



> IMPACTO DEL DESPLIEGUE DE LA BANDA ANCHA EN EL ECUADOR.

Raúl Katz

Universidad de Columbia (EE.UU.)

raul.katz@teleadvs.com

Fernando Callorda

Universidad de San Andrés (Argentina)

f.callorda@teleadvs.com

> Este trabajo se llevó a cabo con la ayuda de **fondos asignados al IEP** por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo y de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional, Ottawa, Canadá.

Raúl Katz y Fernando Callorda

Impacto del despliegue de la banda ancha en el Ecuador

Lima: Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información, 2013.

CONTENIDOS

1.	Introducción	8
2.	La banda ancha en el Ecuador.....	10
3.	Efectos económicos agregados de la banda ancha en el Ecuador	14
3.1	Contribución al crecimiento económico.....	14
3.2	Impacto de la banda ancha en el mercado laboral	16
4.	Contribución de la banda ancha a la reducción de la pobreza en el Ecuador sobre la base de microdatos	19
4.1	Metodología.....	19
4.1.1	Datos	20
4.1.2	Estrategia de identificación	21
4.1.3	Variables del modelo econométrico.....	24
4.1.4	Test de diferencia de medias en línea de base	25
5.	Resultados	29
5.1	Modelo econométrico	29
5.2	Canales.....	31
5.3	Test de robustez de resultados	32
5.4	Impacto en el ingreso controlado por género	34
6.	Conclusiones.....	37
7.	Bibliografía	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ecuador: penetración de la banda ancha fija por cantones para diciembre del 2011.....	12
Tabla 2. Ecuador: cobertura en el nivel parroquial (diciembre del 2011).....	12
Tabla 3. Ecuador: modelo del impacto de la banda ancha en el crecimiento del producto interno bruto.....	14
Tabla 4. Ecuador: resultados del modelo del impacto de la banda ancha en el crecimiento del producto interno bruto	16
Tabla 5. Ecuador: modelo del impacto de la banda ancha en el mercado laboral	17
Tabla 6. Ecuador: resultados del modelo del impacto de la banda ancha en el mercado laboral.....	18
Tabla 7. Penetración de la banda ancha en el nivel provincial en el Ecuador.....	19
Tabla 8. Penetración de la banda ancha en el nivel cantonal antes y después del tratamiento Grupo de control	22
Tabla 9. Penetración de la banda ancha en el nivel cantonal. Grupo de tratamiento	23
Tabla 10. Variables utilizadas en la investigación	25
Tabla 11. Test de diferencia de medias en la línea de base. Muestra completa.....	26
Tabla 12. Test de diferencia de medias en la línea de base. Individuos que usaron computadora en los últimos 12 meses.....	27
Tabla 13. Test de diferencia de medias en la línea de base. Individuos que usaron Internet en los últimos 12 meses	28

Tabla 14. Estimación del impacto de la banda ancha en el ingreso laboral en el nivel individual en el Ecuador, 2009-2011	30
Tabla 15. Estimación del impacto de la banda ancha en el ingreso laboral en el nivel individual en el Ecuador, 2009-2011 (con cambio de umbrales) ^a	33
Tabla 16. Estimación del impacto de la banda ancha en el ingreso laboral de los hombres en el nivel individual en el Ecuador, 2009-2011	34
Tabla 17. Estimación del impacto de la banda ancha en el ingreso laboral en el nivel individual en el Ecuador, 2009-2011. Interacción del tratamiento con el género.....	35
Tabla 18. Impacto económico de la banda ancha en el Ecuador.....	37

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Análisis de la contribución económica de la banda ancha	8
Ilustración 2. América Latina: penetración comparada de la banda ancha fija (2011)	10
Ilustración 3. América Latina: penetración comparada de la banda ancha fija y móvil por habitantes (cuarto trimestre del 2011: banda ancha fija y tercer trimestre del 2012: banda ancha móvil)	11
Ilustración 4. Ecuador: adopción de la banda ancha fija por habitantes en el nivel provincial para el cuarto trimestre del 2012 (%).....	11

ABSTRACT

El objetivo del presente trabajo es estimar el impacto económico resultante del despliegue del servicio de banda ancha en el Ecuador. En primer lugar, y con un propósito descriptivo para formalizar el marco teórico, el estudio presenta modelos basados en información macroeconómica agregada, en los que se estima la contribución de la banda ancha al crecimiento del PIB, y la creación de empleo en el citado país. Ambos modelos confirman direccionalmente una contribución socioeconómica positiva de la banda ancha. De acuerdo a un modelo estructural, la banda ancha fija contribuyó significativamente al crecimiento del PIB ecuatoriano entre el 2008 y el 2012. La contribución anual promedio al crecimiento del PIB se estimó en 0,052% por cada 1 % de aumento en la penetración. Adicionalmente, se construyó un modelo basado en microdatos que estudia cuál es el impacto del despliegue del servicio de banda ancha en el ingreso de los individuos. El modelo muestra que el despliegue del servicio de banda ancha aumenta el ingreso laboral individual medio en 3,67% anual, lo cual confirma la contribución de la banda ancha a la reducción de la pobreza.

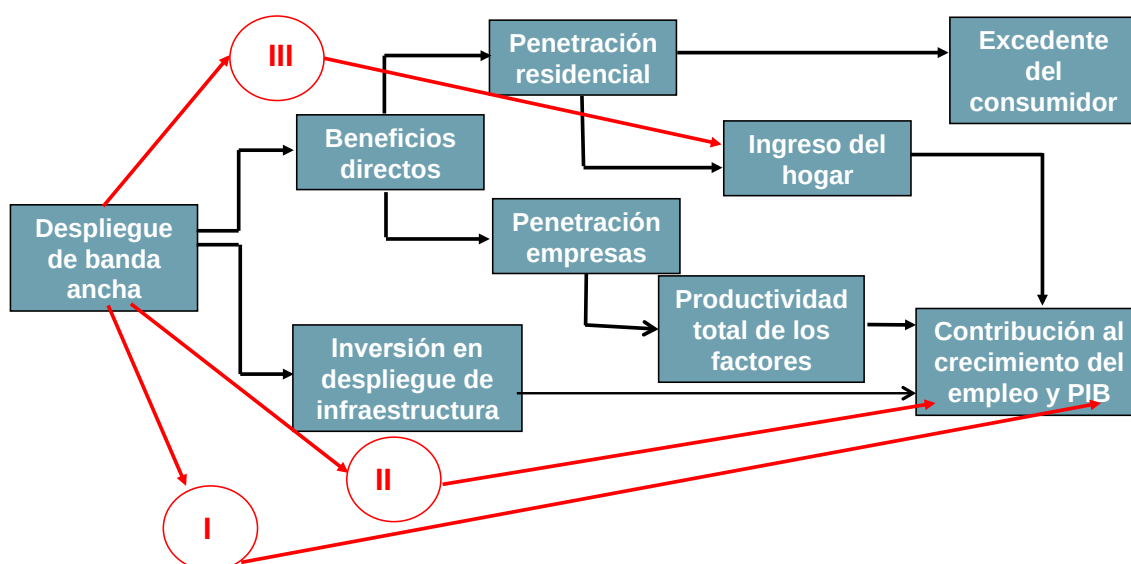
1. INTRODUCCIÓN

Hasta la fecha, la investigación de la contribución económica de la banda ancha se ha desarrollado desde tres perspectivas:

- I. ¿Cuál es la relación de causalidad entre el aumento de la penetración de banda ancha y el producto interno bruto (PIB)?
- II. ¿Cuál es el impacto del crecimiento de la penetración de banda ancha en la creación de empleo?
- III. ¿Cuál es la relación entre el despliegue de banda ancha y el crecimiento del ingreso medio del hogar?

Estas tres relaciones,¹ en términos de la cadena de causalidad, se representan a continuación (ilustración 1):

Ilustración 1. Análisis de la contribución económica de la banda ancha



Hasta el momento, la disponibilidad de información ha determinado que la mayoría de los análisis de impacto económico se hayan hecho de manera agregada sobre la base de datos macroeconómicos. Investigaciones como las de Crandall et al. (2007), Thompson y Garbacz (2008), Czernich et al. (2009) y Qiang y Rossotto (2009) se basan en muestras de países con datos agregados a nivel nacional o provincial. La limitación fundamental de estos esfuerzos ha sido cómo controlar efectos posibles de causalidad revertida, que han sido parcialmente solucionados

¹ Adicionalmente, se deben considerar los estudios realizados por Shane Greenstein, de Northwestern University, enfocados en la estimación del excedente del consumidor (Greenstein y McDevitt 2009, 2011).

con modelos de estructura múltiple (Koutroumpis 2009; Katz y Koutroumpis 2013).

En los últimos años, con la realización de encuestas de hogares con módulo TIC, se han iniciado las investigaciones que estiman el impacto de la banda ancha sobre la base de microdatos. Por ejemplo, utilizando datos de hogares del Perú entre el 2007 y el 2009, De Los Ríos (2010) encuentra que quienes adoptaron Internet en el período analizado experimentaron un crecimiento más importante en sus ingresos que los hogares que no lo hicieron. Por otro lado, Atasoy (2012) analiza el impacto de la expansión del acceso a la banda ancha en Estados Unidos entre 1999 y el 2007 en el mercado laboral. Este estudio encuentra que el ganar acceso al servicio de banda ancha genera un impacto positivo en la tasa de empleo.

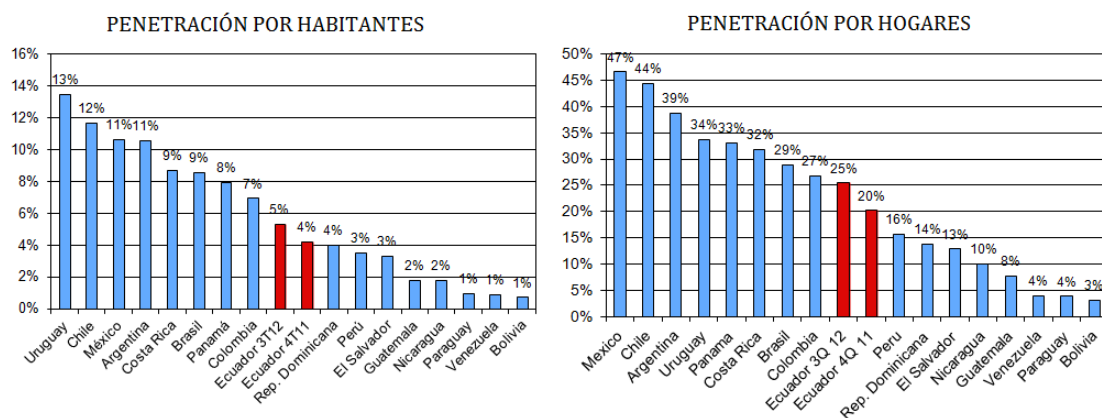
El siguiente estudio presenta resultados de investigación sobre los efectos económicos de la banda ancha en el Ecuador obtenidos tanto a partir de datos macroeconómicos agregados como en función de microdatos, con el objetivo de validar los resultados iniciales. El estudio basado en variables macroeconómicas utiliza información del Banco Central y el Instituto de Estadística y Censo del Ecuador (INEC). El estudio basado en microdatos parte de información individual recogida entre el año 2009 y el 2011 proveniente de la Encuesta Nacional de Hogares realizada por el INEC.

El trabajo se encuentra organizado del siguiente modo. En la segunda sección se examina el estado de la adopción de la banda ancha en el Ecuador, examen que pone de manifiesto la dualidad geográfica existente a nivel cantonal y la unidad administrativa parroquial. En la tercera sección se presentan los resultados de los modelos basados en información macroeconómica, lo que permite, a partir de análisis descriptivos iniciales, orientar el estudio de los efectos basados en microdatos. Posteriormente, en la cuarta sección, se presentan los datos utilizados en la investigación, la estrategia de identificación y la definición del grupo de tratamiento y del grupo de control. Finalmente, en la quinta sección, se analizan los resultados del modelo de microdatos, para luego exponer las conclusiones de la investigación.

2. LA BANDA ANCHA EN EL ECUADOR

El Ecuador tiene una penetración media de banda ancha fija en comparación con otros países latinoamericanos (ilustración 2).

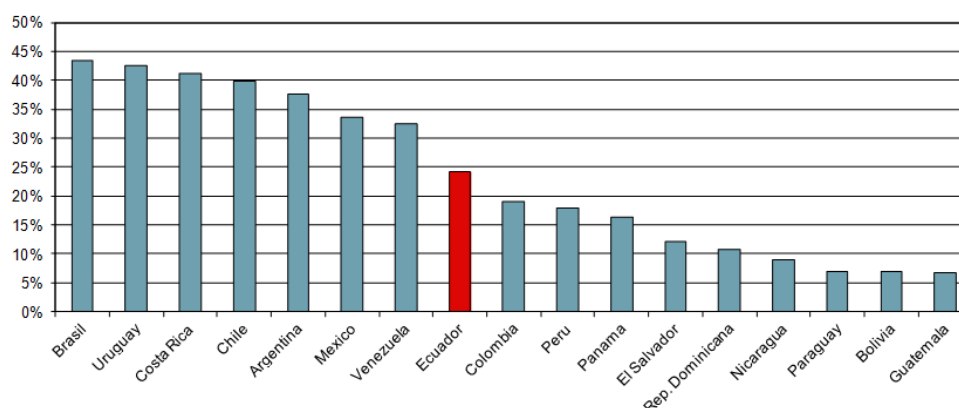
Ilustración 2. América Latina: penetración comparada de la banda ancha fija (2011)



Fuentes: UIT y SENATEL. Análisis y elaboración propios.

A finales del 2012, el Ecuador avanzó de 4,22% a 5,45% de población conectada y de 20,23% a 26,76% de hogares conectados, aunque todavía está distanciado del Uruguay, el país líder en la región, con 13,47% y 33,74% de hogares conectados a finales del 2011. Al sumar los abonados móviles a los fijos, el Ecuador mejora marginalmente su posición relativa de penetración de banda ancha en la región (ilustración 3).

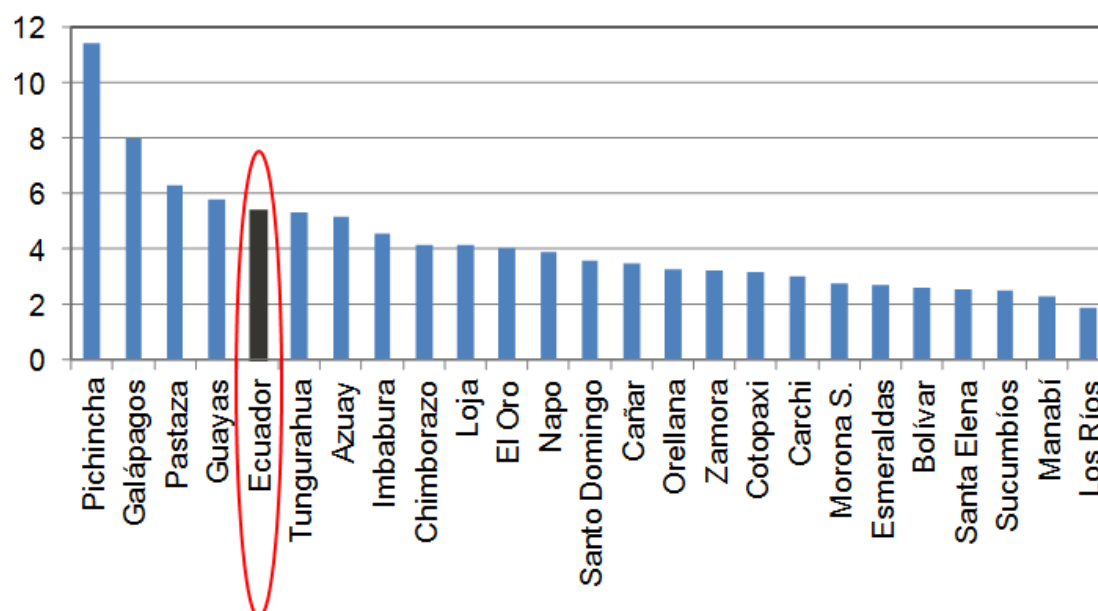
Ilustración 3. América Latina: penetración comparada de la banda ancha fija y móvil por habitantes (cuarto trimestre del 2011: banda ancha fija y tercer trimestre del 2012: banda ancha móvil)



Fuentes: UIT, Wireless Intelligence y SENATEL. Análisis y elaboración propios.

Más allá del avance a nivel nacional, la penetración desagregada continúa dejando en evidencia una dualidad geográfica acentuada: solo cuatro provincias muestran una adopción que supera el promedio nacional (ilustración 4).

Ilustración 4. Ecuador: adopción de la banda ancha fija por habitantes en el nivel provincial para el cuarto trimestre del 2012 (%)



Fuente: SENATEL. Análisis y elaboración propios.

En la ilustración 4 se observa que solo las provincias de Pichincha, con 11,4 %; Galápagos, con 7,9 %; Pastaza, con 6,2 %; y Guayas, con 5,7 %, superan el promedio nacional.

En realidad, la dualidad geográfica va más allá del nivel provincial. Cuatro cantones, la unidad administrativa inferior a la provincia, muestran una penetración por individuos superior al 6%, pero solo dos de ellos tienen más de 10000 habitantes: Quito y Guayaquil (tabla 1).

Tabla 1. Ecuador: penetración de la banda ancha fija por cantones para diciembre del 2011

Penetración de banda ancha fija por individuos	Número de cantones
> 10 %	1 (Quito en Pichincha)
Entre 6 % y 10 %	3 (Isabela* y San Cristóbal* en Galápagos; Guayaquil en Guayas)
Entre 5 % y 6 %	7
Entre 4 % y 5 %	6
Entre 3 % y 4 %	17
Entre 2 % y 3 %	23
Entre 1 % y 2 %	60
Menor de 1 %	104

Fuente: SENATEL. Análisis y elaboración propios.

* Cantones con menos de 10000 habitantes.

La primera variable explicativa de la brecha de banda ancha se sitúa a nivel geográfico. En efecto, 20% de la población ecuatoriana reside en parroquias sin oferta de banda ancha fija comercial (tabla 2).

Tabla 2. Ecuador: cobertura en el nivel parroquial (diciembre del 2011)

Indicador	Urbanas	Rurales	Total
Parroquias con penetración mayor de 1 % (número)	144	2	146
Parroquias con penetración menor de 1 % (número)	68	63	131
Parroquias sin conexiones (número)	9	735	744
TOTAL (número)	221	800	1021
Parroquias con penetración mayor de 1 % (% población)	64,88 %	0,03 %	64,91 %
Parroquias con penetración menor de 1 % (% población)	9,17 %	5,86 %	15,03 %
Parroquias sin conexiones (% población)	0,24 %	19,82 %	20,06 %
TOTAL (% población)	74,29 %	25,71 %	100 %

Fuente: SENATEL. Análisis y elaboración propios

Como se observa en la tabla 2, la mayor parte de las parroquias sin oferta comercial fija se sitúan en zonas rurales (735). Este análisis de oferta de servicio debe considerar si la banda ancha móvil puede resolver en parte la falta de cobertura de servicio comercial fijo. La cobertura de redes 3G se ha ido incrementando consistentemente, no solo en las zonas urbanas sino también en las rurales. Considerando que para el 2012, 53 % de la población rural estaba cubierta por servicio móvil, se puede concluir que una proporción de las parroquias rurales sin oferta comercial de banda ancha fija pueden recibir servicio de banda ancha móvil. Agregando la

cobertura de banda ancha móvil a la de banda ancha fija, 10,89 % de la población que reside en 588 parroquias sigue sin estar cubierta por ninguna oferta comercial, tanto fija como móvil. Finalmente, de las 588 parroquias sin oferta comercial fija o móvil, 247 disponen de conectividad desde Infocentros² y 429 desde escuelas, lo que deja 119 parroquias sin ninguna conectividad (lo que representa 2,13% de la población).

Más allá de la falta de cobertura, gran parte de la brecha de demanda —es decir, población cubierta que no adquiere servicio— se explica por variables generacionales, educativas y, principalmente, económicas. En efecto, en hogares cuyo jefe es mayor de 55 años, la adopción de banda ancha disminuye de 22 % a 12 %. De manera similar, en hogares cuyo jefe posee un nivel de educación primaria o menor, la penetración de banda ancha es de 10 %, mientras que en el caso de la educación secundaria, esta aumenta a 21 %. Finalmente, en hogares con ingresos ubicados en el decil VI o superior, la adopción de banda ancha excede el 12 % (y llega a 52 % en hogares del decil X), mientras que en hogares con ingresos correspondientes al decil V o inferior, la adopción disminuye al 7 % o menos.

² Los Infocentros son espacios comunitarios de participación en los que el Estado garantiza el acceso a las tecnologías de la información y comunicación. En ellos se puede acceder de modo gratuito a Internet; también son un espacio en los que se capacita sobre el uso de las nuevas tecnologías.

3. EFECTOS ECONÓMICOS AGREGADOS DE LA BANDA ANCHA EN EL ECUADOR

Para estimar inicialmente el impacto económico de la banda ancha en el Ecuador y permitir la elaboración de un marco teórico, los autores construyeron primero dos modelos basados en información macroeconómica agregada en el nivel cantonal: contribución al crecimiento económico e impacto en el mercado laboral.

3.1 Contribución al crecimiento económico

Para estimar la contribución de la banda ancha al crecimiento del producto interno bruto del Ecuador, se construyó un modelo de estructura múltiple, desarrollado inicialmente por Roller y Waverman (2001) para la telefonía fija y posteriormente adaptado por Koutroumpis (2009) para la 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 producto. Las tres últimas modelan el mercado de banda ancha, controlando por causalidad inversa (tabla 3):

Tabla 3. Ecuador: modelo del impacto de la banda ancha en el crecimiento del producto interno bruto

Función	Ecuación
Función agregada de producción	$\Delta PIB_{it} = \alpha_1 \Delta Capital\ F\acute{isico}_{it} + \alpha_2 \Delta Fuerza\ de\ Trabajo_{it} + \alpha_3 \Delta Precio\ Petr\acute{o}leo_{it} + \alpha_4 \Delta Penetraci\acute{o}n\ Banda\ Ancha_{it} + \epsilon_{it} + Efecto\ Fijo\ por\ a\tilde{n}o_t$
Función de demanda	$\Delta Penetraci\acute{o}n\ Banda\ Ancha_{it} = \alpha_1 \Delta Precio\ Banda\ Ancha_{it} + \alpha_2 \Delta Ingreso\ Hogares_{it} + \epsilon_{it} + Efecto\ Fijo\ por\ a\tilde{n}o_t$
Función de oferta	$\Delta Ingreso\ Empresas\ Banda\ Ancha_{it} = \alpha_1 \Delta Ingreso\ Hogares_{it} + \alpha_2 \Delta Poblaci\acute{o}n\ urbana_{it} + \epsilon_{it} + Efecto\ Fijo\ por\ a\tilde{n}o_t$
Función de producto (output)	$\Delta Penetraci\acute{o}n\ Banda\ Ancha_{it} = \alpha_1 \Delta Ingreso\ empresas\ Banda\ Ancha_{it} + \epsilon_{it} + Efecto\ Fijo\ por\ a\tilde{n}o_t$

En la función de producción agregada, el PIB está vinculado a la formación bruta del capital fijo, la mano de obra calificada (medida como porcentaje de la población económicamente activa con nivel de estudio secundario o superior) y la infraestructura de banda ancha fija, aproximada por su penetración (medida como porcentaje de la población con conexión a Internet con velocidad de descarga de 256 Kbps o superior). Dada la importancia del petróleo para el Ecuador, se incluyó en esta ecuación su precio como variable explicativa del crecimiento del PIB (precio del barril de petróleo en el último día hábil de cada trimestre).

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—, el precio de la conexión de banda ancha de 1 Mbps de descarga y el consumo promedio de las personas reportado en las cuentas nacionales por el Banco Central del Ecuador.³

La función de oferta vincula los ingresos agregados de ventas de banda ancha con el nivel del consumo promedio de los hogares (dato proveniente de las cuentas nacionales) y la tasa 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 producto vincula el cambio anual en la penetración de banda ancha fija con los ingresos por ventas de la banda ancha; ese cambio se usa como indicador de la inversión anual de capital en banda ancha.⁴

De acuerdo con estos modelos, la banda ancha fija contribuyó de manera significativa al crecimiento del PIB ecuatoriano entre los años 2008 y 2012. La contribución anual promedio al crecimiento del PIB se estimó en 0,052% por cada 1 % de aumento en la penetración (tabla 4).

³ Como el PBI per cápita no es un indicador perfecto de la riqueza familiar (el PIB sufre variaciones debido al cambio del precio del petróleo), se utiliza este indicador en lugar del PBI per cápita.

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

Tabla 4. Ecuador: resultados del modelo del impacto de la banda ancha en el crecimiento del producto interno bruto

Función	Variables	Coefficientes
Crecimiento del Producto Bruto ($\ln \text{PIB}_{it}$)	Fuerza de trabajo ($\ln L_{it}$)	0,300
	<i>Stock</i> de capital fijo ($\ln K_{it}$)	1,106
	Penetración de banda ancha ($\ln \text{BB_Pen}_{it}$)	0,052**
	Precio del petróleo ($\ln \text{Petróleo}_t$)	0,093 ***
	Constante	5,189
Demanda ($\ln \text{BB_Pen}_{it}$)	Precio de banda ancha fija ($\ln \text{BB_Pr}_{it}$)	-0,347*
	Consumo promedio del hogar ($\ln \text{Cons}_{it}$)	6,555***
	Constante	-1,127
Oferta ($\ln \text{BB_Ingresos}_{it}$)	Consumo promedio del hogar ($\ln \text{Cons}_{it}$)	1,871
	Urbanización (Urb_{it})	1,209***
	Constante	-1,127***
Producto ($\ln \text{BB_Pen}_{it}$)	Ingresos de la banda ancha ($\ln \text{BB_Rev}_{it}$)	0,889***
	Constante	-18,143***
Efectos año		Sí
Observaciones		17 (2T2008 – 2T2011)
R ²	Crecimiento	99,75%
	Demanda	98,75%
	Oferta	99,60%
	Output	99,89 %

*** Significatividad estadística al 10%; ** significatividad estadística al 5%; * significatividad estadística al 1%.

El modelo de estructura múltiple permite extraer otras conclusiones. Adicionalmente a la contribución del capital, un aumento de 1 % en la mano de obra calificada incrementa el PIB en 0,30 %. Finalmente, el modelo muestra la importancia relativa de la tarifa de la suscripción de banda ancha: una reducción de precios de banda ancha del 10 % aumentaría la penetración más del 3,4 %.

3.2 Impacto de la banda ancha en el mercado laboral

Para medir la contribución de la banda ancha en el mercado laboral, se han construido dos modelos de impacto en ocupación y desempleo. El primero estima los empleos creados como consecuencia del aumento en la penetración de banda ancha, mientras que el segundo estima la reducción en la tasa de desocupación. El primer modelo se enfoca en los puestos de trabajo que pueden ser llenados tanto por los individuos que ingresan al mercado laboral (estudiantes graduados), empleados subocupados (con empleos a tiempo parcial) y desocupados (tabla 5).

Tabla 5. Ecuador: modelo del impacto de la banda ancha en el mercado laboral

Función	Ecuación
Variación en la tasa de ocupación (empleos creados)	$\Delta Tasa\ de\ Ocupación_{it}$ $= \alpha_1 \Delta Penetración\ de\ Banda\ Ancha_{it} + \epsilon_{it}$ $+ Efecto\ Fijo\ por\ año_t$ $+ Efecto\ Fijo\ por\ Cantón_i$
Variación en la tasa de desempleo (desocupación)	$\Delta Tasa\ de\ Desempleo_{it}$ $= \alpha_1 \Delta Penetración\ de\ Banda\ Ancha_{it} + \epsilon_{it}$ $+ Efecto\ Fijo\ por\ año_t$ $+ Efecto\ Fijo\ por\ Cantón_i$

Ambos modelos están basados en un panel de datos trimestrales del nivel cantonal desde el cuarto trimestre del 2008 hasta el cuarto trimestre del 2011, lo que ayuda a controlar por los efectos fijos. Los datos están agrupados en cuatro categorías regionales: Quito, Guayaquil, Cuenca y otros. En el caso del modelo que estima el impacto en la tasa de ocupación, se utilizó el número de personas ocupadas y el porcentaje de la población con conexión a Internet con velocidad de descarga de 256 Kbps o superior. En el caso del modelo que estima el impacto en la desocupación, se utilizó la misma información, pero incluyendo el número de personas desocupadas.

De acuerdo con estos modelos, la banda ancha en el Ecuador ha contribuido a disminuir el desempleo, pero sobre todo a crear puestos de trabajo (tabla 6).

Tabla 6. Ecuador: resultados del modelo del impacto de la banda ancha en el mercado laboral

Función	Variables	Coeficientes
Variación en tasa de desempleo (Desempleo _{it})	Penetración de banda ancha (In_Penetración B.A. _{it})	- 0,105 *
	Constante	0,758 ***
Variación en tasa de ocupación (Ocupación _{it})	Penetración de banda ancha (In_Penetración B.A. _{it})	0,056 ***
	Constante	2,559 ***
Efectos año		Sí (2008-2011)
Efecto por cantón		Sí (Quito, Guayaquil, Cuenca y otros)
Observaciones		47
R ²	Tasa de desempleo	92,41 %
	Tasa de ocupación	98,46 %

*** Significatividad estadística al 10%; ** significatividad estadística al 5%; * significatividad estadística al 1%.

De acuerdo con los resultados del modelo, en el Ecuador, un aumento de 1 % en la penetración de la banda ancha incrementa en 0,056 puntos la tasa de ocupación y disminuye en 0,105% el desempleo. Ambos coeficientes tienen el signo adecuado (positivo en ocupación y negativo en desempleo) y son estadísticamente significativos.

Sobre la base de estos modelos, el aumento en la penetración de la banda ancha de 4,19 % a 5,21 % en el 2012 generó más de 85000 empleos, de los cuales 6960 provinieron de la mano de obra desocupada, mientras que 79394 se originaron en mano de obra inactiva y subempleados. Este número incluye tres categorías de empleo: mano de obra directa empleada en el despliegue de banda ancha (por ejemplo, obreros de la construcción, empleados y técnicos de telecomunicaciones), empleos de los sectores que proveen bienes y servicios al sector de telecomunicaciones para que estos desplieguen accesos de banda ancha (por ejemplo, metalurgia, productos eléctricos, y servicios profesionales) y empleos generados como resultado del aumento del producto, innovación y creación de nuevos negocios.

Corresponde mencionar, sin embargo, que este modelo no logra tener en cuenta la posibilidad de causalidad revertida, es decir, que el aumento del empleo genere un incremento de la demanda de banda ancha. Por ello, resulta necesario orientar el análisis hacia la construcción de un modelo basado en microdatos que logre capturar los efectos mencionados.

4. CONTRIBUCIÓN DE LA BANDA ANCHA A LA REDUCCIÓN DE LA POBREZA EN EL ECUADOR SOBRE LA BASE DE MICRODATOS

4.1 Metodología

Para estimar el impacto de la banda ancha a partir de microdatos, se calculará el impacto del despliegue de la banda ancha en el nivel cantonal en el ingreso laboral de sus habitantes. El caso del Ecuador es apropiado para realizar este análisis, dado que a fines del 2009 el país contaba con una oferta residencial restringida del servicio. Como se explica en la sección 1, entre el 2009 y el 2011, el principal operador del mercado de banda ancha fija, Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), expandió considerablemente la cobertura. Esto permitió que nuevos cantones recibieran la posibilidad de acceder al servicio de banda ancha fija. Esta situación generó un importante aumento de la penetración de la banda ancha en el nivel provincial en el país (véase la tabla 7, en la que se diferencia el punto de partida de la penetración del 2009, y el punto terminal, 2011).

Tabla 7. Penetración de la banda ancha en el nivel provincial en el Ecuador

Provincia	Penetración banda ancha en línea de base	Penetración banda ancha en línea meta	Provincia	Penetración banda ancha en línea de base	Penetración banda ancha en línea meta
Azuay	1,11 %	2,29 %	Los Ríos	0,21 %	1,25 %
Bolívar	0,42 %	1,81 %	Manabí	0,38 %	1,66 %
Cañar	0,28 %	2,58 %	Morona S.	0,19 %	2,18 %
Carchi	0,62 %	2,15 %	Napo	0,81 %	2,98 %
Chimborazo	0,99 %	3,04 %	Orellana	0,23 %	1,93 %
Cotopaxi	0,48 %	1,97 %	Pastaza	0,97 %	5,08 %
El Oro	0,41 %	2,94 %	Pichincha	4,97 %	9,27 %
Esmeraldas	0,37 %	1,56 %	Santa Elena	0,27 %	1,91 %
Galápagos	2,55 %	5,29 %	Santo Domingo	0,20 %	3,37 %
Guayas	2,95 %	4,81 %	Sucumbíos	0,67 %	1,72 %
Imbabura	0,71 %	2,84 %	Tungurahua	0,21 %	4,01 %
Loja	0,39 %	3,10 %	Zamora	0,27 %	2,30 %
			<i>TOTAL</i>	<i>1,05 %</i>	<i>4,19 %</i>

Fuente: SENATEL. Análisis y elaboración propios.

Sobre la base de estadísticas desagregadas, se construye una variable que indica cuáles son los cantones que no tenían acceso a banda ancha en el 2009 por falta de cobertura, y que pasaron a tenerla por una ampliación de la red del operador público de telecomunicaciones (que ocurrió principalmente entre fines del 2010 y comienzos del 2011). De esta manera, se obtiene un grupo de tratamiento, aquellos individuos que viven en cantones donde se introdujo la banda ancha en el período analizado, y un grupo de control, formado por los individuos que viven en cantones donde la banda ancha ya tenía oferta residencial para el cuarto trimestre del 2009.

A partir de la estrategia de identificación indicada, y como el grupo de tratamiento y el grupo de control son estadísticamente iguales en la línea de base de las variables observadas, se procede a construir un modelo de regresión que estima el impacto del tratamiento en el nivel del ingreso individual. En este se incluyen controles por las variables en el nivel individual que, de acuerdo con la literatura, pueden afectar el ingreso laboral (edad, género, situación laboral medida por empleado/subempleado y cobertura de salud recibida, nivel de educación formal y rol dentro del grupo familiar).

En la presente sección se presenta en detalle la metodología de la investigación que hará uso del importante aumento en la penetración y la cobertura del servicio de banda ancha entre la línea de base (diciembre del 2009) y la línea meta (diciembre del 2011).

4.1.1 Datos

El Instituto Nacional de Estadística y Censo del Ecuador (INEC) realiza trimestralmente la Encuesta Nacional de Hogares, que releva información sobre la situación laboral y el nivel de ingresos de los hogares ecuatorianos. Así también, en el relevamiento del cuarto trimestre, se agrega el módulo TIC, donde, desde el año 2008, se reporta información sobre uso de computadora y de Internet.

En la presente investigación se utilizaron los datos provenientes de las encuestas entre diciembre del 2009 y 2011, que incluyen más de 230000 encuestas individuales de más de 58000 hogares. Esto implica que para cada relevamiento se dispone de un promedio de 75000 encuestas individuales de 20000 hogares, tanto urbanos como rurales.

Sin embargo, como se menciona en la sección 2, la situación de la banda ancha en medios rurales en el Ecuador muestra que la oferta del servicio para el año 2012 sigue siendo restringida (para el año 2011 ningún cantón rural superaba el 1% de penetración). Por lo tanto, en la investigación se

procede a utilizar únicamente la información proveniente de los hogares e individuos de áreas urbanas. Esta situación restringe la muestra a un total de 128000 observaciones individuales de 33000 hogares.

4.1.2 Estrategia de identificación

Una vez establecida la base de microdatos por analizar, es necesario identificar el grupo de tratamiento (es decir, los cantones afectados por la introducción de banda ancha en el período estudiado) y el grupo de control (los cantones que ya accedían a banda ancha al comienzo del período estudiado). Como se mencionó anteriormente, para ello se utiliza el hecho de que un grupo de cantones que no tenían acceso a Internet de banda ancha en el 2009, por falta de cobertura, pasaron a tenerla por una ampliación de la red del operador público, que se dio principalmente entre fines del 2010 y comienzos del 2011. Este aumento en el despliegue de banda ancha estuvo determinado por políticas orientadas a incentivar al operador público, CNT, a priorizar la expansión de la red en áreas no cubiertas.

En diciembre del 2009, solo 10 cantones contaban con una penetración de banda ancha que superaba 0,25 conexiones por cada 100 individuos. Si bien estos cantones aumentaron su penetración de banda ancha al final del período estudiado, como puede verse en el cuadro 10, es importante considerar que ya contaban con la oferta del servicio desde el 2009.

De este modo, se divide la base de microdatos en un grupo de tratamiento, aquellos individuos que viven en cantones donde se introdujo la banda ancha en el período analizado, y un grupo de control, individuos que viven en cantones donde la banda ancha ya tenía oferta residencial en el cuarto trimestre del 2009. La tabla 8 resume los cantones que conforman el grupo de control.

Tabla 8. Penetración de la banda ancha en el nivel cantonal antes y después del tratamiento Grupo de control

Cantón	Provincia	Penetración banda ancha en línea de base	Penetración banda ancha en línea meta	Población
Tena	Napo	0,27 %	3,31 %	60880
Riobamba	Chimborazo	0,28 %	5,29 %	225741
Portoviejo	Manabí	0,29 %	3,14 %	280029
Pastaza	Pastaza	0,30 %	5,64 %	62016
Tulcán	Carchi	0,51 %	3,14 %	86498
Manta	Manabí	0,54 %	3,04 %	226477
Rumiñahui	Pichincha	0,99 %	5,60 %	85852
Cuenca	Azuay	1,50 %	2,78 %	505585
Guayaquil	Guayas	2,83 %	6,77 %	2350915
Quito	Pichincha	3,06 %	10,22 %	2239191

Fuente: SENATEL. Análisis y elaboración propios.

El resto de los cantones no contaban en el 2009 con oferta residencial del servicio. En algunos, tan solo el sector empresarial podía acceder a Internet a través de conexiones de los oferentes de fibra óptica. Sin embargo, entre el 2009 y el 2011, el operador público y sus revendedores lanzaron la oferta de servicio residencial en estos cantones, y lograron, en diciembre del 2011, llegar a niveles de penetración superiores a las 2,5 conexiones por cada 100 habitantes. Los habitantes de estos cantones conforman el grupo de tratamiento. En la siguiente tabla se presentan los cantones de este grupo y su evolución en cuanto a abonados de banda ancha.

Tabla 9. Penetración de la banda ancha en el nivel cantonal. Grupo de tratamiento

Cantón	Provincia	Penetración línea de base	Penetración línea meta	Población
Chunchi	Chimborazo	0,00 %	3,06 %	12686
Portovelo	El Oro	0,00 %	2,55 %	12200
Pimampiro	Imbabura	0,00 %	2,62 %	12970
Catamayo	Loja	0,00 %	3,48 %	30638
Macará	Loja	0,00 %	3,59 %	19018
Gualaquiza	Morona S.	0,00 %	3,46 %	17162
Sucúa	Morona S.	0,00 %	2,95 %	18318
Mera	Pastaza	0,00 %	5,67 %	11861
La Troncal	Cañar	0,02 %	2,18 %	54389
Pasaje	El Oro	0,03 %	2,98 %	72806
San Miguel	Bolívar	0,05 %	2,35 %	27244
Zamora	Zamora	0,05 %	5,56 %	25510
Loja	Loja	0,06 %	4,82 %	214855
Morona	Morona S.	0,06 %	3,77 %	41155
Azogues	Cañar	0,07 %	5,06 %	70064
Atacames	Esmeraldas	0,07 %	2,15 %	41526
Quevedo	Los Ríos	0,07 %	2,46 %	173575
Guaranda	Bolívar	0,10 %	2,04 %	91877
Caluma	Bolívar	0,10 %	2,35 %	13129
Playas	Guayas	0,10 %	4,73 %	41935
Ambato	Tungurahua	0,11 %	5,37 %	329856
Antonio Ante	Imbabura	0,12 %	2,53 %	43518
Machala	El Oro	0,16 %	4,29 %	245972
Durán	Guayas	0,16 %	2,66 %	235769
Esmeraldas	Esmeraldas	0,18 %	2,54 %	189504
Ibarra	Imbabura	0,20 %	4,33 %	181175
Lago Agrio	Sucumbíos	0,22 %	2,70 %	91744

Fuente: SENATEL. Análisis y elaboración propios.

De este modo, se define al grupo de tratamiento como los habitantes de los cantones que en la línea de base tenían una penetración de banda ancha inferior a 0,25 conexiones por cada 100 habitantes y en la línea meta pasaron a tener más de 2,5 conexiones por cada 100 habitantes. Asimismo, se define al grupo de control como aquellos cantones que inicialmente contaban con oferta residencial del servicio de banda ancha.

4.1.3 Variables del modelo econométrico

En el modelo econométrico, se trabaja únicamente con los individuos que habitan en hogares urbanos y que pertenecen al grupo de control o al grupo de tratamiento, a partir de la definición de la sección previa. Así también se incluyen solo las observaciones que reportan ingreso laboral, edad, plan de salud, nivel de educación y que fueron consideradas en el módulo TIC de la Encuesta de los Hogares. De este modo, se obtienen en total 7664 individuos en el grupo de control y 8785 en el grupo de tratamiento.

En la siguiente tabla se detallan y explican las variables por utilizar en el análisis econométrico, con la aclaración de que el ingreso laboral será la variable dependiente, y edad, género, plan de salud, nivel de educación formal, situación laboral y rol en el hogar serán las variables de control. Por último, las respuestas al módulo TIC sobre uso de computadora y uso de Internet se utilizarán para estimar el impacto diferencial en los individuos que están expuestos al tratamiento de modo directo.

Tabla 10. Variables utilizadas en la investigación

Variable	Explicación	Valor medio
Ingreso laboral	Es el total del ingreso en dólares del individuo derivado de su actividad laboral	US\$ 353,45
Edad	Edad del individuo en años cumplidos	40
Hombre (% pob.)	Variable binaria que toma el valor 1 si el individuo es hombre, 0 si no	58,14%
Salud por IESS (% pob.)	Variable binaria que toma el valor 1 si el individuo tiene cobertura de salud por el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (es un <i>proxy</i> de formalidad laboral), 0 si no	38,85%
Salud privada (% pob.)	Variable binaria que toma el valor 1 si el individuo tiene cobertura de salud privada (es un <i>proxy</i> de altos ingresos o de trabajador cuentapropista), 0 si no	0,90%
Sin cobertura (% pob.)	Variable binaria que toma el valor 1 si el individuo no tiene cobertura de salud (es un <i>proxy</i> de informalidad laboral), 0 si la tiene	60,25%
Educación primaria o inferior (% pob.)	Variable binaria que toma el valor 1 si el individuo posee educación formal primaria o inferior, 0 si no	32,93%
Educación secundaria (% población)	Variable binaria que toma el valor 1 si el individuo posee educación formal secundaria (completa o incompleta) y sin estudios superiores, 0 si no	36,47%
Educación terciaria o superior (% población)	Variable binaria que toma el valor 1 si el individuo reporta tener estudios terciarios o superiores, 0 si no	30,60%
Subempleo (% población)	Variable binaria que toma el valor 1 si el individuo reporta estar subempleado, 0 si tiene ocupación plena	52,45%
Jefe de hogar (% población)	Variable binaria que toma el valor 1 si el individuo es el jefe de hogar, 0 si no	48,46%
Uso computadora	Variable binaria que toma el valor 1 si el individuo reporta haber usado la computadora en los últimos 12 meses, 0 si no	40,12%
Uso Internet	Variable binaria que toma el valor 1 si el individuo reporta haber usado Internet en los últimos 12 meses, 0 si no	32,72%

Fuente: SENATEL. Análisis y elaboración propios.

4.1.4 Test de diferencia de medias en línea de base

La estimación de impacto de la introducción de la banda ancha en el nivel cantonal necesita un grupo de control a fin de contar, en la línea meta, con

un contrafáctico. En este caso, los cantones que ya contaban con el servicio de banda ancha en el nivel residencial en el 2009 asumen ese rol.

En la siguiente tabla, a través del test de diferencia de medias en la línea de base, se muestra que tanto el grupo de control como el grupo de tratamiento son estadísticamente iguales en cuanto a las variables observadas. La única diferencia se da en el porcentaje de la población que se encuentra subempleada, pero dado que se incluye esta variable como control en la regresión, la estimación de impacto sigue siendo válida.

Tabla 11. Test de diferencia de medias en la línea de base. Muestra completa

Variabes	Media grupo tratado	Media grupo de control	Diferencia de medias l. Base	Diferencia de medias l. Meta
Variable dependiente				
Ingreso laboral	344,18 (12,42)	363,04 (21,25)	-18,86 (24,68)	5,84 (26,62)
Variables independientes				
Edad	40,56 (0,47)	39,74 (0,50)	0,82 (0,66)	1,55 (0,49) ***
Hombre (% población)	58,23 (0,96)	58,06 (1,36)	0,17 (1,61)	2,27 (1,76)
Salud por IEES (% población)	35,68 (2,55)	42,13 (0,31)	-6,45 (3,84)	-1,15 (2,64)
Salud privada (% población)	0,65 (0,08)	1,15 (0,34)	-0,50 (0,34)	-0,44 (0,49)
Educación primaria o inferior (% población)	34,28 (1,74)	31,53 (1,59)	2,75 (2,29)	4,58 (2,87)
Educación secundaria (% población)	35,75 (1,61)	37,21 (0,30)	-1,46 (3,08)	0,95 (5,71)
Subempleo (% población)	55,46 (1,52)	49,33 (0,30)	6,13 (3,32) *	8,68 (3,26) **
Jefe de hogar (% población)	49,19 (0,95)	47,69 (1,24)	1,50 (1,58)	2,95 (2,09)

Entre paréntesis se presenta el desvío estándar agrupado en el nivel provincial.

* Significativamente diferente al 10 %; ** significativamente diferente al 5%; *** significativamente diferente al 1%.

De igual modo, en la tabla 12 se muestra que tanto el grupo de control como el grupo de tratamiento para la submuestra que solo incluye a los individuos que usaron computadora son estadísticamente iguales en la línea de base, en lo que se refiere a las variables observadas. En el caso de diferencias en algunas variables (por ejemplo, seguro de salud recibido por

el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, nivel de subempleo), estas son corregidas introduciendo estas variables como control en los modelos especificados. Así también, las diferencias que se encuentran en la línea meta entre ambos grupos se corrigen con la inclusión de las variables de control correspondientes.

Tabla 12. Test de diferencia de medias en la línea de base. Individuos que usaron computadora en los últimos 12 meses

Variables	Media grupo tratado	Media grupo control	Diferencia de medias l. Base	Diferencia de medias l. Meta
Variable dependiente				
Ingreso laboral	479,45 (17,13)	492,57 (28,59)	-13,12 (32,42)	29,01 (20,11)
Variables independientes				
Edad	35,82 (0,55)	35,20 (0,90)	0,62 (1,01)	1,37 (0,65)**
Hombre (% población)	55,32 (0,92)	55,33 (1,40)	0,01 (1,71)	-4,29 (1,92)**
Salud por IESS (% población)	56,85 (2,90)	60,13 (3,41)	-3,28 (4,22)	0,36 (0,61)
Salud privada (% población)	1,06 (0,14)	2,02 (0,50)	-0,96 (0,50) *	-0,36 (0,48)
Educación primaria o inferior (% población)	6,15 (0,63)	5,31 (0,62)	0,84 (0,90)	0,76 (0,59)
Educación secundaria (% población)	30,06 (2,28)	33,45 (3,19)	-3,39 (3,69)	-6,65 (4,45)
Subempleo (% población)	43,41 (2,26)	38,57 (1,97)	4,84 (2,94)	5,89 (4,83)
Jefe de hogar (% población)	39,21 (1,49)	37,46 (2,62)	1,75 (2,94)	6,65 (3,32) *

Entre paréntesis se presenta el desvío estándar agrupado en el nivel provincial.

* Significativamente diferente al 10 %; ** significativamente diferente al 5%; *** significativamente diferente al 1%.

Por último, en la tabla 13, se incluye el test de diferencia de medias entre el grupo de control y el grupo de tratamiento en la línea de base para el subgrupo de individuos que usaron Internet.

Tabla 13. Test de diferencia de medias en la línea de base. Individuos que usaron Internet en los últimos 12 meses

Variables	Media grupo tratado	Media grupo control	Diferencia de medias l. Base	Diferencia de medias l. Meta
Variable dependiente				
Ingreso laboral	504,85 (17,68)	510,51 (34,04)	-5,66 (37,59)	30,21 (20,05)
Variabes independientes				
Edad	35,29 (0,49)	34,51 (0,95)	0,78 (1,04)	1,57 (0,66) **
Hombre (% población)	54,79 (0,87)	54,62 (1,75)	0,17 (1,88)	-4,11 (1,78) **
Salud por IESS (% población)	59,60 (3,15)	61,98 (3,57)	-2,38 (4,43)	0,57 (0,53)
Salud privada (% población)	1,19 (0,19)	2,06 (0,56)	-0,87 (0,57)	-0,57 (0,47)
Educación primaria o inferior (% población)	3,68 (0,47)	3,89 (0,66)	-0,21 (0,83)	1,23 (0,56) **
Educación secundaria (% población)	25,96 (2,57)	29,44 (3,13)	-3,48 (3,78)	-7,02 (4,50)
Subempleo (% población)	42,40 (2,36)	36,94 (2,07)	5,46 (3,08) *	6,71 (3,59) *
Jefe de hogar (% población)	37,91 (1,73)	35,40 (2,97)	2,51 (3,39)	2,16 (1,91)

Entre paréntesis se presenta el desvío estándar agrupado en el nivel provincial.

* Significativamente diferente al 10 %; ** significativamente diferente al 5%; *** significativamente diferente al 1%.

Luego de explicar que para las tres muestras que serán analizadas en el modelo de regresiones, tanto el grupo de control como el de tratamiento son inicialmente iguales y que de no ser por el tratamiento hubieran tenido igual evolución en el nivel de ingresos, la diferencia en el nivel de ingreso laboral en la línea meta puede atribuirse al efecto del tratamiento (controlando por las características, y los cambios en estas, entre la línea de base y la línea meta). En la siguiente sección se presentan los resultados de la estimación.

5. RESULTADOS

5.1 Modelo econométrico

En la presente sección se estima el impacto promedio de la introducción de la banda ancha en el nivel cantonal en el Ecuador en el ingreso laboral de los individuos, luego de haber mostrado que este impacto fue exógeno y que ambos grupos son estadísticamente iguales en las variables observadas de la línea de base. El modelo que se utiliza para estimar el efecto del tratamiento en la variable Y (ingreso laboral del individuo) es el siguiente:

$$Y_i = \alpha + \gamma \text{Tratamiento}_i + \beta X_i + u_i + t_i + e_i \quad (1)$$

Donde i denota a cada individuo, Y es la variable dependiente (ingreso laboral del individuo), γ es la variable de interés, que estima el impacto causal del tratamiento (el tratamiento toma el valor 1 si el individuo fue tratado y 0 en caso contrario). X es un vector de variables de control que incluye edad, género, nivel educacional, plan de salud, tipo de trabajo y rol en el grupo familiar. Luego, u es un efecto fijo por provincia de residencia del individuo, t es un efecto fijo por año y, finalmente, e es el término de error.

En la tabla 14, se presentan los resultados de la estimación para la regresión con todos los individuos. Así también, se incluye el resultado para el caso en el que solo se considera a quienes usaron computadora en los últimos 12 meses y, finalmente, el caso en el que solo se considera a los usuarios de Internet en los últimos 12 meses.

Tabla 14. Estimación del impacto de la banda ancha en el ingreso laboral en el nivel individual en el Ecuador, 2009-2011

Variables independientes	Toda la población	Población que usó computadora en últimos 12 meses	Población que usó internet en últimos 12 meses
Tratamiento	25,76 (12,59) **	38,36 (22,40) *	51,86 (23,71) **
Edad	14,73 (0,79) ***	11,31 (1,67) ***	12,84 (1,87) ***
Edad^2	-0,13 (0,01) ***	-0,03 (0,02)	-0,04 (0,02) *
Hombre	72,71 (4,43) ***	82,43 (7,23) ***	85,58 (7,87) ***
IESS	83,27 (5,81) ***	105,38 (10,76) ***	111,95 (12,21) ***
Salud privada	145,43 (19,16) ***	134,64 (27,41) ***	134,54 (29,37) ***
Educación primaria	-289,98 (5,65) ***	-203,21 (16,92) ***	-150,21 (22,34) ***
Educación secundaria	-207,33 (4,66) ***	-156,08 (7,28) ***	-139,82 (8,22) ***
Subempleado	-270,08 (4,40) ***	-288,14 (7,42) ***	-288,47 (8,16) ***
Jefe de hogar	71,87 (4,86) ***	108,19 (8,14) ***	117,80 (8,92) ***
Observaciones	24 028	12 062	10 497
Efecto fijo por año	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo por provincia	SÍ	SÍ	SÍ
Ingreso medio del grupo	344,18	479,44	504,85
Impacto 2009-2011 (%)	7,48%	8,00%	10,27%
Impacto anual (%)	3,67%	3,92%	5,01%
R ²	40,89%	36,41%	36,36%

*** Significatividad estadística al 10%; ** significatividad estadística al 5%; * significatividad estadística al 1%.

Los resultados de la tabla 14 indican que el tratamiento aumentó, en promedio, el ingreso laboral de los individuos en 25,76 dólares americanos, lo que representa un 7,48 % de incremento en relación con el ingreso promedio inicial de toda la muestra. Dado que la introducción de la banda ancha aconteció entre diciembre del 2009 y diciembre del 2011 (2 años), esto implica que el aumento anual en el nivel de ingresos fue de 3,67 %. Este aumento captura no solo las ganancias generadas de modo directo por el uso de la banda ancha, sino que también toma en cuenta el impacto en el mercado laboral de la mano de obra necesaria para el despliegue de

redes, nuevo personal en la empresa proveedora del servicio y el efecto derrame en la sociedad.

Aunque lo explicado previamente muestra que la introducción de la banda ancha genera un aumento en el ingreso promedio de los individuos del cantón, el impacto es superior entre sus beneficiarios directos. En este sentido, los usuarios de computadora tuvieron un aumento de 38,36 dólares americanos en su nivel de ingresos promedio, lo que implica un incremento en relación con su nivel de ingresos inicial del 8,00 % en total o del 3,92 % anual.

Por último, el impacto mayor acontece entre los usuarios del servicio de Internet que utilizaban el servicio conmutado en el hogar, que se ven beneficiados en un aumento en la velocidad y por no tener un costo variable en su uso. Otro grupo de usuarios se beneficia por el hecho de que, luego del tratamiento, pueden contar con el servicio directamente en su hogar debido al despliegue de redes. Para este grupo, el aumento en el nivel de ingresos es sustancialmente más importante que en los casos previos. Su nivel de ingreso laboral aumentó a causa del tratamiento en 51,86 dólares americanos, lo que implica 10,27 % extra en relación con su ingreso inicial o un impacto positivo de 5,01 % anual.

Es importante mencionar, sin embargo, que las diferencias de impacto (3,67 % versus 3,92 % versus 5,01 %) son relativamente pequeñas y no estadísticamente significativas al 95 %. Un análisis más detallado de la importancia relativa de los tres factores mencionados (uso de Internet, posesión de computadora, acceso conmutado) requerirá análisis estadísticos adicionales.

5.2 Canales

En la sección previa, se encontró que la introducción a nivel cantonal de la banda ancha genera un aumento en el ingreso laboral promedio. Las causas del aumento son diversas, pero pueden destacarse el efecto en el mercado laboral derivado de la construcción de infraestructura, la mejora en la productividad laboral por el uso de la banda ancha, el efecto «señalización» de habilidades de los trabajadores⁵ y el mejor acceso al mercado laboral, reduciendo los costos de transacción. En la presente sección se pasará revista a los canales mencionados de impacto del despliegue de banda ancha en salarios.

⁵ La teoría de la señalización indica que la educación de los individuos no necesariamente los hace más productivos, pero sirve como una señal para mostrar su verdadera productividad.

El despliegue de la banda ancha en el nivel cantonal requiere la construcción de la infraestructura necesaria para brindar el servicio, trabajadores para las nuevas sucursales comerciales del operador y personal técnico para la instalación y mantenimiento de la banda ancha en los hogares. Los últimos efectos se ven incrementados en los casos donde el servicio no es operado directamente por el proveedor estatal, CNT, sino que es ofrecido por un revendedor local especializado en el mercado cantonal. La nueva demanda laboral, en un mercado con una tasa de desempleo por debajo del 5 %, genera un desplazamiento en la curva de demanda que lleva a un aumento en los salarios de equilibrio. Así también, el incremento de sueldos por este canal puede originarse en la necesidad de que se mejore la compensación de trabajadores que, dado el bajo desempleo, deben recibir mejores salarios para igualar o superar su salario de reserva.

Una segunda alternativa para explicar el aumento en el ingreso promedio se encuentra en que, como se muestra en Katz (2012), la banda ancha genera un efecto positivo en la productividad de los trabajadores. Luego, siguiendo a la literatura clásica de economía laboral, el salario en mercados competitivos se iguala a la productividad marginal y, por lo tanto, a mayor productividad laboral, se generan mejores salarios en promedio.

La investigación demostró también que el efecto del despliegue de la banda ancha es superior en usuarios de computadora y de Internet. La introducción de la banda ancha en el nivel cantonal permitió a los trabajadores que tenían previamente las habilidades para usar computadora e Internet señalar su conocimiento de informática y utilizar esos conocimientos en el mercado laboral a cambio de una prima salarial.

Por último, la introducción de banda ancha también ayuda a reducir los tiempos de búsqueda de trabajo o les permite a los subempleados buscar empleo a tiempo completo por esta vía. Esta situación reduce los períodos de desempleo y genera un aumento en la migración de trabajadores subempleados a puestos a tiempo completo, lo cual, a su vez, genera mayores ingresos laborales.

5.3 Test de robustez de resultados

Para evaluar la robustez de los resultados del modelo, se corrió el mismo modelo modificando los umbrales del grupo de tratamiento. Así, se lo definió como los habitantes de los cantones que, en la línea de base, tenían una penetración de banda ancha inferior a las 0,15 conexiones por

cada 100 habitantes (en vez de 0,25% en el modelo original) y en la línea meta pasaron a tener más de 4,0 conexiones por cada 100 habitantes (en vez de 2,5%).

Los resultados del nuevo modelo se presentan en la tabla 15.

Tabla 15. Estimación del impacto de la banda ancha en el ingreso laboral en el nivel individual en el Ecuador, 2009-2011 (con cambio de umbrales)^a

Variables independientes	Toda la población	Población que usó internet en últimos 12 meses
Tratamiento	66,54 (30,62) **	106,10 (58,63) *
Edad	15,58 (1,08) ***	12,42 (2,42) ***
Edad^2	-0,14 (0,01) ***	-0,03 (0,02)
Hombre	74,50 (5,88) ***	81,80 (10,22) ***
IESS	85,60 (7,66) ***	114,59 (15,85) ***
Salud privada	132,74 (23,94) ***	115,42 (35,69) ***
Educación primaria	-300,24 (7,63) ***	-153,48 (29,79) ***
Educación secundaria	-221,71 (6,15) ***	-157,60 (10,72) ***
Subempleado	-258,48 (5,91) ***	-284,00 (10,82) ***
Jefe de hogar	78,85 (6,43) ***	127,41 (11,58) ***
Observaciones	14 186	6509
Efecto fijo por año	SÍ	SÍ
Efecto fijo por provincia	SÍ	SÍ
Ingreso medio del grupo	361,87	517,00
Impacto 2009-2011 (%)	18,39%	20,52%
Impacto anual (%)	8,80%	9,78%
R ²	39,42%	35,37%

^a Se tomó únicamente este cambio de umbral debido a que, al mover los umbrales marginalmente, se mantienen los grupos de control y tratamiento inalterados, ya que, en la mayoría de los casos, se pasó de una penetración menor de 0,20% a una cercana a 3% (tabla 9).

*** Significatividad estadística al 10%; ** significatividad estadística al 5%; * significatividad estadística al 1%.

Los resultados del análisis indican que el modelo es robusto con otros umbrales de ausencia y/o presencia del servicio de banda ancha. En relación con el modelo original, el impacto en el nivel de ingresos de los usuarios de Internet de aquellos cantones donde se pasa de no tener servicio a un nivel de penetración superior a 4% es mayor (9,78% versus 5,01%). Este resultado es importante, dado que indica la posible existencia de externalidades positivas a escala del uso de Internet. En otras palabras, cuanto más alta es la adopción de banda ancha entre los usuarios de Internet, mayor es el impacto en el nivel de ingresos. El retorno a escala en el uso de Internet ya fue identificado en el análisis de impacto de la digitalización (Katz et al., 2013). La causalidad, en este caso, se expresa en que a mayor adopción de banda ancha existe mayor eficiencia en la transmisión de información dentro de la comunidad de interés y, en consecuencia, un aceleramiento del impacto en el ingreso.

5.4 Impacto en el ingreso controlado por género

Para evaluar con más detalles los canales por medio de los cuales se hace efectivo el impacto en el ingreso, se dividió la muestra por género masculino y femenino. La tabla 16 presenta los resultados de la estimación de impacto para el género masculino.

Tabla 16. Estimación del impacto de la banda ancha en el ingreso laboral de los hombres en el nivel individual en el Ecuador, 2009-2011

Variables independientes	Toda la población	Población que usó computadora en últimos 12 meses	Población que usó internet en últimos 12 meses
Tratamiento	27,24 (17,60)	77,66 (32,60) **	83,09 (33,91) **
Edad	14,33 (1,17) ***	15,30 (2,48) ***	17,27 (2,80) ***
Edad^2	-0,13 (0,01) ***	-0,08 (0,03) ***	-0,09 (0,03) ***
IESS	95,79 (8,37) ***	116,54 (15,65) ***	127,57 (17,91) ***
Salud privada	176,32 (27,63) ***	169,72 (39,88) ***	167,55 (43,20) ***
Educación primaria	-313,90 (7,92) ***	-194,89 (22,93) ***	-112,97 (30,92) ***
Educación secundaria	-224,36 (6,69) ***	-156,90 (10,49) ***	-135,00 (11,80) ***
Subempleado	-265,74 (6,26) ***	-303,05 (11,06) ***	-305,47 (12,27) ***
Jefe de hogar	104,32	140,86	143,51

	(7,36) ***	(12,13) ***	(13,25) ***
Observaciones	13 802	6551	5658
Efecto fijo por año	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo por provincia	SÍ	SÍ	SÍ
Ingreso medio del grupo	394,00	537,67	565,24
Impacto 2009-2011 (%)	6,91%	14,44%	14,70%
Impacto anual (%)	3,40%	6,98%	7,10%
R ²	37,62%	35,16%	35,56%

*** Significatividad estadística al 10%; ** significatividad estadística al 5%; * significatividad estadística al 1%.

El análisis para la submuestra masculina indica que la introducción de la banda ancha en el nivel cantonal genera un impacto positivo en el ingreso laboral de los hombres. En particular, este impacto se acelera con aquellos individuos que tienen habilidades que permiten el uso productivo de la nueva tecnología, con poca diferencia entre uso de computadora y adopción de Internet. A diferencia del modelo general de la tabla 14, la diferencia de impacto entre toda la población de la muestra y los individuos que usan computadora o acceden a Internet es estadísticamente significativa al 99%. Por otra parte, el impacto en el nivel de la submuestra del género femenino no se puede determinar claramente debido al menor número de observaciones.

Para analizar la situación de manera conjunta y considerando el efecto de género, se presenta a continuación el resultado de la regresión donde se incluye la variable que captura la interacción del tratamiento con el género.

Tabla 17. Estimación del impacto de la banda ancha en el ingreso laboral en el nivel individual en el Ecuador, 2009-2011. Interacción del tratamiento con el género

Variables independientes	Toda la población	Población que usó computadora en últimos 12 meses	Población que usó internet en últimos 12 meses
Tratamiento	36,56 (13,43)***	45,35 (23,50) *	56,06 (25,01) **
Hombre	81,54 (5,85)***	88,21 (9,32)***	88,87 (10,05)***
Hombre*tratamiento	-18,14 (7,84)**	-12,47 (12,70)	-7,30 (13,85)
Edad	14,72 (0,79)***	11,31 (1,67) ***	12,84 (1,87) ***
Edad^2	-0,13 (0,01) ***	-0,03 (0,02)	-0,04 (0,02)*
IESS	83,38	105,32	111,90

	(5,80) ***	(10,76)***	(12,20) ***
Salud privada	146,34	135,12	134,82
	(19,16)***	(27,42) ***	(29,40) ***
Educación primaria	-289,87	-203,11	-150,17
	(5,65) ***	(16,92) ***	(22,34) ***
Educación secundaria	-207,14	-155,97	-139,76
	(4,66)***	(7,28) ***	(8,22) ***
Subempleado	-270,34	-288,33	-288,57
	(4,40)***	(7,42) ***	(8,22) ***
Jefe de hogar	72,00	108,54	118,06
	(4,86)***	(8,15) ***	(8,94) ***
Observaciones	24 028	12 062	10 497
Efecto fijo por año	SÍ	SÍ	SÍ
Efecto fijo por provincia	SÍ	SÍ	SÍ
Ingreso medio del grupo	344,18	479,44	504,85
Impacto 2009-2011 (%)	10,62%	9,46%	11,10%
Impacto anual (%)	5,18%	4,62%	5,41%
R ²	40,91%	36,41%	36,36%

*** Significatividad estadística al 10%; ** significatividad estadística al 5%; * significatividad estadística al 1%.

En la especificación de la tabla 17 se encuentra que el tratamiento sigue siendo significativo en los tres grupos, y el género parece no ser relevante una vez que el individuo ya usa computadora o Internet antes de la introducción de la banda ancha en el nivel cantonal.

6. CONCLUSIONES

El trabajo ha proporcionado evidencia basada en una serie de modelos econométricos, a partir tanto de macrodatos, desarrollados con un propósito de exploración inicial, como de microdatos, sobre el impacto positivo de la banda ancha en el Ecuador. La siguiente tabla presenta el conjunto de resultados.

Tabla 18. Impacto económico de la banda ancha en el Ecuador

Tipo de modelo	Tipo de impacto	Evidencia
Modelos de estructura múltiple basados en macrodatos	Impacto en el crecimiento del PIB	La contribución anual promedio al crecimiento del PIB fue estimada en 0,052 % por cada 1 % de aumento en la penetración de la banda ancha.
Modelos de regresión simple basados en macrodatos	Impacto en el mercado laboral	Un aumento de 1 % en la penetración de la banda ancha incrementa en 0,0156 puntos porcentuales la tasa de ocupación, y disminuye en 0,105% el desempleo.
Modelo de regresión basado en microdatos	Impacto promedio en el nivel de ingresos de los individuos	El despliegue de la banda ancha en cantones no servidos hasta el 2009 resulta en un aumento anual de 3,67 % en el nivel de ingresos.
	Impacto en el nivel de ingresos en individuos que poseen computadoras	El despliegue de la banda ancha en cantones no servidos hasta el 2009 resulta en un aumento anual de 3,92 % en el nivel de ingresos.
	Impacto en el nivel de ingresos de usuarios de Internet que acceden mediante acceso conmutado.	El despliegue de la banda ancha en cantones no servidos hasta el 2009 resulta en un aumento anual de 5,01 % en el nivel de ingresos.
	Impacto en el nivel de ingresos de usuarios masculinos de Internet que acceden mediante acceso conmutado.	El despliegue de la banda ancha en cantones no servidos hasta el 2009 resulta en un aumento anual de 7,10% en el nivel de ingresos.

Las diferentes metodologías y modelos, tanto aquellos de estructura múltiple como de regresión simple, basados en macro- y microdatos, confirman la existencia de efectos económicos positivos del despliegue de la banda ancha.

En particular, de acuerdo con el modelo de microdatos, el despliegue de la banda ancha en el nivel cantonal genera una mejora en el ingreso promedio de 25,76 dólares americanos (o un incremento de 3,67% anual) en un ingreso con un valor medio de 353,45 dólares americanos. El impacto tiende a acrecentarse con la intensidad de la adopción de tecnologías (computadoras, Internet, acceso conmutado). Este impacto se debe a cuatro posibles efectos incluidos en el tratamiento:

- ❖ Efecto de infraestructura: el despliegue de la banda ancha tiene un impacto en la creación de empleo requerido por la construcción de redes (mano de obra directa, indirecta y hasta inducida, que ha sido cuantificada en estudios con matrices de insumo/producto, Liebenau 2009; Katz y Suter 2009; Katz et al. 2010). Con una desocupación inferior a 5 % (*full employment*), la creación de empleo genera un desplazamiento en la curva de demanda, lo que aumenta los salarios.
- ❖ Efecto de productividad: en mercados competitivos, el salario iguala a la productividad marginal. De este modo, a trabajadores más productivos, salarios más altos en promedio.
- ❖ Efecto de señalización de habilidades: el despliegue de banda ancha permite a los trabajadores con conocimientos de informática e Internet (usuarios previos) señalar sus conocimientos y habilidades a cambio de un aumento salarial.
- ❖ Mejor acceso al mercado laboral: reducción en los costos de transacción en la búsqueda de empleo (menos tiempo de búsqueda, subempleados encuentran trabajo a tiempo completo), lo que genera mayores ingresos laborales.

La agenda futura de investigación deberá enfocarse en elucidar estos efectos particulares. Asimismo, es imperativo incluir en la evaluación de los resultados ejercicios de falseamiento que permitan verificar el impacto de la banda ancha en los ingresos en ausencia de efectos relacionados con otras políticas públicas, como la inversión en educación y en obras de infraestructura.

7. BIBLIOGRAFÍA

Atasoy, H. (2012). «The Effects of Broadband Internet Expansion on Labor Market Outcomes». *Industrial and Labor Relations Review*, 66, 2, abril, pp. 315-345.

Crandall, R., W. Lehr y R. Litan (2007). *The Effects of Broadband Deployment on Output and Employment: A Cross-sectional Analysis of U.S. Data*. White paper. *Issues in Economic Policy* 6.

Czernich, N., O. Falck, T. Kretschmer y L. Woessman (2009). *Broadband Infrastructure and Economic Growth*. CESifo Working Paper 2861. Descargado de: <www.ifo.de/DocCIDL/cesifo1_wp2861.pdf>.

De Los Ríos, C. (2010). *Impacto del uso de Internet en el bienestar de los hogares peruanos: evidencia de un panel de hogares 2007-2009*. Lima: Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información.

Greenstein, S. y R. McDevitt (2009). *The Broadband Bonus: Accounting for Broadband's Impact on US GDP*. National Bureau of Economic Research Working Paper 14758.

Greenstein, S. y R. McDevitt (2011). «The Global Broadband Bonus: Broadband Internet's Impact on Seven Countries». En B. Van Ark (ed.). *The Linked World: How ICT is Transforming Societies, Cultures and Economies*. Ariel: The Conference Board, pp. 35-52.

Gruber, H. y P. Koutroumpis (2011). «Mobile Telecommunications and the Impact on Economic Development». *Economic Policy*, 67, pp. 1-41.

Katz, R. (2012). *Impact of Broadband on the Economy: Research to Date and Policy Issues*. Ginebra: International Telecommunication Union.

Katz, R. y S. Suter (2009). *Estimating the Economic Impact of the Broadband Stimulus Plan*. Columbia Institute for Teleinformation Working Paper.

Katz, R., S. Vaterlaus, P. Zenahusern y S. Suter (2010). «The Impact of Broadband on Jobs and the German Economy». *Intereconomics*, 45, 1, pp. 26-34.

Katz, R. y P. Koutroumpis (2013). The Economic Impact of Broadband in the Philippines. Ginebra: International Broadband Commission.

Katz, R., P. Koutroumpis y F. Callorda (2013). «The Latin American Path towards Digitization». Info 15, pp. 6-24.

Koutroumpis, P. (2009). «The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach». Telecommunications Policy, 33, pp. 471-485.

Liebenau, J., R. Atkinson, P. Karrberg, D. Castro y S. Ezell (2009). The UK's Digital Road to Recovery. Descargado de: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1396687>.

Qiang, C. Z. y C. M. Rossotto (2009). «Economic Impacts of Broadband». En Information and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact. Washington, D. C.: Banco Mundial, pp. 35-50.

Roller, L. y L. Waverman (2001). «Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A Simultaneous Approach». American Economic Review, 91, 4, pp. 909-923.

Thompson, H. y C. Garbacz (2008). «Broadband Impacts on State GDP: Direct and Indirect Impacts». Comunicación presentada en la International Telecommunications Society 17th Biennial Conference, Canadá.