sus resultados habían sido escasos en términos de penetración de la banda ancha (Wallsten, 2005). Por otro lado, otros autores han encontrado que los subsidios al operador habían sido positivos para facilitar el acceso en áreas rurales, mientras que los subsidios al operador eran positivos para difundir un servicio en áreas urbanas (Jeanjean, 2010). Los resultados de este estudio señalan que la política pública basada en subsidios al operador ha producido resultados positivos en la reducción de la brecha digital en banda ancha. El PEBA ha servido para situar la brecha digital de los municipios pequeños al mismo nivel de la media autonómica, mientras que los municipios no tratados han reducido cuatro puntos su diferencia en relación a la brecha digital comarcal. Los resultados también señalan que el PEBA se aplicó también en municipios con una brecha digital inferior a la media comarcal. Esta selección pudo deberse a que el operador eligió aquellos municipios atendiendo a sus planes de inversión y existencia de infraestructuras previas para poder maximizar el subsidio otorgado por parte del Ministerio de Industria.

Algunas comunidades autónomas han optado por una modalidad de intervención pública alternativa para subsidiar a operadores privados. En particular las comunidades autónomas de Cataluña y Asturias han optado por crear su propia infraestructura pública y ponerla a disposición de los operadores con unos precios y condiciones de prestación del servicio establecidos por el gobierno autonómico. Sin embargo, los dos modelos de intervención pública se diferencian en la forma de gestión de la infraestructura; el modelo de Asturias ha optado por la gestión pública de la infraestructura, mientras que el modelo catalán ha concedido la gestión de la infraestructura a una empresa privada.

La segunda hipótesis apunta a que la intervención pública basada en infraestructuras con gestión pública puede favorecer a la reducción de la brecha digital. Los estudios previos señalan que la creación de infraestructuras de telecomunicaciones puede constituir una forma de estimulación de la competencia para los operadores que utilizasen la red, aunque resultaría más costosa para el presupuesto del gobierno (Wallsten, 2005). Los resultados muestran que el efecto de la aplicación de la Red ASTURCÓN no ha tenido incidencia en la reducción de la brecha digital. Los resultados también muestran que el programa se ha aplicado en municipios con una brecha digital en banda ancha inferior a la media de los municipios analizados de la comarca. El hecho que el plan de la Red ASTURCÓN no tenga efectos y se aplique en municipios con una brecha digital en banda ancha reducida puede ser un indicador de que las causas respondan a factores de implementación del programa más que a factores individuales de los municipios. Es decir, los resultados de una política siempre pueden ser más efectivos en aquellos municipios con mejores condiciones previas en cuanto a penetración de banda ancha. Pero al haberse aplicado el programa en municipios con una brecha digital reducida, es posible que las causas estén más relacionadas con factores internos del programa que con atributos individuales de los municipios, como el bajo nivel educativo o un elevado envejecimiento de la población. En este sentido, cabría explorar el tipo de incentivos existentes para los operadores que alquilaron la red pública, así como los mecanismos de seguimiento por parte de la administración pública y de la empresa pública gestora de la red.

La tercera hipótesis de este capítulo apunta a que las políticas de infraestructuras públicas con gestión privada contribuyen a reducir la brecha digital. Los resultados apuntan a que el programa BAR ha tenido un impacto positivo en este sentido. Los mecanismos que pueden explicar estos efectos son un mayor control por parte de la administración en relación al PEBA, al crear su propia infraestructura y también la existencia de un mayor incentivo por parte del gestor privado para gestionar la red con una mayor eficiencia en relación a la Red ASTURCÓN. Además, los resultados muestran que el programa BAR fue aplicado en municipios con una brecha digital, antes del tratamiento, ligeramente más elevada que la media comarcal. El efecto del programa ha consistido en mantener los municipios tratados por debajo de la brecha digital de la comarca al final del período. En cambio, los municipios no tratados incrementaron su media de brecha digital por encima de la brecha digital comarcal al final del período. El hecho de que los resultados del tratamiento fueran reducidos puede indicar que los atributos

individuales de los municipios juegan un papel importante en el resultado, ya que los municipios tratados poseen un mayor envejecimiento, menor renta y menor nivel de estudios por parte de la población que los habita. La explicación de que el programa se ha aplicado en municipios con una brecha digital media en vez de municipios con menor brecha digital como los municipios tratados por el PEBA y el Plan ASTURCIÓN puede estar ligada a aspectos contractuales y de diseño e implementación del programa. En este caso, la administración, al crear su propia infraestructura, puede ejercer un mayor control sobre los operadores que desean utilizar la infraestructura. Sin embargo, esto no explica las diferencias entre los efectos del PEBA y de la Red ASTURCIÓN.

Finalmente hay que destacar que algunos factores contextuales, como un bajo nivel educativo y una población envejecida, se revelan como factores preservadores de la brecha digital. En concreto las variables que parecen jugar un papel destacado son el envejecimiento de la población, que está presente en todos los casos y se relaciona positivamente con la brecha digital, y el bajo nivel de educación secundaria, que parece tener más efecto que otras formas de educación sobre la brecha digital, especialmente en el caso de Andalucía.

Anexo

CUADRO A.IV.1
REGRESIONES DEL MÉTODO DIFERENCIAS EN LAS DIFERENCIAS CON LA REDUCCIÓN
DE LA BRECHA DIGITAL COMO VARIABLE DEPENDIENTE EN LOS MUNICIPIOS DE LA
VEGA DE GRANADA, GRANADA (PEBA)

Variabes	Modelo (1)		Modelo (2)		Modelo (3)
PEBA_after	-1,662	***	-1,666	***	2,492
	(0,558)		(0,561)		-2,410
PEBA	1,738		1,795		0,735
	-2,174		-2,166		-2,128
Densidad poblacional					0,001
					(0,001)
Líneas fijas del municipio	-0,002	***	-0,002	***	-0,002 ***
	(0,001)		(0,001)		(0,001)
Renta					0,000
					(0,000)
Educación primaria			0,114		0,412 ***
			(0,104)		(0,095)
Educación secundaria	-0,445	***	-0,333	**	-0,366 **
	(0,087)		(0,140)		(0,165)
Educación superior					0,830
					(0,492)
Tasa de envejecimiento	0,386	**	0,367	**	0,356 **
	(0,163)		(0,163)		(0,173)
Tasa crecimiento anual banda ancha					-0,001
					(0,019)
Constante	5,795	*	-3,227		-24,385 ***
	-2,946		-8,990		-8,801
Observaciones	150		150		90
R-squared	0,660		0,666		0,772
Adj. R-squared	0,649		0,652		0,743

Errores estándar robustos en paréntesis.

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

CUADRO A.IV.2
REGRESIONES DEL MÉTODO DIFERENCIAS EN LAS DIFERENCIAS UTILIZANDO LA
REDUCCIÓN DE LA BRECHA DIGITAL COMO VARIABLE DEPENDIENTE EN LOS
MUNICIPIOS DE LAS COMARCAS DE CAUDAL, NALÓN Y NARCEA, ASTURIAS
(PROGRAMA ASTURCÓN)

Variables	Modelo (1)		Modelo (2)		Modelo (3)	
Red ASTURCÓN	-1,807	***	-1,713	***	-2,007	***
	(0,345)		(0,322)		(0,479)	
Red ASTURCÓN_after	0,700		7,503		14,160	
	(0,898)		-8,573		-8,383	
Densidad poblacional					0,001	
					(0,001)	
Renta					-	
					0,000*	
					(0,000)	
Educación primaria					-	
					0,223*	
					(0,111)	
Educación secundaria					-0,191	
					(0,114)	
Educación superior					-0,067	
					(0,096)	
Nalon	-1,620	***	-1,552	***	-1,748	**
	(0,397)		(0,375)		(0,681)	
Caudal	-3,125	***	-2,929	***	-3,203	***
	(0,320)		(0,294)		(0,627)	
Narcea	0,000		0,000		0,000	
	(0,000)		(0,000)		(0,000)	
Tasa de envejecimiento	0,157	**	0,144	**	0,213	***
	(0,052)		(0,049)		(0,049)	
Tasa de industrialización					0,028	*
					(0,013)	
Tasa crecimiento anual banda ancha			0,004		0,009	**
			(0,003)		(0,004)	
Constante	-1,342		-1,349		21,194	
	-1,613		-1,560		-	
					12,476	
Observaciones	91		65		65	
R-squared	0,664		0,740		0,790	
Adj. R-squared	0,644		0,713		0,742	

Errores estándar robustos en paréntesis.

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

CUADRO A.IV.3
REGRESIONES DEL MÉTODO DIFERENCIAS EN LAS DIFERENCIAS UTILIZANDO LA
BRECHA DIGITAL COMO VARIABLE DEPENDIENTE DEL PROYECTO BAR EN LOS
MUNICIPIOS DEL SEGRÍÀ, LÉRIDA (PROYECTO BAR)

Variabes	Modelo (1)		Modelo (2)	
bar	-1,135	*	1,542	
	(0,562)		-1,014	
bar_after	2,060	***	8,493	*
	(0,000)		-4,494	
Densidad poblacional			-0,003	
			(0,007)	
Educación primaria			-7,827	
			-8,648	
Educación secundaria			-7,855	
			-8,673	
Educación superior			-8,335	
			-8,860	
Renta			0,001	
			(0,000)	
Líneas fijas del municipio			-0,001	*
			(0,001)	
Tasa de envejecimiento	0,675	***	0,587	***
	(0,135)		(0,151)	
Tasa de industrialización			-0,028	
			(0,032)	
Tasa crecimiento anual banda ancha			-0,005	*
			(0,003)	
Constante	-10,329	***	771,888	
	-2,292		-863,657	
Observaciones	126		72	
R-squared	0,483		0,669	
Adj. R-squared	0,470		0,609	

Errores estándar robustos en paréntesis.

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

Bibliografía

- Andonova, V. S. (2004), "Communication technologies: commercial adoption and institutional environment", Tesis de doctorado, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona.
- Aron, D. J. y D. E. Burnstein (2003), "Broadband adoption in the United States: An empirical analysis" en A. Shampine (ed.) *Down to the wire: Studies in the diffusion and regulation of telecommunications technologies*, Haupaugge, New York: Nova Science Publishers, 119–138.
- Bar, F. y N. Park (2006), "Municipal Wi-Fi networks: The goals, practices, and policy implications of the US case", *Communications & Strategies*, no. 61, 1st quarter 2006, 107-125.
- Bauer, J. M. (2005), "Regulation and state ownership: conflicts and complementarities in EU telecommunications", *Annals of Public and Cooperative Economics* 76 (2), 151–177.
- Bel, G., X. Fageda y M. Mur (2010), "¿Por qué se privatizan servicios en los municipios (pequeños)? Evidencia empírica sobre residuos sólidos y agua", *Hacienda Pública Española / Revista de Economía Pública*, 192 (1/2010): 33-58.
- Castellano, J. M. (2010), "Secondary education and broadband diffusion: a qualitative comparative analysis", *Info: The journal of policy, regulation and strategy for telecommunications, information and media* 12 (6): 121–138.
- Caja España (2011), Datos económicos y sociales de los municipios de España. [Online] Disponible en: <http://www.cajaespana.es/corporativo/nwparticulares/nwinfocajaespana/estudioscajaespana/datoseconomicos/index.jsp> (Acceso: 9 de Abril de 2011).
- Cava-Ferreruela, I. y A. Alabau-Muñoz (2006): "Broadband policy assessment: A cross-national empirical analysis", *Telecommunications Policy* 30 (8-9): 445–463.
- Cava-Ferreruela, I. (2008): "Explaining Patterns of Broadband Development in OECD Countries" en Y.K. Dwivedi, A. Papazafeiropoulou, y J. Choudrie (eds). *Handbook of Research on Global Diffusion of Broadband Data Transmission: Vol. II*, Information Science Reference, New York, NY, pp. 756-775.
- Compaine, B. M. (2001): *The digital divide: facing a crisis or creating a myth?* Boston: The MIT Press.
- ENTER, 2007. *Inhibidores de uso de las TIC en la sociedad española*, Instituto de Empresa, Madrid
- Fernández-Ardevol, M. y J. Vázquez Grenno (2011), "Estimación de la contribución de la telefonía móvil al crecimiento y reducción de la pobreza", en M. Fernández-Ardevol, H. Galperin y M. Castells, *Comunicación Móvil y Desarrollo Económico y Social en América Latina*. Barcelona: Ariel.
- Fernández-i-Marín, X., (2008): "Technology and Public Policy: An Evaluation of Internet and e-Government Policies in Spain", Tesis de doctorado, Universitat Pompeu Fabra, Barcelona.

- Fornefeld, M., G. Delaunay y D. Elixmann (2008), “The impact of broadband on growth and productivity”, Comisión Europea (DG Information Society and Media), MICUS.
- Ford, G. S, T.M. Koutsky y L. Spiwak (2008): “The Broadband Efficiency Index: What Really Drives Broadband Adoption across the OECD?”, *Phoenix Center Policy Paper. No. 33 (May)*.
- Galperin, H. y C. Ruzzier (2010), “Las tarifas de banda ancha: benchmarking y análisis” en V. Jordán, H. Galperin y W. Peres, *Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*, CEPAL, Santiago de Chile.
- Garcia-Milà, T. y T. McGuire (2001): “Do interregional transfers improve the economic performance of poor regions? The case of Spain”, *International Tax and Public Finance* 8 (3): 281–296.
- Gencat (2011), Pla Banda Ampla Rural (BAR) Departament de Governació i Relacions Institucionals, Generalitat de Catalunya. [online]. Disponible en: <http://www20.GENCAT.cat/portal/site/governacio/menuitem.63e92cc14170819e8e629e30b0c0e1a0/?vgnextoid=75026f1f8295c210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnextchannel=75026f1f8295c210VgnVCM1000008d0c1e0aRCRD&vgnnextfmt=default> (Acceso 9 de Abril de 2011).
- Gillett, S. E., W. Lehr y C. Osorio (2004): “Local government broadband initiatives”, *Telecommunications Policy* 28 (7): 537–558.
- GITPA (2011): Gestión de Infraestructuras Públicas de Telecomunicaciones del Principado de Asturias, Gobierno del Principado de Asturias [online] Disponible en: <http://www.GITPA.info/redasturcon.html> (Acceso 9 de Abril de 2011).
- Gruber, H. y P. Koutroumpis (2011), “Mobile Telecommunications and the Impact on Economic Development”, *Economic Policy*, Vol. 67, 1-41, July 2011.
- Hargittai, E. (1999): “Weaving the Western Web: Explaining differences in Internet connectivity among OECD countries”, *Telecommunications Policy*, 23 (10-11): 701–718.
- Instituto Asturiano de Estadística (IAE) (2011): [online] <http://www.asturestad.es/es/portal.do?jsessionid=2A033CBB89638A54B9CE70AEF6A92F97> (Acceso 9 de Abril de 2011).
- Instituto de Estadística de Andalucía (IEA) (2011) [online] Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es:9002/> (Acceso 9 de Abril de 2011)
- Institut d’estadística de Catalunya (IDESCAT), (2011): [online] Disponible en: www.IDESCAT.cat (Acceso 9 de Abril de 2011)
- Instituto Klein (2011): Instituto de Predicción Económica Lawrence R. Klein, Universidad Autónoma de Madrid [online] <http://www.uam.es/otroscentros/klein/> (Acceso 9 de Abril de 2011).
- Instituto Nacional de Estadística (INE), España, Sección Nuevas Tecnologías (2011): [online] http://www.ine.es/inebmenu/mnu_tic.htm [online] (Acceso 9 de Abril de 2011).
- Jeanjean, F. (2010): “Subsidising the next generation infrastructures. Consumer-side or supply-side? ”, *Info* 12 (6): 95–120.
- Jordana, J. (2001) “Desigualtats digitals i societat de la informació: un debat pendent”, *Papers de la Fundació 130*. Barcelona: Fundació Rafael Campalans.
- Katz, R. (2009), *El papel de las TIC en el desarrollo: Propuesta de América Latina a los retos económicos actuales*. Colección Fundación Telefónica, Madrid: Ariel.
- Katz, R. (2010)”, “La contribución de la banda ancha al desarrollo económico”, en V. Jordan, H Galperin y W Peres, *Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*, CEPAL, Santiago de Chile.
- Katz, R. (2011). “Impacto económico de la Estrategia Nacional de Banda Ancha”, Gobierno de Costa Rica. Rectoría de telecomunicaciones. *Estrategia Nacional de Banda Ancha*, San José, Costa Rica.
- Katz, R. (2012). *The Impact of Broadband on the Economy: Research to Date and Policy Issues*. International Telecommunication Union, The Impact of Broadband on the Economy Broadband Series, Ginebra, Suiza.
- Katz, R. y F. Callorda (2011). *Medición de Impacto del Plan Vive Digital en Colombia y de la Masificación de Internet en la Estrategia de Gobierno en Línea*, Centro de Investigación de la Telecomunicaciones (CINTEL), Bogotá, Colombia, diciembre.
- Katz, R. y P. Koutroumpis (2012a). *The economic impact of broadband: case studies of the Philippines and Panama*. International Telecommunication Union, Geneva: Switzerland.

- Katz, R. y P. Koutroumpis (2012b), *Measuring Socio-Economic Digitization: A Paradigm Shift*, unpublished manuscript.
- Kenny, R. (2010), “Optimal investment in broadband: The trade-off between coverage and network capability”, *The Vodafone Policy Paper Series 10*, Developing Government Objectives for Broadband, 3-28.
- Koutroumpis, P. (2009), “The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach”. *Telecommunications Policy*, 33, 471-485.
- Krueger, A. B. (2000), “The digital divide in educating African-American students and workers”, Princeton University, Industrial Relations Section, Joint Center for Political and Economic Studies, Washington, D.C.
- Kumar, N. y S. Rego (2009): “Level of Educational Attainment and Its Impact on Technology Diffusion in Developing Countries”, [online] Disponible en: <http://ssrn.com/abstract=1350187> (Acceso: 15 de Julio de 2011).
- La Caixa (2010), *Anuario Económico La Caixa 2010*. [Online] Disponible en: <http://www.anuarieco.lacaixa.comunicacions.com/java/X?cgi=caixa.anuari99.util.ChangeLanguage&lang=esp> [Acceso 4 de Junio de 2010].
- Levi-Faur, D. (2005): “The global diffusion of regulatory capitalism”, *The Annals of the American Academy of Political and Social Science* 598 (1): 12.
- Milner, H. V. (2006), “The Digital Divide”, *Comparative Political Studies* 39 (2) (Marzo 1): 176 -199.
- Norris, P. (2001), *Digital divide: Civic engagement, information poverty, and the Internet worldwide*. Cambridge: Cambridge University Press.
- PEBA (2011) Plan de Extensión de la Banda Ancha. Disponible en: <http://www.bandaancho.es/Paginas/Index.aspx> (Acceso 9 de Abril 2011).
- Richefort, L. (2008): “La diffusion de technologies d’irrigation économes en eau à l’île de la Réunion”, *Revue d’Économie Régionale & Urbaine* (1): 109–130.
- Roller, L-H. y L. Waverman (2001), “Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A simultaneous approach”, *American Economic Review*, 91(4), pp. 909-23.
- Rogers, E. M. (1995): *Diffusion of innovations*, Free Press, New York.
- Telegeography (2011), *Global Internet Geography. Capacity Trends*.
- Umino, A. (2002): “Broadband infrastructure deployment: The role of government assistance”, *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, Paris: OECD.
- Vergara, A. (2011), *Aplicación del análisis techno-económico al despliegue de redes de acceso de próxima generación. El caso de la competencia entre plataformas, la regulación y las políticas públicas en España*, tesis doctoral, UPM. Disponible en: <http://oa.upm.es/9837/>
- Wallsten, S. (2005), “Broadband penetration: an empirical analysis of state and federal policies”, *AEI Brookings Joint Center for Regulatory Studies Working Paper: 05–12*.
- World Economic Forum (2012), *Maximizing the Impact of Digitization*, Global Information Technology Report (GITR).