Informe de Proyecto de Investigación

Título del proyecto	Duración	Lugar de ejecución
Cambios en la productividad por cambios en el uso de tics una aplicación al sector de servicios en Colombia	10	BOGOTÁ

Nombre del Investigador principal	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Javier Deaza Chaves	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001336693	https://orcid.org/search/node/0000-0001-6539-5195	https://scholar.google.com/citations?user=6t6F9akAAAAJ&hl=es

División	Facultad	Programa	Línea activa	Campos de acción	Grupo de investigación
División de Ciencias Administrativas y Económicas	Facultad de Negocios Internacionales	Negocios Internacionales	Estudios en Negocios Internacionales	Sociedad	Shibumi

Nombre(s) CO-Investigadores	Enlace CvLAC	Enlace ORCID	Enlace Google Académico
Paola Helena Bautista Valencia	http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000001291	https://orcid.org/search/node/0000-0002-2059-4382	paolabautista@usantotomas.edu.co

División	Facultad	Programa	Línea activa	Campos de acción	Grupo de investigación
División de Ciencias Administrativas y Económicas	Facultad de Negocios Internacionales	Negocios Internacionales	Estudios en Negocios Internacionales	Sociedad	Shibumi

Resumen de la propuesta	Palabras clave
El uso de herramientas TIC, en cualquier sector económico, se espera que tenga un efecto positivo en el incremento en la productividad, en especial en la productividad de los trabajadores. El sector de servicios es considerado como el que hace un uso más intensivo en el uso de TICs, así como de los más recientes desarrollos en análisis de datos. Este artículo tiene como objetivo estimar el efecto que tiene la inversión en TICs, así como cambios organizacionales en las empresas, sobre la productividad de los trabajadores, en el sector de servicios en Colombia. JEL Classification: C25, D22, D24	Inversión en TICs, productividad laboral, modelos de regresión switching, análisis empírico del comportamiento de las empresas

Planteamiento del problema y pregunta de investigación
El acceso a TICs por parte de las empresas ha venido creciendo gracias a la dinámica de este sector, trayendo consigo disminución en los costos de la implementación y uso de estas. Al tiempo, las empresas han implementado cambios en su organización que se complementan con la inversión en TICS, y que también tienen un impacto positivo sobre la productividad. Diferentes estudios, como los de Brynjolfsson y Hitt (1996) y Bertscheck y Kaiser (2004), han encontrado relaciones positivas entre la inversión en TICs y el incremento en la productividad de los trabajadores. Adicionalmente, se espera que las empresas que vienen utilizando estas tecnologías para mejorar sus procesos, por ejemplo por medio de capacitaciones a los trabajadores, ampliación de su canal de ventas, entre otros, tengan incrementos en la productividad. La pregunta que surge es si la productividad del sector de servicios en Colombia se ha incrementado como efecto de las inversiones realizadas en TICs y su uso, así como por cambios organizacionales

Justificación
La relación entre inversión en TICs y productividad tiene relativamente pocos estudios. Se encuentra el trabajo de Alderete y Gutiérrez (2012), quienes estiman los determinantes de la productividad laboral en Colombia para el sector de servicios en 2008. Sin embargo, no se han

analizado los efectos temporales que tienen no solamente la inversión en TICs y su uso, sino las mejoras en la estructura organizacional. Este artículo busca contribuir a la evidencia empírica sobre los efectos positivos de los cambios en el uso de las TICs y de cambios en la organización del trabajo sobre la productividad. Precisamente esto último diferencia este trabajo del de Alderete y Gutiérrez (2012).

Objetivo general

Estimar los cambios en productividad laboral como efecto de la inversión en TICs y de cambios en formas de trabajo en equipo y estructuras más planas.

Objetivos específicos

• Realizar la revisión de literatura sobre cambios en la productividad causados por la inversión y el uso de TICs. • Estimar los cambios en la productividad en el sector de servicios causados por la inversión y el uso de TICs. • Realizar al análisis de los resultados, así como las recomendaciones de política.

Marco teórico

El impacto positivo de las TICs sobre la productividad laboral en las empresas ha sido establecido por autores como Brynjolfsson y Hitt (1996), Greenan and Mairesse (2000), Lichtenberg (1995) y Licht y Moch (1999).

Sin embargo, TICs y productividad tienen otra relación de interés: la organización del lugar de trabajo, impulsada por las TICs, también puede tener un efecto sobre la productividad. La interrelación entre estas tres variables ha sido el objeto de análisis como los de Black and Lynch (2001), Brynjolfsson y Hitt (2000), y Bresnahan, Brynjolfsson y Hitt (2002).

No obstante, Bertschek y Kaiser (2004) critican los anteriores estudios por plantear solo una causalidad que va de la organización del sitio de trabajo a la productividad, y desconocer la causalidad inversa, es decir la causalidad de la productividad a la organización del lugar de trabajo.

El presente trabajo aprovecha experiencias como las mencionadas y, entonces, se dirige a analizar las relaciones de causalidad simultánea entre TICs, organización del sitio de trabajo y productividad, en presencia de otras formas de inversión.

La organización laboral puede deberse a “trabajo en grupo”, así como a una “estructura jerárquica más plana”, formas que caben dentro de lo que se ha llamado “organización descentralizada del sitio de trabajo” por Bresnahan, Brynjolfsson y Hitt (2002). Estas formas pueden implicar reducciones en costo y aumentos en la calidad de los productos de las firmas.

La literatura ha recogido una *complementariedad estratégica* entre tecnologías de computación y cambio organizacional; ver Brynjolfsson y Mendelson (1993), Milgrom y Roberts (1990), y Radner (1993). Esto significa que las decisiones sobre cambio organizacional afectan tanto la productividad total (desplazamiento de la función de producción), como la productividad de otros factores de producción (productividad parcial de los otros factores).

Estudiar la causalidad simultánea entre las tres variables mencionadas requiere una metodología econométrica flexible. Se tomará, siguiendo a Bertschek y Kaiser (2004), un método de regresión endógeno de “cambio de régimen” (*switching regression*). Se considerarán dos regímenes de productividad, dependiendo de que las firmas hayan o no incorporado “trabajo en grupo”, y “estructura jerárquica más plana”, es decir, dependiendo de la estructura organizacional que escojan.

La hipótesis principal del trabajo consiste en que la organización del trabajo aumenta la productividad aun teniendo en cuenta otras variables: Inversión en tecnologías de la información y la comunicación, otras formas de Inversión y, como novedad frente a Bertschek y Kaiser (2004), composición de la fuerza laboral en diferentes niveles.

El presente estudio tiene dos diferencias respecto a Alderete y Gutiérrez (2012): por una parte, no se reduce a estudiar la relación entre TICs y productividad, sino que incorpora como nueva variable explícita la organización en el trabajo y las complementariedades entre esta y la inversión en TICs. Por otra parte, mientras estos autores toman información de 2008, aquí se utilizará información para el periodo 2013-2016. Ambos estudios se refieren a empresas de la industria de servicios de Colombia (DANE). A diferencia del trabajo de Bertschek y Kaiser (2004), que contaban con información de cambio organizacional por preguntas directas en la encuesta utilizada. Con la Encuesta Anual de Servicios, no se tiene esas preguntas, razón por la cual se utilizará diferentes variables proxy, que permitan llegar a ese posible cambio organizacional.

Una aproximación de este cambio organizacional, es por medio de las preguntas que se encuentran en el Módulo VI de la Encuesta Anual de Servicios, en las cuales se pregunta sobre las razones por las cuales las empresas no hicieron uso de internet en el año de referencia, así como las actividades o servicios en las cuales la empresa utilizó internet. Otra aproximación que se utilizará, es la relación entre empleados temporales sobre el total de trabajadores. Finalmente, la tercera aproximación se basa en la distribución de trabajadores mujeres y hombres sobre el total de empleados.

Estas aproximaciones se robustecen, con el análisis temporal que se realiza en este estudio; a diferencia de Bertschek y Kaiser (2004) y Alderete y Gutiérrez (2012), quienes realizan análisis para un solo periodo de tiempo, en este estudio se utiliza el periodo 2013-2016, con el objetivo de poder identificar los cambios organizacionales a lo largo del tiempo. Para tener resultados con una mejor aproximación, teniendo en cuenta la salida de empresas y entrada de nuevas empresas, el análisis del cambio organizacional, se analiza por actividades económicas, de acuerdo con la clasificación CIIU.

Metodología

La metodología utilizada en este documento para la estimación de los cambios en la productividad generados por el uso de TICs en el sector de servicios se basa en los modelos de regresión switching. Estos modelos permiten estimar las diferencias en el incremento en la productividad laboral producidas por dos estados diferentes, en este caso, las empresas que han utilizado las TICs y aquellas que no¹.

¹ Lokshin y Sajaia, en el documento sobre la revisión de los modelos de regresión switching, mencionan las enormes ventajas que tienen estos modelos para diferentes usos, en especial para aquellos relacionados con el mercado laboral.

Los modelos con cambios endógenos pueden ser estimados utilizando mínimos cuadrados en dos etapas o máxima verosimilitud. La desventaja por estos dos métodos de estimación es que son ineficientes. Adicionalmente, estos métodos exigen complicados cambios para poder obtener errores estándar consistentes. Para este estudio, de acuerdo con la función de producción a estimar, se tiene problemas de simultaneidad, teniendo en cuenta, la relación entre productividad laboral e inversión en TICs.

Siguiendo a Bertschek y Kaiser (2004), se parte del supuesto que las empresas pertenecientes al sector de servicios en Colombia producen bajo una tecnología de producción tipo Cobb-Douglas:

$$y_i = A_i TIC_i^\alpha K_i^\beta L_i^\gamma \quad (1)$$

Donde y_i , es la producción de la empresa i ; para este caso son las ventas de las empresas. TIC_i , es el capital de la empresa i en tecnologías de la información; K_i , es el capital de la empresa i diferente al de tecnologías de la información, L_i , es el número de ocupados de la empresa i , α , β y γ , son las elasticidades de las ventas con respecto a TIC_i , K_i y L_i respectivamente. Finalmente, A_i , estaría incluyendo todo el conjunto de variables que capturan la heterogeneidad observada de las empresas o como afirman Bertschek y Kaiser (2004), “las diferencias observables en eficiencia en producción”.

Pregunta: te entendí que la encuesta tenía información sobre variables de organización. Habría que incluirlas en esta especificación. ¿Correcto?

Tomando logaritmo natural a los dos lados de la ecuación (1) y suponiendo que los errores son $e_i \sim iid N(0, \sigma_{eu}^2)$, se tiene:

$$\ln(y_i) = \ln(A_i) + \alpha \ln(TIC_i) + \beta \ln(K_i) + \gamma \ln(L_i) + e_i \quad (2)$$

Ahora bien, dado (2), la productividad laboral por trabajador es:

$$\ln\left(\frac{y_i}{L_i}\right) = \ln(A_i) + \alpha \ln(TIC_i) + \beta \ln(K_i) + (\gamma - 1) \ln(L_i) + e_i \quad (3)$$

Si una empresa en el sector de servicios en Colombia ha venido haciendo uso de las tecnologías de información para mejorar sus procesos, se tendría:

$$\ln\left(\frac{y_i}{L_i}\right)_{uso} = \ln(A_{iuso}) + \alpha \ln(TIC_{iuso}) + \beta \ln(K_{iuso}) + (\gamma - 1) \ln(L_{iuso}) + e_i \quad (4)$$

Aquellas empresas que no han usado tecnologías de información para mejorar sus procesos seguiría la ecuación:

$$\ln(\frac{y_i}{L_i})_{nouse} = \ln(A_{inouse}) + \alpha \ln(TIC_{inouse}) + \beta \ln(K_{inouse}) + (\gamma - 1) \ln(L_{inouse}) + e_i \quad (5)$$

Las empresas toman la decisi3n de invertir y hacer uso de las tecnolog3as de la informaci3n, siempre y cuando las ganancias en productividad sean positivas. De acuerdo con lo anterior, la variable latente que representa estas ganancias y los costos que implican ese cambio, est1 dada por:

$$I_i^* = a \left(\ln(\frac{y_i}{L_i})_{uso} - \ln(\frac{y_i}{L_i})_{nouse} \right) - C_i + u_i \quad (6)$$

donde *a* mide el cambio en la productividad, *C_i*, es el costo que conlleva este cambio y *u_i* ~ *iid* *N*(0, σ_{*u*}²). Si *a* = 0, los cambios en la empresas no son afectadas por las diferencias en productividad.

Esto quiere decir que el mecanismo de selecci3n para cambios observables en el uso de tecnolog3as de la informaci3n viene dado por:

$$Cambio_i = \begin{cases} 1 & \text{si } I_i^* > 0 \\ 0 & \text{de lo contrario} \end{cases} \quad (7)$$

Datos

La fuente de datos que se utiliza en este trabajo es la Encuesta Anual de Servicios del DANE. En esta encuesta, se entrevista a aquellas empresas formales con personal ocupado entre 40 o m1s trabajadores y 75 trabajadores o m1s, as3 como ingresos superiores a cierto monto, entre \$2.000 millones a \$3.000 millones anuales. En los dos casos depende del tipo de actividad econ3mica. El periodo de tiempo analizado, es 2013-2016. Esta encuesta incluye 25 actividades de servicios de acuerdo con la clasificaci3n CIIU.

Dentro de esta encuesta, ya se encuentra calculada la variable productividad laboral, pero adicionalmente tiene la flexibilidad de contar con informaci3n de personal ocupado, desagregado entre temporal, permanente y socios. Con respecto al uso de TICs, en el M3dulo VI (Tecnolog3as de la informaci3n y la comunicaci3n – TIC y comercio electr3nico) se encuentran preguntas que permiten identificar el uso de estas. A diferencia de Bertschek y Kaiser (2004), quienes contaban con dos preguntas en las cuales se les preguntaba directamente a las empresas por los cambios organizacionales de las empresas, con la Encuesta Anual de Servicios no tenemos esta pregunta, pero cuenta con preguntas sobre las razones por las cuales la empresa no utiliz3 internet, y si tiene previsto adquirirlo en el corto plazo.

Resultados esperados		
Tipo de producto	Detalle	Cantidad

Generación de nuevo conocimiento	Artículos de investigación – Q3	1
	Libros de investigación	0
	Capítulos de investigación	0
	Productos tecnológicos patentados o en proceso	0
	Variedades vegetales	0
Actividades de investigación, desarrollo e innovación	Productos tecnológicos certificados o validos	0
	Productos empresariales	0
	Regulaciones, normas, reglamentos técnicos	0
	Consultorías científicas y tecnológicas	0
	Innovación social	1
Apropiación social del conocimiento	Participación ciudadana	0
	Transferencia del conocimiento	1
	Gestión del conocimiento	1
	Comunicación del conocimiento	1
	Circulación del conocimiento especializado	1
Formación de recursos de formación	Tesis de doctorado	0
	Tesis de maestría	0
	Trabajos de grado	0
	Proyectos de ID+i con formación	0
	Apoyo a programas de formación	1

Contribución del proyecto al cumplimiento con la misión institucional

Esta investigación está alineada con el pensamiento humanista de Santo Tomás de Aquino en el sentido que busca contribuir, con evidencia científica, a entender la importancia de la inversión y el uso de TICs en la productividad laboral de las empresas del sector de servicios en Colombia.

Líneas del PIM con las que se vincula el proyecto

1.	Gobierno	Consolidado	y	Fortalecido
2.	Compromiso	con	el	educativo
3.	Proyección	social	e	investigación
4.	Enriquecimiento regional	de	los programas	con estándares
5.	Personas que transforman sociedad			comunes

Acciones del Plan General de Desarrollo 2016-2019 con el que se articula el proyecto				
<p>La investigación está articulada con el Plan General de Desarrollo Bogotá 2016 - 2019, con el objetivo de la línea de Proyección Social e Investigación pertinente: “Focalizar y articular la investigación y la proyección social de la USTA con visibilidad e impacto nacional y global”. Esta investigación permitirá a las entidades políticas, económicas y empresariales tomar decisiones que permitan incrementar su productividad, y de esta manera ser más competitivas en los mercados nacionales e internacionales, y generar empleo.</p>				

FODEIN				
Concepto	Nombre	Escalafón	Horas mes	Total (\$)
Horas Nomina (Investigador Principal)	Javier Deaza Chaves	3	80	\$ 24.885.000
Horas Nomina (Co-Investigadores)	PAOLA HELENA BAUTISTA VALENCIA	3	40	\$ 12.442.500

Concepto	Descripción	Total (\$)
Fotocopias	Fotocopias de artículos para la revisión de literatura	\$ 100.000
Total FODEIN	\$ 37.427.500	

CONTRAPARTIDA EXTERNA				
Concepto	Nombre	Escalafón	Horas mes	Total
Horas Nomina	Enrique Gilles Romero	EAN	32	\$ 21.100.000
	Alejandro Vivas Benítez		32	\$ 24.000.000

Concepto	Descripción	Total
		\$
Total Contrapartida externa	\$ 0	
TOTAL PROYECTO	\$ 82.527.500	

CRONOGRAMA		
Actividad	Fecha Inicio	Fecha Fin
Recopilación de información sobre productividad con TIC	2019-02-01	2019-03-31

Posibles evaluadores
Nicolás Suárez Ariza

Referencia(s)
Alderete, M. y Gutiérrez,L. (2012). “TIC y productividad en las industrias de servicios en Colombia”, Lecturas de Economía, No. 77.
Bresnahan, T. F., Brynjolfsson, E. and Hitt, L. M. (2002). “Information technology, workplace organization and the demand for skilled labor: Firm-level evidence, Quarterly Journal of Economics, vol. 117(1), pp 339-376.
Bertschek, I. y Kaiser, U. (2004). “Productivity effects of Organizational Change: Microeconometric Evidence. Management Science, vol. 50, No. 3, pp 394-404.
Brynjolfsson, E. and Hitt, L. (1996). “Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending”, Management Science vol. 42(4), pp 541-558.
Brynjolfsson, E. and Hitt, L. M. (2000). “Beyond computation: Information technology, organizational transformation and business performance, Journal of Economic Perspectives”, vol. 14(4), pp 23-48.

Greenan, N. and Mairesse, J. (2000). “Computers and productivity in France: Some evidence, Economics of Innovation and New Technology”, vol. 9(3): 275-315.

Licht, G. and Moch, D. (1999). Innovation and information technology in services, Canadian Economic Review, vol. 32(2): 363-382.

Lichtenberg, F. R. (1995). “The output contributions of computer equipment and personnel: A firm-level analysis, Economics of Innovation and NewTechnology”, vol. 3: 201-217.

Lokshin, M. and Sajaia, Z. (2004). “Maximum likelihood estimation of endogenous switching regression models”, Stata Jornal, vol. 04, No. 3.

Milgrom, P. and Roberts, J. (1990). “The economics of modern manufacturing: Technology, strategy, and organization”, American Economic Review, vol. 80(3), pp 511-528.

Radner, R. (1993). The organization of decentralized information processing, Econometrica, vol. 62, pp 1109-1146.

Documentos adjuntos	
CARTA AVAL.pdf	ACTA COMITÉ.pdf