

BANDA ANCHA, DIGITALIZACION Y DESARROLLO EN AMERICA LATINA

por Dr. Raúl L. Katz (*)

(*) Dr. Raúl Katz es profesor Adjunto en la División de Finanzas y Economía en el 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.

INDICE

- 1. INTRODUCCION**
- 2. BANDA ANCHA Y CRECIMIENTO ECONOMICO EN AMERICA LATINA**
 - 2.1. La Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB en América Latina**
 - 2.2. La Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB en Colombia**
 - 2.3. La Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB en Panamá**
 - 2.4. El retorno a escala de la banda ancha**
- 3. CONTRIBUCION DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO DEL EMPLEO EN AMERICA LATINA**
 - 3.1. Banda Ancha y creación de empleo en Chile**
 - 3.2. Banda Ancha y creación de empleo en Colombia**
 - 3.3. Banda Ancha y creación de empleo en la República Dominicana**
- 4. CONTRIBUCION DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO DEL INGRESO MEDIO DE LOS HOGARES EN AMERICA LATINA**
 - 4.1. Banda Ancha e ingreso medio de los hogares en Costa Rica**
 - 4.2. Banda Ancha e ingreso medio de los hogares en Colombia**
- 5. DIGITALIZACION Y DESARROLLO**
 - 5.1. El índice de digitalización**
 - 5.2. El impacto económico de la digitalización**
- 6. IMPLICANCIAS DE POLITICA PÚBLICA**

BIBLIOGRAFIA

1. INTRODUCCION

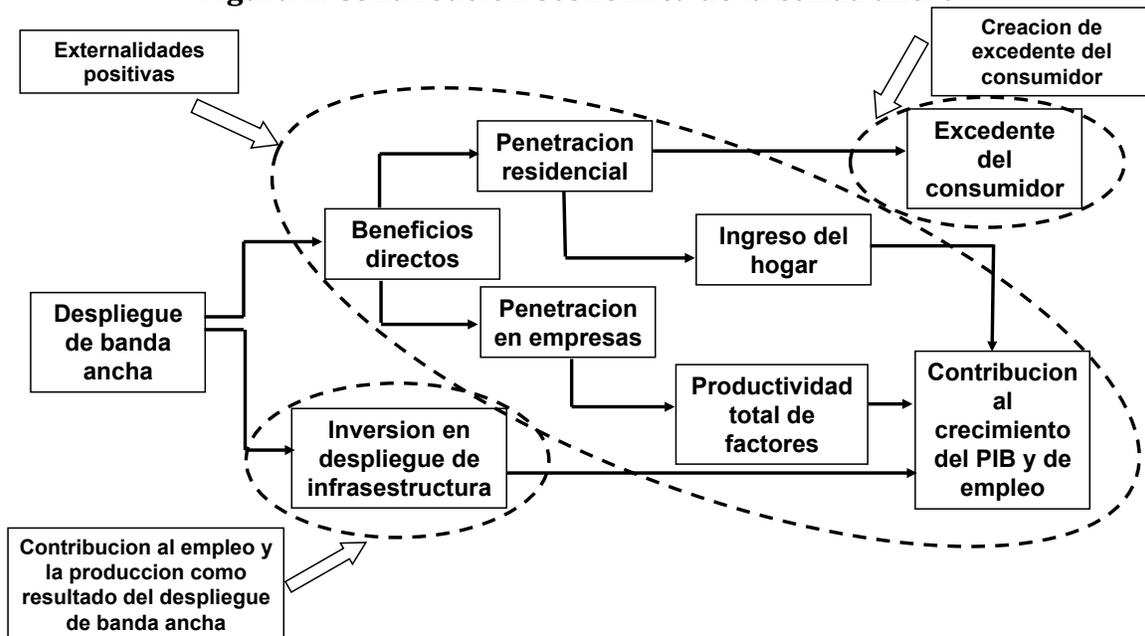
Este trabajo compila los resultados de múltiples investigaciones completadas por el autor en los últimos tres años orientadas a evaluar la contribución económica de la banda ancha en América Latina. Las mismas han sido realizadas en el marco de estudios realizados para la CEPAL, la UIT, el Foro Económico Mundial, los gobiernos de Colombia y Costa Rica, y asociaciones de operadores de telecomunicaciones.

El primer conjunto de resultados se enfoca en la medición del impacto económico de la banda ancha (crecimiento del PIB, creación de empleo, e aumento del ingreso promedio de hogares). El segundo conjunto de resultados sustancia el impacto de la banda ancha, considerada dentro del contexto de su utilización para la entrega de aplicaciones, servicios y contenidos. Para ello, se presenta un índice de digitalización de las naciones, que mide no sólo la adopción de banda ancha, sino también la adopción de servicios como gobierno electrónico, comercio electrónico y redes sociales. Sobre la base de los resultados de estos estudios, se proponen ciertas recomendaciones de política pública orientadas a maximizar el impacto económico de la banda ancha.

2. BANDA ANCHA Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN AMERICA LATINA

La contribución de la banda ancha, como tecnología de uso general, al crecimiento económico se manifiesta a través de una multiplicidad de efectos (ver figura 1).

Figura 1. Contribución económica de la banda ancha



Fuente: elaboración del autor

El primer efecto económico de la banda ancha es el resultado de la construcción de redes de telecomunicaciones y se materializa cómo cualquier obra de infraestructura: el despliegue de banda ancha crea empleo y actúa sobre el conjunto de la economía con base en efectos multiplicadores. Más allá de este efecto de despliegue, dado que la banda ancha (y las telecomunicaciones en general) es una tecnología de uso general, su impacto actúa sobre el resto de la economía. Así, el segundo efecto se refiere al derrame en el conjunto del sistema económico, impactando tanto empresas como consumidores residenciales. La adopción de banda ancha por parte del sector productivo resulta en un aumento de la productividad total de factores, lo que contribuye al crecimiento del PIB. Por otro lado, la adopción residencial resulta en un aumento de ingreso real de los hogares, lo que resulta en una disminución de la pobreza, contribuyendo a su vez al crecimiento económico a través de un efecto multiplicador.

Más allá de estos efectos que contribuyen al crecimiento del PIB, los usuarios residenciales que adoptan banda ancha reciben un beneficio en términos de excedente del consumidor, definido este como la diferencia entre voluntad de pago por el servicio y el precio de mercado. Este último efecto, si bien no es incluido en el cálculo del PIB, puede ser importante en la medida de que representa beneficios en términos de mejor acceso a información, entretenimiento y servicios públicos.

Las siguientes tres secciones presentan los resultados generados hasta la fecha por este autor en estudios realizados en la región latinoamericana. En primer lugar, se presenta el primer modelo regional de impacto de la banda ancha en el crecimiento del PIB latinoamericano. En el mismo terreno, se presentan los resultados realizados en estudios nacionales para Colombia y Panamá. En segundo lugar, se presentan los resultados de estudios realizados en Chile y Colombia midiendo el impacto de la banda ancha en la creación de empleo. Finalmente, en tercer lugar, se presentan resultados de estudios realizados en Costa Rica y Colombia evaluado el impacto de la banda ancha en el aumento del ingreso promedio de los hogares.

2.1. La Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB en América Latina:

El primer análisis del impacto económico de la banda ancha en América Latina fue realizado en base a una muestra cruzada de países de la región (Katz, 2010b). Dada la falta de series históricas en el momento de realización del estudio, el autor basó su análisis de mínimos cuadrados ordinarios con errores robustos sobre una muestra de datos agrupados para los años 2004 y 2009 en países de América Latina y el Caribe. Este análisis debió enfrentar dos tipos de problemas metodológicos. En primer lugar, en estos modelos la variable constante no expresa las diferencias entre países. La falta de disponibilidad de información no permitía la utilización de datos de panel, que hubiera sido la solución más apropiada para este tipo de problema. Para resolver de manera parcial este obstáculo se incluyeron en el modelo variables como el desarrollo de la banda ancha y el grado de liberalización de la economía que permitieron disminuir el problema denominado de la “variable omitida”.

El segundo problema metodológico de este tipo de modelos tiene que ver con la endogeneidad entre el crecimiento del PIB per cápita y la penetración de banda ancha. Idealmente, la construcción de un modelo de estructura múltiple en base a 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 en el momento en que se realizó este estudio no permitió construir dicho modelo. La solución en ese momento fue la de rezagar la variable de desarrollo de la banda ancha de un año. De esta manera, el modelo especificado permitió generar los resultados de la tabla 1.

Tabla 1. América Latina: Contribución de la banda ancha al crecimiento del PIB

Crecimiento PIB	Coficiente	Error Estándar	Estadístico - t	P>[t]	[95% Conf. Interval]	
Crecimiento en la penetración de banda ancha para los periodos (2001-2003) y (2004-2006)	.0158715	.0080104	1.98	0.054	-0.002942	.0320372
Promedio Inversión/PIB para los periodos (2004-2006) y (2007-2009)	-.0471624	.1689699	-0.28	0.782	-.3881575	.2938328
Crecimiento de la población para los periodos (2004-2006) y (2007-2009)	-.4469177	1.40418	-0.32	0.752	-3.280668	2.386832
Nivel de educación terciaria (2002)	.2139614	.1108325	1.93	0.060	-.0097076	.4376304
PIB per capita en el inicio de los periodos 2003 y 2006	-.0006957	.0001806	-3.85	0.000	-.0010602	-.0003313
Promedio del índice de globalización (2001-2003) y (2004-2006)	-.0653024	.1929498	-0.34	0.737	-.4546908	.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 (2010b)

Los resultados de la regresión muestran que, cuando se controla estadísticamente por el nivel de educación y el punto de partida de crecimiento económico, un aumento de 1% en la penetración de banda ancha contribuye 0,0158 por ciento al

crecimiento del PIB¹. El coeficiente de la penetración de banda ancha es de signo positivo y estadísticamente significativo.

2.2. La Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB en Colombia:

En el curso del 2011, la mayor disponibilidad de datos desagregados a nivel nacional permitió la realización de estudios a nivel país. El primero fue realizado en Colombia para datos departamentales entre los años 2006 y 2010 (Katz y Callorda, 2011d). El modelo especificado en este caso analiza el impacto de la banda ancha fija en el crecimiento del PIB departamental, controlando por el punto de partida en el nivel de desarrollo económico, el crecimiento de la población y el nivel de capital humano (en términos de los años de educación promedio de los habitantes) (ver tabla 2).

Tabla 2. Colombia: Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB

Crecimiento del PBI (%), con control por capital humano			
<i>Variable Dependiente:</i> Crecimiento del PBI entre 2006 y 2010			
<i>Variables Independientes:</i> Crecimiento accesos B.A., PBI 2003, Años de Educación y Crecimiento Población			
	Total	Baja Penet.	Alta Penet.
Crecimiento accesos B.A. (%)	0.0036542 *** (0.001282)	0.0039548 *** (0.0014167)	0.0039453 *** (0.0012952)
Crecimiento 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)
PBI 2003 (Millones de Pesos)	0.0056116 (0.0284458)	-0.2697321 (0.3899207)	-0.0432453 (0.0360005) *
R ² ajustado	0.1649	0.2088	0.2093
Prob > F	0.0103	0.0778	0.0086
Número de Observaciones	132	64	68

Nota: ***, ** y * indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%

Fuente: Katz y Callorda (2011d)

El modelo de la tabla 2 muestra que en Colombia un aumento en las conexiones de banda ancha genera un efecto positivo en el crecimiento del PIB. El principal resultado del mismo indica que si las conexiones de banda ancha aumentan en un 10%, el PIB aumentaría en 0,037%. Este efecto es menor que el encontrado en el modelo para América Latina y el Caribe de la sección 1.1., principalmente debido a

¹ Este resultado es más optimista que la estimación de Koutroumpis (2009) para países con penetración inferior al 20% y más pesimista que el estudio de Katz et al. (2010a) en regiones con penetración promedio de 24,8%. Finalmente, la estimación del modelo es marcadamente más conservadora que la determinada en el estudio de Qiang et al. (2009).

que la tasa penetración de banda ancha promedio en Colombia es inferior al promedio de penetración de los países del estudio mencionado.

Además del resultado mencionado, hay que destacar que en el modelo de la tabla 2, el crecimiento de las conexiones de banda ancha es la única variable independiente que logra explicar significativamente el crecimiento del PIB en todas las especificaciones (tanto para los departamentos con alta y baja penetración). Asimismo, el coeficiente para los departamentos con alta/baja penetración es similar ya que en ningún caso se logra superar la barrera del 20% de penetración (de acuerdo a criterios de comparación internacional, en todos los departamentos existe “baja penetración”).

Finalmente, el modelo explica entre un 15% y un 20% de la varianza de la variable dependiente, lo que indica que, como es lógico, existen otros factores que causan la evolución del PIB. La falta de datos departamentales para los mismos impiden incluirlos en el modelo de regresión. A pesar de lo mencionado, el coeficiente del efecto del crecimiento de la banda ancha es significativo y consistente en todas las especificaciones.

2.3. La Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB en Panamá:

En este estudio (Katz y Koutroumpis, 2012f), en base a la mayor disponibilidad de información se 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 Kountroumpis (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 subsecuentemente tres funciones de demanda, oferta y producto. Las tres últimas funciones modelan el mercado de banda ancha fija, controlando por la causalidad revertida. En la función de producción, el PIB está ligado al stock de capital fijo, excluyendo la infraestructura de TIC y el trabajo, pero incluyendo la infraestructura de banda ancha fija estimada en base a la penetración de la misma.

La función de demanda vincula la penetración de banda ancha con el consumo promedio de individuos estimado en base al PIB per cápita y el precio de servicio de banda ancha fija. El número de abonados depende del precio de acceso al servicio. La función de oferta vincula los ingresos agregados de banda ancha con el nivel de precio, el PIB per cápita y el nivel de urbanización de Panamá. En la medida de que el despliegue de la banda ancha fija está correlacionado con la concentración urbana, la oferta del servicio debe reflejar esta tendencia estructural. Ambos parámetros, ingresos y urbanización, influyen la dinámica de oferta. La ecuación de infraestructura vincula el cambio anual en la penetración de banda ancha fija al

nivel de ventas de banda ancha, y es usada como indicador de la inversión de capital en banda ancha².

Tabla 3. Panamá: Contribución de la Banda Ancha al Crecimiento del PIB

	Variables	Fixed Broadband Model
<u>Aggregate Production function:</u>		
$GDP_{it} = a_1K_{it} + a_2L_{it} + a_3BB_Pen_{it} + \varepsilon_{it}$ (1)	<i>Growth (GDP_{it})</i>	
	Labour force (L _{it})	1.148***
	Fixed Capital Stock (K _{it})	0.234***
	BB Penetration (BB_Pen _{it})	0.045***
	Constant	-
<u>Demand function:</u>	<i>Demand (BB_Pen_{it})</i>	
$BB_Pen_{it} = b_1BBPr_{it} + b_2GDPC_{it} + \varepsilon_{2it}$ (2)	BB. Price (BBPr _{it})	-2.121***
	GDPC (GDPC _{it})	2.443***
	Constant	-18.536***
<u>Supply function:</u>	<i>Supply (Mob_Rev_{it})</i>	
$BB_Rev_{it} = c_1GDPC_{it} + c_2Urb_{it} + \varepsilon_{3it}$ (3)	GDPC (GDPC _{it})	0.556***
	Urbanization (Urb _{it})	0.374***
	Constant	13.910***
<u>Output function:</u>	<i>Output (ΔBB_Pen_{it})</i>	
$ΔBB_Pen_{it} = d_1BB_Rev_{it} + \varepsilon_{4it}$ (4)	BB Revenue (BB_Rev _{it})	4.606***
	Constant	-95.451***
	Year Effects	YES
	Obs	40
	R ²	(1)
	Growth	0.99
	Demand	0.92
	Supply	0.97
	Output	0.40

Fuente: Katz y Koutroumpis (2012c)

De acuerdo a estos modelos, la infraestructura de banda ancha fija ha ejercido un contribución significativa a la economía Panameña entre los años 2000 y el 2010. La contribución anual promedio al crecimiento del PIB es estimada en 0,044% por cada 1% de aumento en la penetración de banda ancha fija.

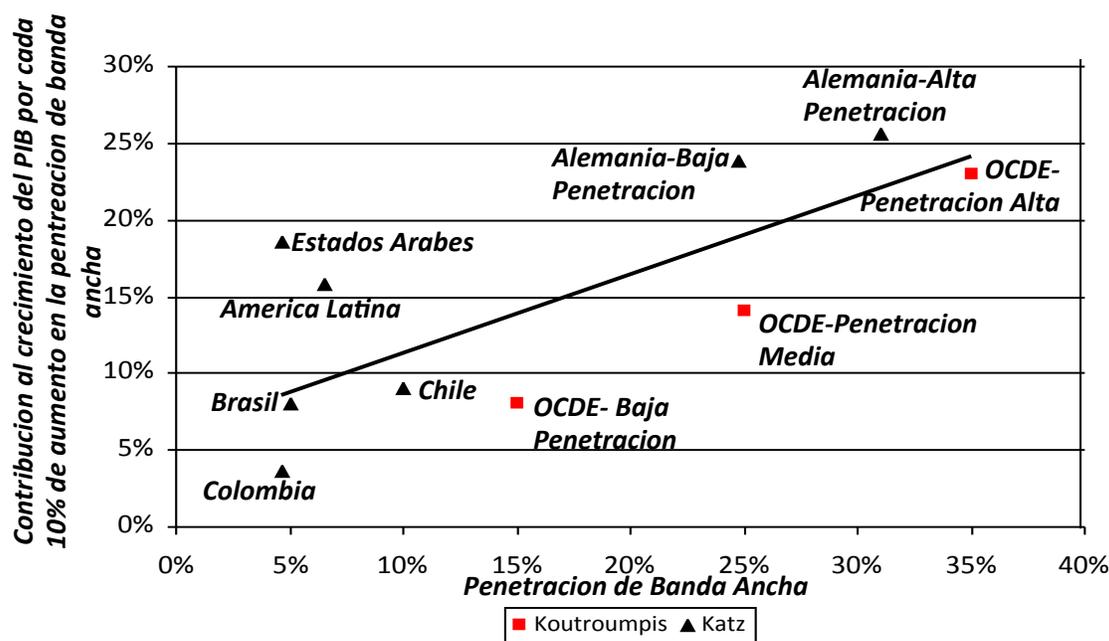
2.4. El retorno a escala de la banda ancha:

Los resultados de estos modelos presentan un cierto nivel de consistencia en el sentido de que su interpretación es coherente con el llamado “retorno a escala” de la banda ancha. De acuerdo a este concepto, la contribución de la banda ancha aumenta con su nivel de penetración. Este tipo de efecto ya había sido identificado para otras tecnologías de información y comunicación, como la telefonía (Roller y Waverman, 2001).

Al presentar la estimación de la contribución de la banda ancha en función de la penetración de la misma, el retorno a escala es evidente (ver figura 2).

² Esta premisa asume una relación estable y constante entre ventas e inversión, la que en muchos casos, no se mantiene. Desafortunadamente, la formación de capital fijo en telecomunicaciones, variable que sería más adecuada, no está disponible.

Figura 2. Contribución comparada de la banda ancha al crecimiento económico



Nota: Los efectos significativos en el caso de Panamá (excluido en esta figura) se deben a la importancia que tiene la banda ancha en una economía centrada en el sector servicios, principalmente comercio y servicios financieros

Fuente: Katz (2012a)

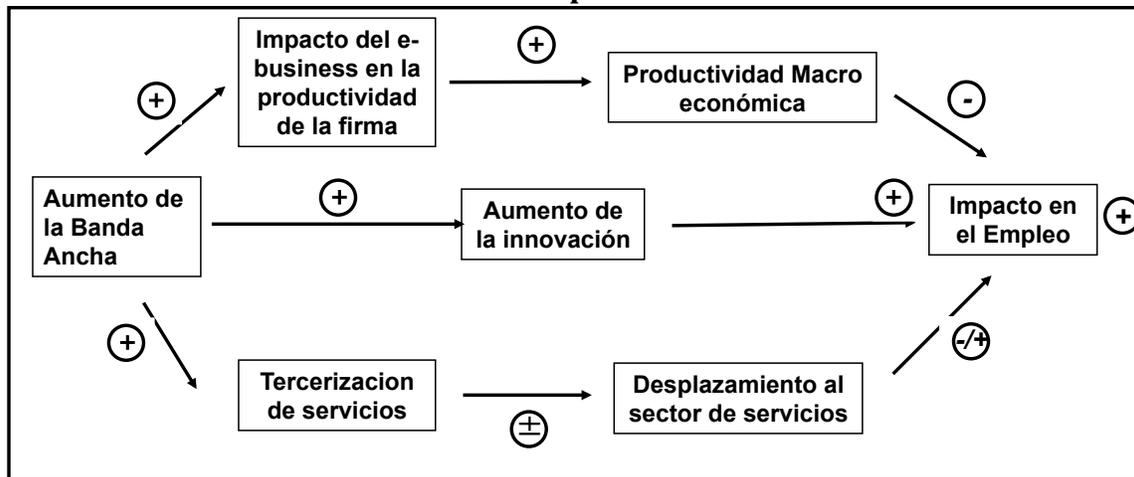
De acuerdo a la figura 2, aún si los datos están basados en modelos especificados de diferente manera, cuanto más alta es la penetración de banda ancha, mayor es su impacto en el crecimiento del PIB.

3. CONTRIBUCION DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO DEL EMPLEO EN AMERICA LATINA

Tal como fuera expresado arriba, más allá de la contribución al crecimiento económico, la banda ancha también contribuye a la generación de empleo por efectos de externalidad. Sin embargo, en este caso los efectos son más complejos. En primer lugar, el aumento de la penetración de banda ancha puede resultar en un aumento de la productividad, lo que resulta en una sustitución de mano de obra por inversión de capital, lo que determina una reducción de fuentes de trabajo. 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 el

efecto de innovación. Finalmente, la banda ancha puede contribuir a la tercerización de ciertas funciones de las empresas, lo que resulta en la creación de fuentes 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 figura 3.

Figura 3. Mecanismos de contribución de la banda ancha al crecimiento del empleo



Nota: Esta cadena de causalidad fue adaptada de un modelo desarrollado por Fornefeld et al., 2008 en un reporte para la Comisión Europea

En este caso, la estimación del potencial de creación de fuentes de trabajo fue realizado para Chile y Colombia.

3.1. Banda Ancha y creación de empleo en Chile:

Para estimar el impacto de la banda ancha en Chile, las características específicas de cada región que tienen un impacto en el mercado de mano de obra (sectores industriales, nivel educativo) son controladas por los efectos fijos de los datos del panel. El modelo está basado en un panel de datos para Chile, utilizando datos trimestrales por región. Esta base se construyó recopilando información de cada una de las regiones de Chile (excepto la región Metropolitana por falta de datos trimestrales) desde el 2001 hasta el cuarto trimestre del 2009 (ver tabla 4).

**Tabla 4. Chile: Contribución de la banda ancha a la creación de empleo
(12 regiones 2002-9)**

	Coefficiente	Error estándar	T-statistic	P>[t]	95% Confidence
Variables de control { Índice de actividad económica	0.0003509	0.0000595	5.90	0.000	.0002338
Penetración de banda ancha	0.0018118	0.0004708	3.85	0.000	.0008853
Constante	0.8682527	0.0079638	109.03	0.000	.85258283

Número de observaciones = 324
 F(2, 310) = 60.89
 Prob> F = 0.0000
 R2 = 0.2820

Fuente: Katz (2010b)

De acuerdo a los resultados del modelo de la tabla 4, en Chile, 10% en penetración de banda ancha aumenta en 0,018 puntos la tasa de ocupación. El principal resultado de este modelo es que el aumento de la penetración de banda ancha es la única variable significativa³ que generó un aumento en la tasa de empleo en los últimos años.

3.2. Banda Ancha y creación de empleo en Colombia:

Un análisis similar para evaluar el impacto de la banda ancha en la creación de empleo 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 nivel de desarrollo económico. El modelo fue inicialmente corrido para todo el país, discriminándose luego los departamentos de alta y baja penetración.

³ El hecho de que la variable de banda ancha es la única significativa estadísticamente en el modelo es debido a que no se disponen de otras variables a nivel departamental que logren explicar la variable dependiente (crecimiento de empleo). Por ejemplo, la inversión en capital físico es una variable que, típicamente, explica el crecimiento del empleo. Sin embargo, esta no es disponible a nivel departamental. Es por ello que el r2 en nuestro modelo es de entre 1% y 4%.

Tabla 5. Colombia: Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del empleo

Crecimiento de tasa de empleo (%)

Variable Dependiente: Crecimiento de tasa de empleo entre 2006 y 2010

Variables Independientes: Crecimiento conexiones B.A., PIB 2003 y Crecimiento Población

	Total		Baja Penet.		Alta Penet.
Crecimiento conexiones B.A. (%)	0.0003004	**	0.0002951	**	0.0006572
	(0.0001359)		(0.0001547)		(0.0005495)
Crecimiento 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

Nota: ***, ** y * indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%

Fuente: Katz y Callorda (2011d)

En estos modelos, el efecto es significativo a nivel nacional y para los departamentos de baja penetración. Igualmente cabe destacar que en los departamentos de alta penetración el coeficiente sería significativo al 24%. Igualmente, el crecimiento de la población parece tener efecto únicamente en los departamentos de alta penetración (con coeficiente positivo). Esta situación puede asociarse con que en estos departamentos hay mayor facilidad para insertarse en el mercado productivo. Por último, el producto interno bruto inicial parece no tener un efecto sobre el crecimiento del empleo.

3.3. Banda Ancha y creación de empleo en la Republica Dominicana:

En el estudio del impacto de la banda ancha en la creación de empleo en la Republica Dominicana se construyó un modelo basado en datos de panel para las 32 provincias dominicanas. Contrariamente a los modelos de Chile y Colombia, el objetivo en este caso es determinar la contribución de la banda ancha a la reducción del desempleo.

Tabla 6. Republica Dominicana: Impacto del crecimiento de la penetración de la banda ancha en el incremento del empleo

Crecimiento de la desocupación	Coefficiente	Error estandard	t-Statistic	P>t	95% Conf.Interval	
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 numero 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
Change in construction 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

Numero de observaciones	32
F(5,26)	12.70
Prob>F	0.0000
R2	0.4175

Fuente: Katz (012a)

Los resultados muestran un impacto elevado de la banda ancha. De acuerdo con los resultados, un aumento de 1% en la penetración de banda ancha reduce la desocupación en 0.29 puntos porcentuales. Por ejemplo, si la tasa de desocupación fuese 14%, un aumento de la penetración de banda ancha de 1% contribuiría a la reducción de la misma a 13.71 por ciento.

Las otras variables que afectan la tasa de desempleo de manera indirecta son, como es de esperar, el número de establecimientos industriales entre 2008 and 2009, y la intensidad de desarrollo del sector de 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.

De acuerdo a los coeficientes, la contribución de la banda ancha en relación con las otras dos variables es más alta de lo que es de esperar. Parte de este efecto se debe a que el crecimiento más importante de la penetración ocurrió en la capital, Santo Domingo, y Altigracia, un centro turístico. Sería importante para determinar el valor relativo de la banda ancha incluir en el modelo una variable que de cuenta de la importancia del sector turístico en cada una de las provincias. Sin embargo, este factor no está disponible para todas las provincias de la nación. De esta manera, 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 industriales clave de la Republica Dominicana.

4. CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA AL CRECIMIENTO DEL INGRESO MEDIO DE LOS HOGARES EN AMÉRICA LATINA

Este tercer efecto económico es importante en la medida de 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 en el sentido de que si bien se ha comprobado que la banda ancha contribuye al crecimiento del producto, es importante verificar que este crecimiento no favorezca exclusivamente a los sectores de renta más elevada, resultando así en una mayor polarización⁴. En este caso, se realizaron estudios en Costa Rica y Colombia.

4.1. Banda Ancha e ingreso medio de los hogares en Costa Rica:

En un estudio de evaluación de impacto económico de la Estrategia Nacional de Banda Ancha de Costa Rica, Katz (2011b) realizó un análisis basado en la Encuesta Nacional de los Hogares, entre 2005 y 2009. Utilizando datos de panel con efecto aleatorio para el caso en donde los resultados por región son específicos a un período dado⁵ (ver tabla 7).

⁴ Ver, en particular el trabajo de Fernández-Ardevol y Vazquez Grenno (2011).

⁵ 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.

Tabla 7. Costa Rica: Contribución de la banda ancha al incremento del ingreso real por hogar

	Coefficiente	Error estándar robusto	Z	p> z 	[95% intervalo de confianza}	
Ingreso Hogar (-1)	-0,000337	0,000033	10,08	0,0000	-0,0004	-0,0003
Delta BA	2,960308	0,970254	3,05	0,0020	1,0586	4,8620
Sin Educación	-4,603882	0,889184	-5,18	0,0000	-6,3467	-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
Hotel y Rest	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
Numero de Grupos	6
R2 within	0,8029
R2 between	0,8119
R2 overall	0,7971

Fuente: Katz (2011c)

De acuerdo a los resultados del modelo, un aumento de 1 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 hogar está empleado en la industria manufacturera o turística. Así, al alcanzar una penetración de banda ancha de 10%, el ingreso promedio mensual en los hogares costarricenses vería un aumento real de \$48. De manera similar, si la penetración alcanza el 16%, el ingreso medio del hogar se incrementaría en \$141. Este aumento en el ingreso del hogar contribuiría en términos de efectos inducidos al aumento del PIB a partir de un aumento del consumo.

4.2. Banda Ancha e ingreso medio de los hogares en Colombia:

En el caso colombiano, 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 previa se incluyen controles por crecimiento de la población, capital humano, porcentaje del producto explicado por el sector minero y nivel de riqueza inicial (a través del porcentaje de hogares NBI en el 2005).

Tabla 8. 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						
<i>Variable Dependiente:</i> Crecimiento del Ingreso Real Por Hogar entre 2006 y 2010						
<i>Variables Independientes:</i> Crecimiento conexiones B.A., Crecimiento Población, Años de Educación, Producto del sector Minero y Viviendas NBI 2005						
	Total		Baja Penet.		Alta Penet.	
Crecimiento conexiones B.A. (%)	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 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	

Nota: ***, ** y * indican significancia a un nivel del 1%, 10% y 15%

Fuente: Katz y Callorda (2011d)

El principal resultado encontrado es que si se aumenta en un 10% la cantidad de conexiones en un año, el crecimiento del ingreso real por hogar será del 0,034%. Aparte del resultado explicado previamente cabe destacar que el crecimiento de la banda ancha logra explicar consistentemente el aumento en el ingreso real por hogar en los 3 modelos (con todas las observaciones, para departamentos de “baja” penetración y para departamentos de “alta” penetración). El efecto parece ser superior en los departamentos de “baja” penetración, aunque hay que notar que salvo Bogotá ningún departamento superaba una penetración de banda ancha del 9% al 2010 (niveles de penetración “bajos” a nivel internacional). Por lo que puede entenderse que los departamentos de Colombia al 2010 no habían llegado a un nivel de penetración suficiente para lograr los rendimientos a escala (como se muestra previamente que existen en los países de la OCDE).

A nivel general, se observa que una mayor cantidad de años de educación resulta en un aumento en el crecimiento del ingreso por hogar (aplicándose la teoría del capital humano). Por último, y siguiendo el modelo de Solow, se verifica una tendencia a la convergencia de los ingresos, como lo indica el coeficiente de Viviendas NBI al 2005.

5. DIGITALIZACION Y DESARROLLO

Más allá del impacto de la banda ancha, resulta crítico el estudio del impacto combinado no solo de la tecnología de acceso sino del conjunto de servicios y aplicaciones que son entregados mediante la banda ancha. Para ello, se ha desarrollado el concepto de digitalización (Katz y Koutroumpis, 2012). La digitalización es la capacidad de utilizar tecnologías digitales para generar, procesar y compartir información. Esta mide no sólo el uso de la tecnología, sino también la adopción de aplicaciones y el consumo de contenidos a tres niveles:

- Uso por individuos, empresas y gobierno
- Utilización como parte de los procesos de entrega de bienes y servicios por parte del sector productivo
- Uso para la entrega de servicios públicos

Para que la digitalización alcance todo su potencial, esta debe cumplir múltiples condiciones en términos de infraestructura. Ésta debe ser:

- Asequible económicamente (precios)
- Accesible tecnológicamente (cobertura de redes)
- Confiable tecnológicamente (capacidad y velocidad de acceso)

5.1. El índice de digitalización:

Para medir el desarrollo de un país en términos de su digitalización, se creó un índice compuesto basado en 23 indicadores (ver figura 4).

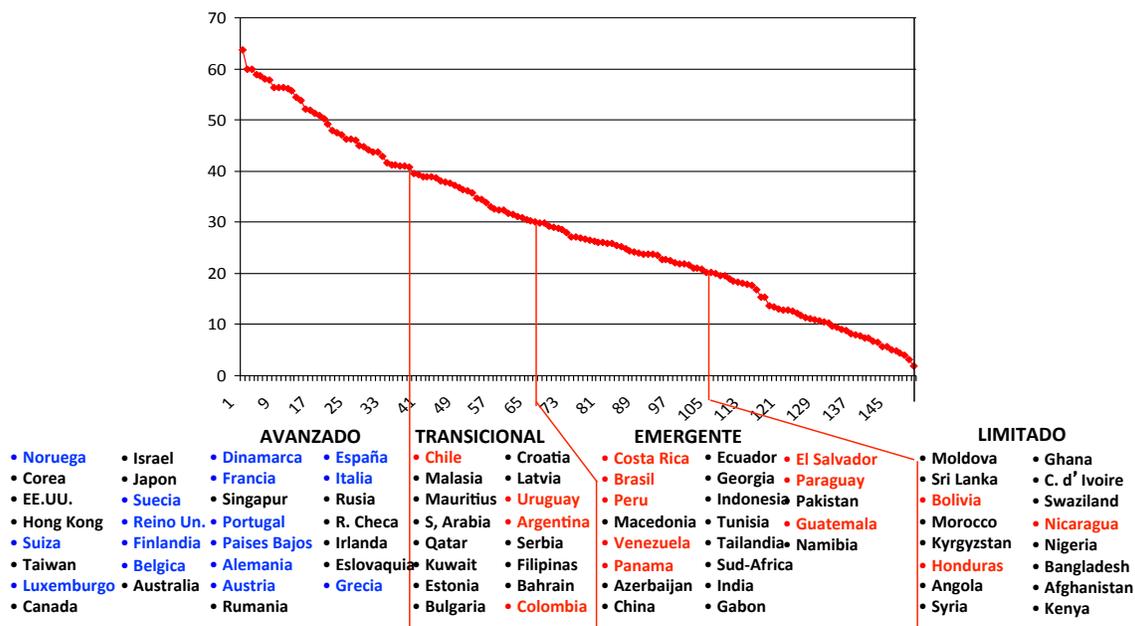
Figura 4. Índice de digitalización



Como puede observarse, el índice de digitalización está constituido no solamente por indicadores de infraestructura, sino que incluye también estadísticas referentes a la adopción de aplicaciones y servicios transmitidos por banda ancha (por ejemplo, penetración de comercio electrónico, desarrollo de gobierno electrónico, uso de banda ancha móvil, uso de redes sociales, etc.).

El índice de digitalización calculado para el 2010 para una muestra de 157 países indica que los países transitan por cuatro estadios de desarrollo (ver figura 5).

Figura 5. Ejemplos de países en estadios de Desarrollo de la Digitalizacion (2010)



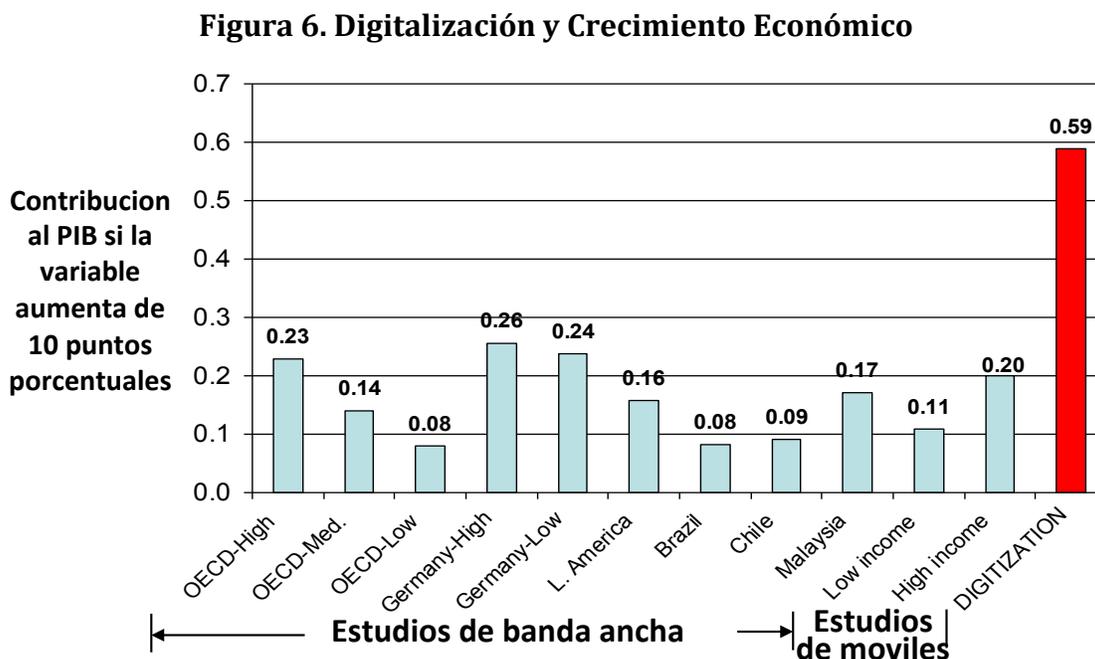
Fuente: Katz y Koutroumpis (2012f)

Tal como lo indica la figura 5, en términos generales, los países industrializados registran un índice de digitalización superior a 40. Entre un índice de 40 y 30 encontramos naciones en transición a una digitalización avanzada. Esto incluye países del Medio Oriente, Europa oriental, Sudeste Asiático y algunas naciones latinoamericanas (Chile, Uruguay, Argentina, y Colombia). Entre el índice de 30 y 20 se ubica la mayoría de los países latinoamericanos, las más avanzadas naciones africanas y algunas asiáticas. Finalmente, con índices inferiores a 20 se ubican los países menos desarrollados.

El análisis del índice de digitalización en sus seis sub-índices revela que la gran diferencia entre países avanzados y emergentes no es necesariamente la infraestructura tecnológica sino la utilización de las redes, su capacidad, y el capital humano local necesario para desarrollar aplicaciones y contenidos. Pese a que la banda ancha fija, uno de los componentes del índice, presenta grandes diferencias en lo que hace a su penetración entre el mundo industrializado y el emergente, el despliegue reciente de la banda ancha móvil ha actuado como un factor importante para igualar el nivel de desarrollo entre los países. Como resultado, para todos los países, el sub-índice de uso de la tecnología nunca alcanza el nivel de desarrollo del sub-índice de acceso, pese a que la distancia numérica entre infraestructura y uso de la tecnología no es tan grande en los países avanzados. El retraso en la adopción de aplicaciones y contenidos, sobre todo en países de desarrollo medio, representa el gran desafío tecnológico. En otras palabras, el centro de acción en términos de estrategia tecnológica mirando hacia el futuro pasa por las aplicaciones y servicios más que por el desarrollo de infraestructura.

5.2. El impacto económico de la digitalización:

La aplicación de modelos de impacto económico a la digitalización muestra que la misma contiene un impacto económico más importante que sólo la banda ancha o la telefonía móvil (ver figura 6).

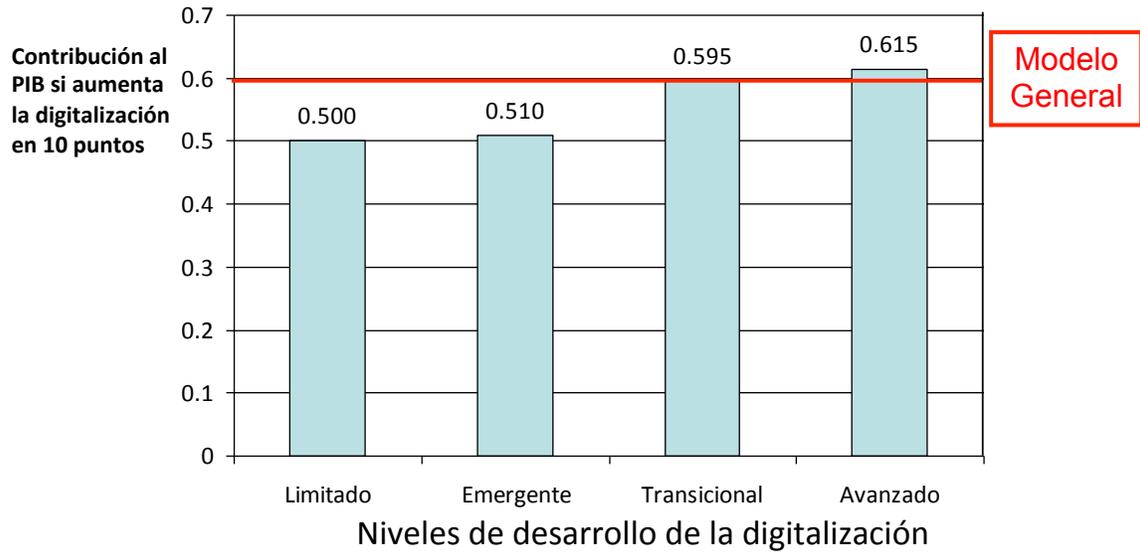


Fuente: Katz y Koutroumpis (2012f)

Como lo indica la figura 6, 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 de que estipula que el impacto económico de las TIC resulta de la adopción acumulada de todas las tecnologías, así como la asimilación de contenidos y aplicaciones. Alcanzar alta penetración de banda ancha es tan solo un aspecto de las políticas públicas; la maximización del impacto económico puede ser alcanzado mediante un conjunto de políticas públicas que impactan las telecomunicaciones, la informática y los contenidos y aplicaciones.

Confirmando, el efecto de retorno a escala, la contribución económica de la digitalización al PIB aumenta con su desarrollo (ver figura 7).

Figura 7. El Retorno a Escala en la Digitalización

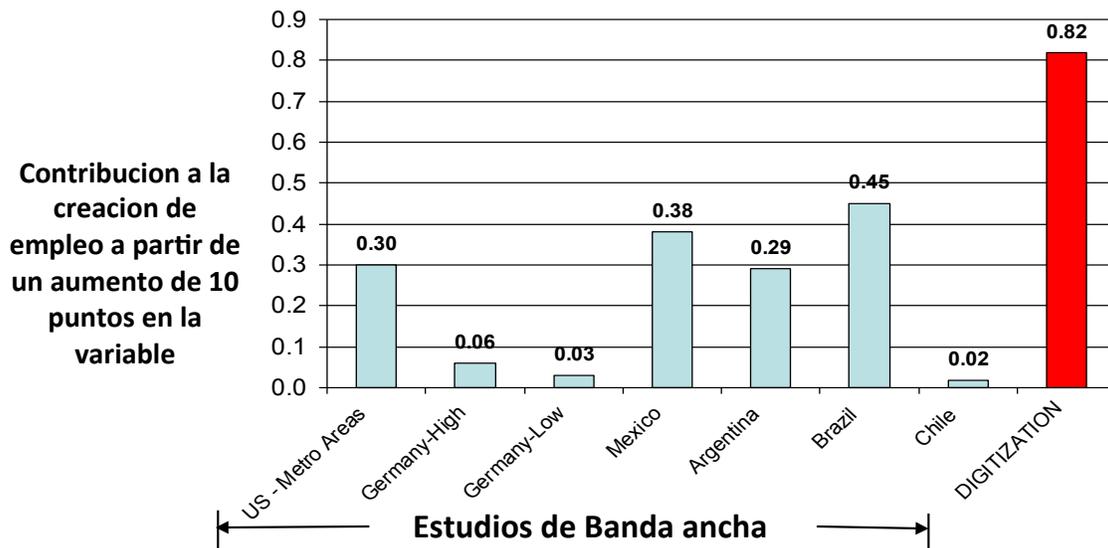


Fuente: Katz y Koutroumpis (2012f)

Mientras que 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 limitada, la contribución se ubica en un rango de 0.50% a 0.51%. Así, a mas desarrollo de la digitalización mayor su impacto económico.

Así como en el caso del PIB, la digitalización también crea más empleos cuando se la compara con la banda ancha (ver figura 8).

Figura 8. Digitalización y Empleo

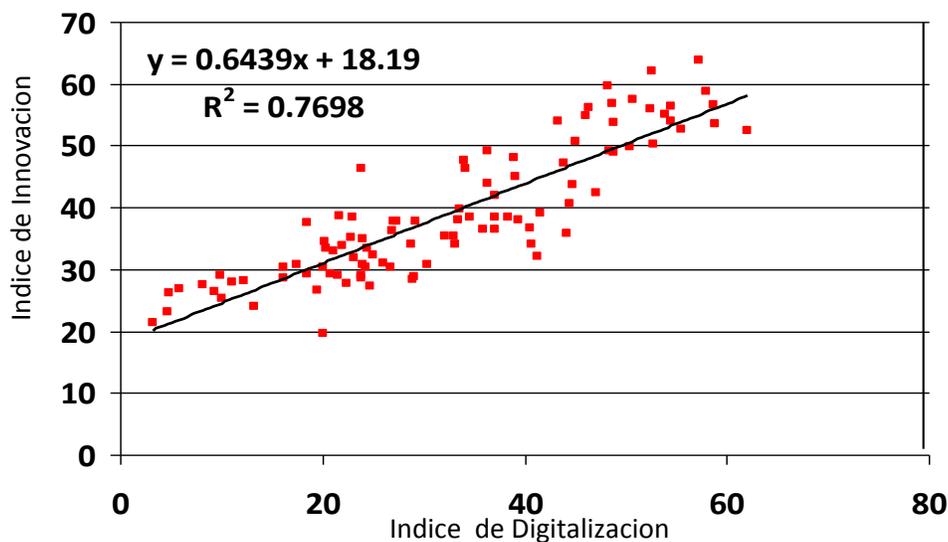


Fuente: Katz y Koutroumpis (2012f)

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 TIC contribuye más al crecimiento del empleo en el sector de tecnología (desarrollo de software, tercerización de procesos de negocio, manufactura de equipamiento y partes). Por otra parte, la asimilación de TIC contiene un efecto de derrame en otros sectores de la economía (especialmente, comercio, servicios financieros, y servicios de salud).

Finalmente, la digitalización esta altamente relacionada con el grado de innovación de una economía. El impacto de la digitalización en innovación se debe a la capacidad de facilitar la creación de nuevas formas de valor agregado (ver figura 9).

Figura 9. Digitalización e Innovación



Fuente: Katz y Koutroumpis (2012f)

De acuerdo al coeficiente de correlación, un aumento del 10% en digitalización resulta en un incremento de 6.4% en dinámica innovadora. El aceleramiento de la dinámica de innovación se debe a la introducción de servicios y aplicaciones facilitados por las TIC. Estas incluyen nuevas aplicaciones y servicios (telemedicina, búsqueda en Internet, comercio electrónico, educación a distancia, y redes sociales), 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 tabla 9).

Tabla 9. America Latina: Estimación de Impacto Económico de la Digitalización

PAIS	INDICADORES ACTUALES (2010)			CAMBIO COMO RESULTADO DE UN AUMENTO DE 10 PUNTOS EN EL INDICE DE DIGITALIZACION**		
	INDICE DE DIGITALIZACION	PIB PER CAPITA*	INDICE DE INNOVACION	INDICE DE DIGITALIZACION	PIB PER CAPITA*	INDICE DE INNOVACION
Costa Rica	29.21	\$ 6,400	37.91	39.21	\$ 6,529	46.22
Panama	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

* US\$ CONSTANTES

** Una política proactiva de desarrollo de TIC resulta en un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización

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

En conclusión, la digitalización acarrea un impacto económico significativo. Cada aumento de diez puntos del índice de digitalización implica un incremento de 0.59% en la tasa del crecimiento del PIB. Asimismo, cada aumento de diez puntos en el índice conlleva 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 nivel de impacto económico de la digitalización superior al resto del mundo. Esto implica que las naciones deben acelerar el desarrollo de digitalización, en particular uso, aplicaciones y contenidos, para maximizar su crecimiento económico.

6. IMPLICACIONES DE POLITICA PÚBLICA

En resumen, existe un volumen importante de evidencia empírica que prueba el impacto económico positivo de la banda ancha. Externalidades positivas significativas en términos de efectos de innovación, productividad y reestructuración empresarial de la banda ancha. Sin embargo, la investigación comienza a demostrar 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 hacer estudios de impacto prospectivo que permitan focalizar los planes y la inversión, al mismo tiempo que coordinar el despliegue en zonas menos desarrolladas con programas de desarrollo económico. Desde el punto de vista de la investigación de impacto, es importante profundizar el estudio de niveles mínimos y niveles de saturación para determinar objetivos claros en los programas de digitalización. Asimismo, es importante continuar estudiando el impacto comparado de redes de nueva generación para no sobre-dimensionar el despliegue respecto a 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 tabla 10)

Tabla 10. América Latina: Brecha De Oferta y Demanda de Banda Ancha (2010)

País	Banda Ancha Fija		Banda Ancha Móvil	
	Brecha de Oferta (cobertura de redes)	Brecha de Demanda(*)	Brecha de Oferta (cobertura de redes)	Brecha de Demanda(*)
Argentina	10%	55%	25%	63.6%
Bolivia	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%

Nota: (*) Calculada como la diferencia entre el porcentaje de población cubierta y la penetración
Fuente: Katz (2012d)

Como es de esperarse, el porcentaje de los hogares que podrían adquirir servicio de banda ancha fija y que no lo hacen es significativo. Si se excluyen aquellos países con cobertura baja (Bolivia y Perú), la brecha de demanda de telefonía fija oscila entre 88% para Ecuador y 38% para Chile. De manera similar al caso de la banda ancha fija, si se exceptúan aquellos países de cobertura baja (Bolivia, y México), la brecha en banda ancha móvil continua siendo significativa, oscilando entre el 92% en Costa Rica y 46.7% en Colombia. Corresponde mencionar, sin embargo que, en el caso de la banda ancha móvil, esta se encuentra en estadios embrionarios de adopción y que, en base a las proyecciones de la tasa de difusión, se puede estimar que la brecha de demanda se reducirá significativamente en los próximos años.

La brecha de demanda está determinada por factores generacionales, educativos y económicos. Todos los estudios realizados en países industrializados y en vías de desarrollo muestran como la adopción de banda ancha y el acceso a Internet son fenómenos asociados a la generaciones jóvenes. En el estudio de Costa Rica, más del 80% del acceso a Internet mediante un computador en el hogar ocurre en personas con edades entre 15 y 24 años, número que desciende considerablemente en los grupos etarios mayores de los 45 años hasta llegar a sólo 20% de la población encuestada mayor de 55 años. Así como la adopción de banda ancha esta ligada a las generaciones más jóvenes, a mayor nivel educativo, mayor es la penetración de

Internet y de computadoras en los hogares. En el estudio de Costa Rica, los hogares que presentan niveles de educación inferior, muestran una adopción sensiblemente menor a la tecnología (inferior al 50% en términos de uso de estos servicios). Por otro lado, 70% de los hogares cuyo jefe de familia posee un nivel educativo superior al de la secundaria completa, tienden a adoptar el uso de computadora y banda ancha en porcentajes superiores al 70%. Siguiendo el argumento de asequibilidad planteado por Galperin (xxx), 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 de que la barrera de asequibilidad es uno de los obstáculos principales a la adopción de banda ancha, es importante resaltar el beneficio de la competencia entre operadores privados como factor conducente a la reducción de precios. En segundo lugar, mas allá de los beneficios de la competencia, el estado debe cumplir ciertos roles fundamentales en términos del fomento de programas de estímulo a la adopción. En particular, programas educativos y de capacitación, el despliegue de servicios de gobierno electrónico que aumenten la proposición de valor del servicio de banda ancha, y finalmente la implantación de programas de subsidio a la adquisición de equipos para el acceso a banda ancha son algunas áreas a enfatizar.

En tercer lugar, uno de los factores más importantes en el estímulo de la adopción está contenido en 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, es importante remarcar que las políticas públicas que promueven la adopción de banda ancha deben contemplar plazos de implantación plurianuales, con la expectativa que algunos de sus resultados últimos no se materializarán en el corto plazo. En este sentido, estas iniciativas deben reflejar una política de Estado que vaya 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, y 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, resulta importante también 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 más intensa del currículum educativo. Los institutos de enseñanza media y, los de alta especialización deberían ser incentivados a dar 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 PYME'S. Entre estas, se debe propugnar la reducción de las contribuciones fiscales ligadas a la compra de equipamiento informático, y la adopción de banda ancha, permitir la depreciación acelerada de los equipos, establecer descuentos o premios a las empresas que usen TIC y banda ancha para sus transacciones con el Estado. Estos estímulos económicos deben ser acompañados de la oferta de seminarios de capacitación para el personal de las PYME'S, el ofrecimiento de servicios de consultoría a los empresarios de PYME's para instalar y obtener el mayor rédito de las TIC.

Finalmente, en términos de la generación de estímulos a la adopción provenientes del estado, es importante desarrollar contenidos en portales relacionados con la extensión cultural, la prevención sanitaria, y la información respecto a servicios públicos, la promoción activa de servicios de gobierno electrónico (pago electrónico de impuestos, la venta de insumos al Estado mediante sistemas de abastecimiento electrónico, y plataformas que faciliten el trabajo a distancia.

BIBLIOGRAFIA

- Fernández-Ardevol, M. y Vazquez Grenno, J. (2011), "Estimación de la Contribucion de la telefonía Móvil al Crecimiento y Reducción de la Pobreza", Fernandez-Ardevol, Galperin, H., Castells, M. *Comunicación Móvil y Desarrollo Económico y Social en América Latina*. Barcelona: Ariel.
- Gruber and Koutroumpis, P. (2011) "Mobile Telecommunications and the impact on Economic Development". *Economic Policy*, Vol. 67, 1-41, July 2011.
- Katz, R. and Suter, S. (2009). *Estimating the economic impact of the broadband stimulus plan*. Columbia Institute for Tele-Information Working Paper.
- Katz, R., Vaterlaus, S., Zenhäusern, P. & Suter, S. (2010a). The Impact of Broadband on Jobs and the German Economy, *Intereconomics*, 45 (1), 26-34.
- Katz, R. (2010b). The contribution of broadband to economic development, Jordan, V., Galperin, H., Peres, W. *Fast-Tracking the digital revolution: Broadband for Latin America and the Caribbean*, Santiago, Chile: UN Economic Commission for Latin America.
- Katz, R. Katz, R.L., Avila, J. and Meille, G. (2010c). *Economic impact of wireless broadband in Rural America*. Washington, DC: Rural Cellular Association.

- Katz, R. (2011b). *Evaluación del Impacto Económico y Social de una Modificación del Marco Tributario de las Computadoras Personales en Perú*. Telecom Advisory Services, LLC, Stanfordville, NY.
- Katz, R. (2011c). "Impacto económico de la Estrategia Nacional de Banda Ancha", Gobierno de Costa Rica. Rectoría de telecomunicaciones. *Estrategia Nacional de Banda Ancha*, San Jose, Costa Rica.
- Katz, R. and Callorda, F. (2011d). *Medición de Impacto del Plan Vive Digital en Colombia y de la Masificación de Internet en la Estrategia de Gobierno en Línea*. Cintel: Bogota, Colombia, Diciembre 2.
- Katz, R. (2012a). *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, Geneva, Switzerland.
- Katz, R. and Koutroumpis, P. (2012b). The economic impact of Telecommunications in Senegal. *Communications and Strategies* (in publication).
- Katz, R. and Koutroumpis, P. (2012c). *The economic impact of broadband: case studies of the Philippines and Panama*. International Telecommunication Union, Geneva: Switzerland.
- Katz, R. (2012d). *Brecha de la demanda de banda ancha: variables determinantes y políticas públicas*, Jordan, V., Galperin, H., Peres, W., Santiago, Chile: UN Economic Commission for Latin America (forthcoming).
- Katz, R. et al. (2012e). *Maximizing the impact of digitization*, World Economic Forum. GITR, April 2012.
- Katz, R. and Koutroumpis (2012f). *Measuring socio-economic digitization: a paradigm shift*. Unpublished manuscript.
- Koutroumpis, P. (2009). "The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach". *Telecommunications Policy*, 33, 471-485.
- Roller, L-H. and Waverman, L. (2001). "Telecommunications Infrastructure and Economic development: A simultaneous approach", *American Economic Review*, 91(4), pp. 909-23.