

Notas 95

de Población



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe • CEPAL
Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía • CELADE

Alicia Bárcena
Secretaria Ejecutiva

Antonio Prado
Secretario Ejecutivo Adjunto

Dirk Jaspers_Faijer
Director, Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía
(CELADE) - División de Población de la CEPAL

Ricardo Pérez
Director, División de Documentos y Publicaciones

La revista *Notas de Población* es una publicación del Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población de la CEPAL, cuyo propósito principal es la difusión de investigaciones y estudios de población sobre América Latina y el Caribe, aun cuando recibe con particular interés artículos de especialistas de fuera de la región y, en algunos casos, contribuciones que se refieren a otras regiones del mundo. Se publica dos veces al año, con una orientación interdisciplinaria, por lo que acoge tanto artículos sobre demografía propiamente tal como otros que aborden las relaciones entre las tendencias demográficas y los fenómenos económicos, sociales y biológicos. Las opiniones expresadas en esta revista son responsabilidad de los autores, sin que el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población de la CEPAL, sea necesariamente participe de ellas. Los límites y los nombres que figuran en los mapas de esta publicación no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas

Comité editorial:

Ciro Martínez Gómez, Coordinador
Jorge Martínez Pizarro y Leandro Reboiras Finardi, Editores especiales
Guiomar Bay, Fabiana del Popolo, Sandra Huenchuan, Dirk Jaspers_Faijer, Timothy Miller,
Jorge Rodríguez, Magda Ruiz, Paulo Saad, Alejandra Silva, Miguel Villa, Orly Winer
Liliana Cuevas, secretaria

Redacción y administración: Casilla 179-D, Santiago, Chile. E-mail: liliana.cuevas@cepal.org
Ventas: publications@cepal.org. Precio del ejemplar: 12 dólares. Suscripción anual: 20 dólares.

Notas de Población

Año XXXIX • N° 95 • Santiago de Chile



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE) - División de Población de la CEPAL

Este número contó con el apoyo financiero parcial del Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA).

Los límites y los nombres que figuran en estos mapas no implican su apoyo o aceptación oficial por las Naciones Unidas.

Diseño de portada: Alejandro Vicuña Leyton

Ilustración de portada: Te espero, 2006, Karin Momberg (www.karinmomberg.com). Derechos reservados.

Publicación de las Naciones Unidas

ISBN: 978-92-1-221106-0

ISSN: 0303-1829

LC/G.2558-P

Número de venta: S.13.II.G.7

Copyright © Naciones Unidas 2012 • 2012-724

Todos los derechos reservados. Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

Índice

Presentación <i>Jorge Martínez Pizarro y Leandro Reboiras Finardi</i>	7
Previsión social y desigualdad racial en el Brasil <i>Paola La Guardia Zorzín, Simone Wajnman y Cássio M. Turra</i>	11
La migración internacional desde una perspectiva regional e interregional <i>Paulo Saad, Jorge Martínez Pizarro y Leandro Reboiras Finardi</i>	41
Estimación de algunos efectos y determinantes del uso de distinta tecnología en los censos de población de América Latina y el Caribe <i>Janine T. Perfit, Mariko Russell, Gilberto A. Moncada y Jorge E. Muñoz Ayala</i>	65
Africanos en los países de Europa Meridional: Italia, España y Portugal <i>Andreu Domingo i Valls y Daniela Vono de Vilhena</i>	107
Patrones de migración y características de los inmigrantes en Europa Noroccidental <i>Helga A. G. de Valk, Corina Huisman y Kris R. Noam</i>	147

Estimación de algunos efectos y determinantes del uso de distintas tecnologías en los censos de población de América Latina y el Caribe

Janine T. Perfit

Mariko Russell

Gilberto A. Moncada

Jorge E. Muñoz Ayala¹

Resumen

En este documento se presentan los resultados de un extenso examen de información sobre el uso de tecnología en los censos de población de América Latina y el Caribe. A partir de una tipología específica, se clasificaron las tecnologías utilizadas en los censos de la región para mostrar su evolución desde la ronda de censos de 1990. Esta tipología también se utilizó en la estimación del costo promedio per cápita de los censos, su evolución y sus cambios estructurales. Los factores determinantes del cambio tecnológico y del proceso de selección de diversas tecnologías permiten suponer que los institutos nacionales de estadísticas actúan guiados por criterios económicos de minimización de costos en la determinación de la tecnología. La información recopilada demuestra que la tecnología de dispositivos móviles de captura influye en el costo de los censos y en la productividad de los empadronadores. Se espera que durante la ronda de 2010 el cambio tecnológico se propague significativamente en la región.

¹ Los autores son integrantes del grupo de estadísticas de la División de Capacidad Institucional del Estado (IFD/ICS) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en el que Janine Perfit se desempeña como especialista principal, Mariko Russell y Gilberto Moncada como especialistas de alto nivel y Jorge Enrique Muñoz Ayala como consultor.

Abstract

This document presents the findings of a comprehensive study on the use of technology in population censuses in Latin America and the Caribbean. The technologies used in censuses conducted in the region were classified on the basis of a specific typology to show how they have evolved since the 1990 round. This typology was also used to estimate the average per capita cost of the censuses, and the way they have developed and evolved structurally. In opting for technological change or a given technology, national statistical institutes would appear to be guided by economic considerations and the need to keep costs low. The information compiled shows that the use of hand-held devices in information capture reduces the cost of censuses and enhances the productivity of enumerators. It is to be hoped that technological progress will spread more widely across the region during the 2010 round.

Résumé

Ce document présente les résultats d'un examen détaillé de l'information relative à l'utilisation des technologies dans les recensements de population des pays d'Amérique latine et des Caraïbes. Sur la base d'une typologie spécifique, les auteurs ont classifié les technologies utilisées dans les recensements effectués dans la région pour en faire ressortir l'évolution depuis la série de recensements de 1990. Cette même technologie a été utilisée dans l'estimation du coût moyen par habitant de ces recensements, leur évolution et leurs changements structurels. Les facteurs déterminants du changement technologique et du processus de sélection des diverses technologies suggèrent que la décision des instituts nationaux de statistiques dans le choix de la technologie appliquée répond à des critères économiques et de minimisation des coûts; Les informations recueillies démontrent que la technologie des dispositifs portables de capture a une influence sur le coût des recensements, ainsi que sur la productivité des recenseurs. Durant la série de 2010, le changement technologique devrait se propager de façon significative dans la région.

Introducción

La mayor parte de los países en América Latina y el Caribe suelen emprender sus censos de población y de vivienda durante el primer lustro de cada década. Este también parece ser el caso de la ronda de censos de 2010 que, según información preliminar de los institutos nacionales de estadísticas de la región, ya se habrían realizado en el 50% de los países a finales de 2010².

Un aspecto destacado de la primera mitad de la ronda 2010 ha sido la adopción de una nueva tecnología para la captura de los datos censales. El empleo de dispositivos móviles de captura (también conocidos como DMC por su sigla en inglés) ha comenzado a posibilitar la sustitución de los formularios en papel (tecnología análoga) por formularios electrónicos (tecnología digital) en algunos censos de la región. Las primeras aplicaciones corresponden al Brasil, Colombia, México y el Perú, países que han sido pioneros en el uso de los dispositivos en investigaciones masivas de hogares como los censos de población y las encuestas.

Mucho se ha dicho sobre las razones que han conducido a los institutos nacionales de estadísticas a adoptar los dispositivos para los censos de población, pero lamentablemente se dispone de escasa información que respalde su uso. Por el momento, lo único que se puede advertir dentro de la región es un gradual proceso de transición tecnológica a partir de la ronda de 2010.

Como se sabe, todo cambio tecnológico implica un ajuste del proceso productivo pertinente, por lo que en muchos casos puede generar altos costos de entrada y tener efectos negativos en términos de producción. Lo mismo ocurre con la introducción de una nueva tecnología en los censos de población, ya que a la larga esta podría afectar la producción censal de no adoptarse las medidas de contingencia adecuadas y un completo programa de capacitación. A esto se suma el hecho de que la aplicación de una nueva tecnología podría exigir nuevos recursos para la adquisición de equipos y el ajuste de la infraestructura tecnológica del país a fin de utilizarla correctamente.

En relación con el cambio tecnológico en el contexto de los censos también se deben considerar aspectos metodológicos y logísticos. En efecto, varios institutos nacionales han reconocido las virtudes de los dispositivos móviles de captura y los retos metodológicos que supone su utilización, dado que su uso puede tener efectos muy profundos, que se extienden incluso a la filosofía en que se basan. Por ejemplo, para usar los dispositivos en las

² Antes de 2010 ya se habían hecho tres censos de la ronda pertinente: en Colombia (2005), El Salvador (2007) y el Perú (2007). La realización anticipada de estos censos se debió al largo período intercensal transcurrido desde el censo anterior y a la falta de censos de la ronda de 2000.

operaciones censales algunos países se han visto en la necesidad de hacer un censo de jure en lugar de un censo de hecho³, decisión que requiere un consenso metodológico nacional para su adopción definitiva⁴. Es probable que los conflictos que esto plantea expliquen en parte las razones que llevan a los institutos nacionales a incorporar o no incorporar nuevas tecnologías para la realización de censos; evidentemente, siempre existe la posibilidad de seguir aplicando las técnicas ya probadas y evitar riesgos adicionales, decisión que también es metodológicamente legítima.

Por otra parte, y desde una perspectiva más específicamente relacionada con los censos, en algunos casos se ha indicado que el uso de los dispositivos permite reducir los costos del trabajo de campo por exigir menos personal y evitar el uso de grandes cantidades de papel y tinta. También se presume que el costo por pregunta incluida en el cuestionario censal es menor cuando se utiliza la tecnología digital, lo que permite incorporar más preguntas e indagar sobre un mayor número de fenómenos socioeconómicos y demográficos.

En otros casos se ha señalado que el empleo de los dispositivos móviles permite un mejor desempeño de los enumeradores y, además de facilitar su tarea, mejora la calidad de la información recopilada y reduce la duración de la entrevista. Como toda la información recolectada se almacena en los dispositivos móviles durante la entrevista, la validación y crítica de los datos se automatiza en un solo paso y el antiguo proceso de digitación de los formularios se elimina, lo que adelanta considerablemente la publicación de los resultados finales del censo y eleva notablemente su calidad.

A grandes rasgos, estas son las razones que explican la introducción de cuestionarios electrónicos en los países de la región; no obstante, y como ya se ha dicho, ninguno de los efectos tecnológicos está respaldado por datos empíricos que permitan la comparación de todas las opciones tecnológicas en un contexto más amplio. En la actualidad, la única evidencia que existe es la que proviene de los mismos países y se basa en su propia experiencia.

El propósito del presente artículo es llenar en parte ese vacío de información, mediante la documentación de algunas de las consecuencias que

³ En los censos de hecho se incluye información sobre todas las personas presentes en el hogar empadronado en el momento de realización del censo, incluidas las que no residen habitualmente en él, mientras que en los de jure solo se registra información sobre los miembros habituales del hogar, tanto ausentes como presentes en la fecha censal.

⁴ La utilización de los dispositivos móviles en los censos de población implica la realización de un censo de jure, debido a que la sustitución de la tecnología analógica por la digital no ocurre de manera lineal, especialmente en los países más poblados. Esto ocurre básicamente debido a los costos de entrada que implicaría sustituir la tecnología analógica por la digital, ya que se requerirían grandes cantidades de dispositivos que harían prácticamente inviable la realización del censo. Por esta razón, y debido a la restricción de recursos en los países de la región, algunos de ellos podrían optar por realizar censos de jure, que facilitan el empadronamiento de la población durante un periodo más prolongado.

ha tenido el cambio tecnológico para la realización de censos de población. Con tal fin se llevó a cabo una recopilación exhaustiva de información, que incluyó la aplicación de una encuesta a varias instituciones de estadística responsables de los censos de población y un amplio examen de documentos de los institutos nacionales de estadísticas disponibles en Internet.

El artículo se compone de cuatro secciones, incluida la introducción. En la segunda se describen las metodologías utilizadas para clasificar las tecnologías conforme a una sola tipología adaptada a los censos de población y para estimar el costo promedio per cápita de estos, su evolución y sus cambios estructurales; asimismo, se presentan los modelos utilizados para estimar los determinantes del cambio tecnológico, el proceso de elección de la tecnología y el costo marginal por pregunta incluida en el cuestionario censal. En la tercera sección se exponen los resultados del estudio y en la cuarta se dan a conocer las conclusiones más relevantes.

A. Metodología

I. Tipología de tecnologías empleadas en los censos de población en la región

En un reciente informe técnico de la División de Estadística de las Naciones Unidas, el proceso de captura de datos en los censos se define como el sistema utilizado para convertir la información recopilada en el censo a un formato que permita su lectura en un computador⁵. En este contexto, el término “sistema” se refiere específicamente a las tecnologías empleadas para la recolección y sistematización de la información censal, que se conocen como “tecnologías de captura de datos”.

Independientemente de si el censo es de hecho o de jure, todo censo se compone típicamente de tres etapas en las que se aplican dichas tecnologías: i) selección de unidades geográficas y asignación de sitios de entrevista, ii) registro de información durante la entrevista y iii) almacenamiento de la información. Estas tres etapas están ligadas entre sí y conforman todo el proceso de captura de datos, desde su inicio hasta el final. Las descripciones presentadas a continuación permiten identificar más claramente cada una de las tres etapas.

Etapas 1: Una vez definida el área geográfica que va a ser censada, comienza la etapa de ubicación de las unidades censales en un plano. Para ello, se les asigna a dichas unidades, normalmente viviendas, una

⁵ Traducción de los autores de la siguiente frase “Data capture in census is the system used to convert the information obtained in the census to a format that can be interpreted by a computer” (Naciones Unidas, 2009).

única coordenada, que debe ser trasladada a un mapa para que queden unívocamente georreferenciadas. En América Latina y el Caribe la tecnología de captura de datos empleada más comúnmente en esta etapa ha sido la cartografía en formato análogo (mapas en papel).

Etapa 2: Una vez entregada la ubicación geográfica de la unidad censal al enumerador, este tiene la tarea de llegar al sitio asignado y llevar a cabo la entrevista. El enumerador es la persona que registra toda la información del hogar en el cuestionario censal. En esta etapa es muy común la utilización de lápiz y papel para hacer el registro.

Etapa 3: Luego de la verificación y crítica de la información contenida en el cuestionario censal, esta se encripta en una base de datos. La tecnología usada en la mayoría de los casos en esta etapa es la tabulación manual en un computador.

Con el paso del tiempo las tecnologías de captura de datos se han ido transformando y evolucionando. La comercialización de la computadora a mediados del siglo pasado dio lugar a un notable avance en este campo, puesto que a partir de entonces los censos en países densamente poblados mejoraron sustancialmente en términos de precisión, cobertura y alcance temático. El desarrollo de las computadoras impulsó también el de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), que influyeron significativamente en el desarrollo y la introducción de nuevas tecnologías. En el cuadro 1 se presenta la tipología empleada en este documento para clasificar las tecnologías de captura de datos aplicadas en la región.

Cuadro 1
TIPOLOGÍA DE TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN LOS CENSOS

Tecnología	Tipología de tecnología en Censos		
	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Primera generación	Cartografía análoga	Lápiz y papel	Tabulación manual
Segunda generación	Cartografía digital (GPS) ^a	Lápiz y papel	Lectores ópticos y escáneres ^b
Tercera generación	Cartografía y cuestionarios digitales ^c		
Cuarta generación	Cartografía digital y autoempadronamiento		

Fuente: Elaboración propia.

^a Sistemas de posicionamiento global, conocidos como GPS por su sigla en inglés.

^b KFI, OMR, reconocedores ópticos de caracteres e ICR, entre otros.

^c En dispositivos móviles de captura e imágenes de GPS.

Como se observa en el cuadro, originalmente (primera generación) se utilizaba exclusivamente tecnología análoga, basada en el uso de mapas (cartografía de aproximación), cuestionarios en papel y codificación de la información recogida en la papeleta censal mediante digitación manual. La tecnología de segunda generación se basa en el empleo de cartografía

de precisión, que por lo general supone el empleo de imágenes satelitales y fotografías aéreas, que pueden digitalizarse y georreferenciarse para crear la carta censal. Esta tecnología tiene la ventaja de que la información puede leerse mediante sistemas de posicionamiento global (conocidos como GPS por su sigla en inglés). Por otra parte, en lo que respecta al registro y almacenamiento de los datos, la tecnología de segunda generación consiste en el empleo de papel y lápiz para consignar la información, con la diferencia de que el papel debe tener determinadas características para que los datos registrados sean leídos correctamente por un escáner en la etapa de almacenamiento.

La tecnología de tercera generación permite agrupar las tres etapas mediante el uso de un solo dispositivo electrónico, conocido como dispositivo móvil de captura. En los dispositivos de este tipo se pueden incorporar tanto los mapas como el cuestionario en formato digital y algunos de ellos cuentan también con mecanismos complementarios, como los de GPS. Esta tecnología tiene la ventaja de que permite almacenar los datos durante la realización de la entrevista. Por último, la tecnología de cuarta generación consiste en el uso de cartografía digital para la ubicación de todas las unidades censales, mientras que para la recopilación de información se recurre al autoempadronamiento a través de Internet. Hasta ahora no se ha documentado ninguna aplicación masiva del autoempadronamiento en censos de población en la región.

2. Estimación del costo de realización de censos en la región

Suponiendo que el costo del personal que participa en el proceso no varía, el costo total de los censos en los países de la región (C) se expresa como función de la tecnología utilizada en el operativo censal (T) y del tamaño de la población que será censada (P):

$$C_{it} = f(T_{it}, P_{it}), t=1,..n, i=1,..k$$

Aplicando un modelo multiplicativo, esta ecuación se simplifica si se considera el costo per cápita en lugar del costo total; por lo tanto, se puede decir que el costo per cápita de los censos en los países de la región (c) depende exclusivamente del tipo de tecnología utilizada en el relevamiento, lo que se expresa en los siguientes términos:

$$c_{it} = f(T_{it}), t=1,..n, i=1,..k$$

El costo promedio de los censos se define en función de la tecnología utilizada, como sigue:

$$c_t = \sum_j \lambda_j N_{jt} \quad (1)$$

donde N_{jt} ($j=1, 2, 3$) representa el número de países que utilizaron la tecnología de primera, segunda y tercera generación en el período t . Los valores λ_j corresponden a los ponderadores, definidos como el costo promedio de la tecnología j en la ronda de censos de 2000. Se ha utilizado esa ronda por ser la única que ofrece más información sobre los costos registrados en los países. En los casos en que estos no proporcionaron información sobre costos correspondientes a esa ronda, se extrapolaron los datos de otras rondas, siempre y cuando no se hubiera adoptado una nueva tecnología⁶. Toda la información se expresa en dólares de los Estados Unidos y se utiliza el año 2000 como año base. Por otra parte, dado que la tecnología de tercera generación se comenzó a utilizar en la región primero en Colombia (2005) y luego en el Brasil (2010), los costos de estos censos también se extrapolaron al año 2000. Los valores de λ_j se calcularon de la siguiente forma:

$$\lambda_j = \sum_i c_{ji} / N_{j(t=2000)}, j=1, 2, 3; i=1, \dots, k$$

En virtud del reemplazo de los valores λ_j en la ecuación (1), el costo per cápita de cada censo realizado en la región queda expresado en precios constantes del año 2000, lo que facilita la comparación intertemporal y la identificación de los cambios más significativos registrados en materia de aplicación de tecnologías en los censos. Los costos y los cambios observados se identificaron mediante una matriz de transición basada en la información de los países sobre las tecnologías de captura de datos utilizadas en las rondas de 1990, 2000 y 2010. Las filas de esta matriz corresponden a los países (i) y las columnas al período analizado ($t=1985, \dots, 2014$), en tanto que los valores se refieren a la tecnología j ($j=1, 2, 3$) empleada en el país i en el período t .

Matriz de transición

	t ...
i	j ...
⋮	⋮

⁶ Para la extrapolación se utilizaron los datos sobre inflación en los países y variación de los tipos de cambio.

3. Determinantes del cambio tecnológico reflejado en los censos de población

Los determinantes del cambio tecnológico que se refleja en los censos realizados en la región se midieron mediante un modelo probabilístico definido a partir de variables latentes:

$$y_i^* = \beta^T x + u_i$$

donde y_i^* es una variable latente no observable que representa el cambio tecnológico, mientras que u_i es una perturbación aleatoria idéntica y con distribución independiente, con una función acumulativa Φ y cuyo $E(u_i) = 0 \forall i$. A continuación, se definió la siguiente variable dicótoma:

$y_i = 1$ si y_i^* cuando se modificó la tecnología empleada para el censo del país i

$y_i = 0$ si y_i^* cuando no se modificó la tecnología para el censo del país i

A continuación, se puede estimar la probabilidad de que se produzca un cambio tecnológico mediante la siguiente expresión:

$$\text{Prob}[y=1|x] = \Phi(x^T \beta) \quad (2)$$

y la probabilidad de que no ocurra mediante la siguiente:

$$\text{Prob}[y=0|x] = 1 - \Phi(x^T \beta)$$

En esta ecuación β representa el vector de parámetros que acompaña al vector de variables explicativas x , determinantes de la posibilidad de que se introduzca un cambio tecnológico. Finalmente, $\Phi(\cdot)$ se define como la función de distribución normal acumulativa, por lo que el modelo que se estime será un modelo *probit*. Los cambios marginales del modelo reflejan el efecto que ejercen las variables explicativas en la probabilidad de que se introduzcan cambios tecnológicos en los censos y están dados por la siguiente expresión:

$$\frac{\partial \text{Prob}[y=1|x]}{\partial x_j} = \frac{\partial \Phi(x^T \beta)}{\partial x_j} = \phi(x^T \beta) \beta_j$$

donde ϕ es la función de densidad normal evaluada en el punto $x^T \beta$.

Por último, sobre la base de la estimación de la probabilidad de que se produzca un cambio tecnológico se calculó un estimador de la aversión al riesgo de los institutos nacionales de estadísticas, factor determinante de la adopción o no adopción de nuevas tecnologías para las operaciones censales. Con ese propósito se definió en primer lugar el

incremento esperado del cambio tecnológico en la ronda de 2010 en los siguientes términos:

$$\Delta E(y^* | x, z) = \text{Prob}[y=1|z] - \text{Prob}[y=1|x] = \Phi[z^T\beta] - \Phi(x^T\beta)$$

donde z corresponde al vector de medias de los determinantes del cambio tecnológico medidos en la ronda de 2010. Esta diferencia esperada se compara con el cambio tecnológico observado en la ronda de 2010, que está dada por

$$\Delta y^* = (1/k) \sum_i y_i^{r00} - (1/k) \sum_i y_i^{r10}$$

Por consiguiente, el estimador de la aversión al riesgo de los institutos nacionales de estadísticas en lo que respecta al cambio tecnológico está dado por la siguiente expresión:

$$\rho = \Delta y^* - \Delta E(y^* | x, z)$$

Este estimador es inferior a cero cuando el instituto representativo tiene aversión al riesgo ($\rho < 0$), igual a cero si es neutro ($\rho = 0$) y superior a cero si está dispuesto a asumir el riesgo que supone la introducción de cambios tecnológicos en las operaciones censales ($\rho > 0$).

4. Determinantes de la elección de una determinada tecnología para los censos de población

Para identificar los determinantes de la elección de una tecnología, se aplicó un modelo logit multinomial. En una muestra transversal de países este modelo permite identificar los factores que explican la elección de una nueva tecnología por parte de los institutos nacionales de estadísticas, mediante la estimación de la probabilidad de elección de las tecnologías evaluadas. Asimismo, el modelo permite estimar la magnitud y la dirección del cambio marginal correspondientes a cada determinante de dicha probabilidad de elección. Para ello, se supone que los institutos nacionales tienen que elegir entre tres tecnologías:

$$y = \begin{cases} 1 & \text{si el instituto elige la tecnología de primera generación} \\ 2 & \text{si el instituto elige la tecnología de segunda generación} \\ 3 & \text{si el instituto elige la tecnología de tercera generación} \end{cases}$$

De esta forma, a partir de tres variables latentes, que pueden interpretarse en términos de la utilidad que le aporta al instituto representativo la elección de una tecnología en particular, se definieron las siguientes ecuaciones para un conjunto de tres tecnologías:

$V_1 = \gamma_1 z + \varepsilon_1$ Utilidad correspondiente a tecnología de primera generación

$V_2 = \gamma_2 z + \varepsilon_2$ Utilidad correspondiente a tecnología de segunda generación

$V_3 = \gamma_3 z + \varepsilon_3$ Utilidad correspondiente a tecnología de tercera generación

donde z representa el vector de variables que explican la elección de la tecnología j y γ_j ($j=1,2,3$) el vector de parámetros que lo acompaña. Estos parámetros reflejan el cambio marginal de la utilidad que le aporta al instituto cada una de las tres tecnologías consideradas. Estas ecuaciones permiten conceptualizar el problema de una manera más simple y directa, ya que $y = 1$ será escogida por el instituto si y solo si $V_1 > V_2$ y $V_1 > V_3$; $y=2$ será escogida si y solo si $V_2 > V_1$ y $V_2 > V_3$ y, finalmente, $y=3$ será escogida si y solo si $V_3 > V_1$ y $V_3 > V_2$. Con el fin de identificar los parámetros del modelo, es necesario elegir una tecnología base que, por ejemplo, podría ser $y=3$, por lo que en este caso el modelo queda redefinido como se indica a continuación en términos de las variables latentes:

$$y_1^* = V_1 - V_3 = \pi_1^T z + u_1$$

$$y_2^* = V_2 - V_3 = \pi_2^T z + u_2$$

donde $\pi_1 = \gamma_1 - \gamma_3$, $\pi_2 = \gamma_2 - \gamma_3$, $u_1 = \varepsilon_1 - \varepsilon_3$ y $u_2 = \varepsilon_2 - \varepsilon_3$. De acuerdo con este modelo, se deduce que $y=1$ será escogida si y solo si $y_1^* > 0$ y $y_1^* > y_2^*$, y las probabilidades de elección se pueden estimar mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Prob}(y=j|z) = \exp(\pi_j^T z) / (1 + \exp(\pi_1^T z) + \exp(\pi_2^T z)), \quad \forall j = 1, 2 \quad (3)$$

$$\text{Prob}(y=3|z) = 1 / (1 + \exp(\pi_1^T z) + \exp(\pi_2^T z))$$

Por último, el cambio marginal que supone cada uno de los determinantes en cuanto a la probabilidad de elección se calcula a partir de:

$$\partial P(y=j|z) / \partial z_k = P(y=j|z) \cdot (\pi_{jk} - (P(y=j|z) \cdot \pi_{1k} + P(y=j|z) \cdot \pi_{2k})), \quad \forall j = 1, 2$$

y su elasticidad por:

$$(\partial P(y=j|z) / \partial z_k) \cdot (z_k / P(y=j|z)) = z_k (\pi_{jk} - (P(y=j|z) \cdot \pi_{1k} + P(y=j|z) \cdot \pi_{2k})), \quad \forall j = 1, 2$$

Tanto los cambios marginales como las elasticidades se miden a partir de la media de las variables explicativas.

5. Algunos efectos de la tecnología en términos de costos y productividad

Para estimar el efecto que tiene el número de preguntas incluidas en la boleta censal en términos de costos, se recurrió a una estimación del costo

marginal por pregunta en caso de emplearse cada una de las tecnologías evaluadas. Concretamente, se estimó una regresión con una muestra de corte transversal de los costos y el número de preguntas incluidas en las boletas censales de la ronda 2000. La siguiente expresión resume el planteamiento empírico:

$$c_{i00} = g(T_{i00}, q_{i00}), i=1, \dots, k$$

donde g representa una función lineal entre la tecnología utilizada (T) y el número de preguntas incluidas en la boleta censal (q) del país i durante la ronda de 2000. En este caso también se utilizó la información de Colombia (2005) y el Brasil (2010), calculada a precios del año 2000, con el fin de disponer de una estimación del costo marginal para toda la gama de tecnologías. Se estimó la siguiente ecuación:

$$\log_e(c_{i00}) = \alpha_{00} + \sum_j \omega_j D_{ij} q_i + \mu_{i00}; i=1, \dots, k, y j = 1, 2, 3 \quad (4)$$

En esta ecuación D representa el uso de una determinada tecnología, definida a través de una variable ficticia (*dummy*) cuyo valor es 1 si la tecnología es j y cero en los demás casos. Los coeficientes ω_j , son los parámetros del modelo con respecto al cual se asumieron los supuestos clásicos aplicados al término de error μ_{i00} . En este sentido, el costo marginal de la inclusión de una pregunta adicional cuando se utiliza la tecnología j está dado por la siguiente expresión:

$$\partial E(\log_e(c_{i00}) | D_{ij}=1) / \partial q_i = [\partial E(c_{i00} | D_{ij}=1) / \partial q_i] \cdot [1/E(c_{i00} | D_{ij}=1)] = \omega_j, \forall j$$

mientras que la elasticidad costo-pregunta está dada por:

$$\xi_{c/q} = [1/k \sum_i q_i] \cdot \omega_j, \forall j$$

y la tasa diferencial del costo atribuible a la tecnología y al número de preguntas del cuestionario censal viene dada por:

$$E_q(\log_e(c_{i00}) | D_{ij}=1) - E_q(\log_e(c_{i00}) | D_{im}=1) = \Delta \% E_q[c_{i00}(j) - c_{i00}(m)] = q_i \cdot (\omega_j - \omega_m)$$

Por último, la productividad del personal se determinó mediante la siguiente expresión:

$$L_{i00} = h(T_{i00}, P_{i00}), i=1, \dots, k$$

donde L representa al personal participante en el censo y h es una función de la tecnología y el tamaño de la población censada en el censo del país i durante la ronda de 2000. Se estimó la siguiente ecuación:

$$\log_e(L_{i00}) = \varphi_{00} + \sum_j \varphi_j D_{ij} P_i + e_{i00}; i=1, \dots, k, y j = 1, 2, 3 \quad (5)$$

En esta ecuación los parámetros φ_j representan la semielasticidad del personal debida a variaciones de la magnitud de la población, que se interpretan directamente como incremento porcentual del personal por

cada persona adicional censada. El término e_{i00} representa una perturbación aleatoria que responde a todos los supuestos clásicos ($e_{i00} \sim n.i.i.d(0, \sigma_e)$).

La productividad total del personal, definida en función del número de personas censadas por cada encuestador, se calculó mediante la siguiente expresión,

$$P_{j00}^T = E(\log_e(L_{i00}) | D_j=j, P_i) \cdot (1/P_i) = \exp[\varphi_{00} + \sum_j \varphi_j D_{ij} P_i] / P_i, \forall j$$

en tanto que la productividad diaria se calculó mediante la siguiente expresión:

$$P_{j00}^D = P_{j00}^T / R_j, \forall j$$

donde R_j representa el tiempo promedio empleado en la realización del censo con cada una de las tres tecnologías consideradas ($j=1,2,3$)

B. Resultados

I. Fuentes de información

La información que sirve de base a este documento proviene básicamente de dos fuentes: i) una fuente primaria que corresponde a un encuesta de 21 preguntas enviada a los institutos nacionales de estadísticas de la región y ii) fuentes secundarias seleccionadas de las páginas web de los institutos. Con respecto a la fuente primaria, 13 países respondieron la encuesta (Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Perú, República Bolivariana de Venezuela, República Dominicana y Uruguay). La información de otros países del Caribe (Bahamas, Barbados, Belice, Guyana, Haití, Jamaica, Suriname y Trinidad y Tabago) proviene de sus oficinas de estadísticas y de varios documentos de la Comunidad del Caribe (CARICOM); lo mismo ocurre con la información del Brasil, Nicaragua, Panamá y el Paraguay, que proviene de fuentes de sus respectivos institutos nacionales.

Sobre la base de los datos recolectados se caracterizaron las tres últimas rondas de censos de población en función de la tecnología utilizada. En el cuadro 2 se presentan las tecnologías empleadas en cada uno de ellos en las tres rondas, mientras que en el cuadro 3 se da a conocer la información resumida de toda la región y sus subregiones. Como se observa en estos cuadros, el uso de dispositivos móviles de captura (tercera generación) se inicia solo en la ronda de 2010 en los censos de Colombia (2005) y el Brasil (2010), países que fueron los primeros en aplicarlos, seguidos por el Uruguay (2011) y Venezuela (República Bolivariana de) (2011). De acuerdo con datos preliminares, el Paraguay (2012), el Perú (2017) y Haití (2013-2014) los incorporarían en los años indicados.

Cuadro 2
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CENSOS DE POBLACIÓN
POR TECNOLOGÍA EMPLEADA

País	Ronda de 1990				Ronda de 2000				Ronda de 2010 ^a			
	1G ^b	2G ^c	3G ^d	4G	1G ^b	2G ^c	3G ^d	4G	1G ^b	2G ^c	3G ^d	4G
Argentina		1991				2001				2010		
Bahamas					2000					2010		
Barbados	1990					2000				2010		
Belize	1991					2000				2010		
Bolivia (Estado Plurinacional de)	1992					2001				2012		
Brasil	1991					2000					2010	
Chile		1992				2002				2012		
Colombia	1993				-	-	-	-				2005
Costa Rica	-	-	-	-	2000					2011		
Ecuador	1990				2001					2010		
El Salvador	1992				-	-	-	-			2007	
Guatemala	1994				2002					2012		
Guyana	1991				2002					2012		
Haití	-	-	-	-		2003					2013	
Honduras	1988				2001					2012		
Jamaica	1991					2001				2011		
México	1990				2000					2010		
Nicaragua	-	-	-	-	1995					2005		
Panamá	1990				2000					2010		
Paraguay	1992					2002					2012	
Perú	1993				-	-	-	-			2007	
República Dominicana		1993				2002				2010		
Suriname	-	-	-	-	2004					2011		
Trinidad y Tabago	1990				2000					2011		
Uruguay	1985					1996					2011	
Venezuela (República Bolivariana de)		1990				2001					2011	

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de la encuesta sobre tecnología del grupo de estadísticas de la División de Capacidad Institucional del Estado (IFD/ICS), Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

^a En la ronda de 2010 se incluyen censos aun no confirmados.

^b Primera generación: lápiz, papel y digitación manual.

^c Segunda generación: lápiz, papel especial y escáner.

^d Tercera generación: dispositivos móviles de captura.

Cuadro 3
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: RESUMEN DE TECNOLOGÍAS
DE CAPTURA DE DATOS UTILIZADAS POR SUBREGIONES
EN LOS CENSOS DE POBLACIÓN

(En porcentajes)

Subregión	Ronda de 1990				Ronda de 2000				Ronda de 2010 ^a			
	1G ^b	2G ^c	3G ^d	4G	1G ^b	2G ^c	3G ^d	4G	1G ^b	2G ^c	3G ^d	4G
Caribe	100	0	0	0	50	50	0	0	13	75	13	0
Centroamérica	83	17	0	0	86	14	0	0	38	63	0	0
América del Sur	70	30	0	0	13	88	0	0	0	50	50	0
Total	82	18	0	0	48	52	0	0	15	62	23	0

Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de la encuesta sobre tecnología del grupo de estadísticas de la División de Capacidad Institucional del Estado (IFD/ICS), Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

^a En la ronda de 2010 se incluyen censos aun no confirmados.

^b Primera generación: lápiz, papel y digitación manual.

^c Segunda generación: lápiz, papel especial y escáner.

^d Tercera generación: dispositivos móviles de captura.

Si este proceso de sustitución continuara, se espera que la ronda de 2010 finalice con un 15% de censos realizados con tecnología de primera generación (completamente análoga), un 62% con tecnología de segunda generación (con escáneres) y un 23% con dispositivos móviles de captura. Esta situación contrasta con la registrada en la ronda de 2000, en la que un 48% de los países utilizaron tecnología análoga y un 52% tecnología de lápiz y papel complementada con escáneres; el contraste es mucho más marcado cuando se compara la situación con lo ocurrido en la ronda de 1990, en la que el 82% de los países utilizó tecnología de primera generación y solo un 18% empezaba a incorporar los avances tecnológicos, específicamente lectores ópticos de marcas o escáneres con capacidad de reconocimiento óptico de marcas (*optical mark readers* (OMR)).

Todo parece indicar que, dentro de la región, el cambio tecnológico en materia de censos ha sido más acelerado en los países de América del Sur que, en su mayoría (88%), ya habían comenzado a usar escáneres en la ronda de censos de 2000. El mayor rezago tecnológico se observa en la subregión de Centroamérica, puesto que la mayor parte de los países ya habrían adoptado la tecnología de segunda generación al finalizar la ronda de 2010 (véase el cuadro 3).

2. Costo de los censos realizados en la región

En el cuadro 4 se presenta el costo per cápita de los censos realizados en los países de la región. Como se observa, este fluctúa entre 1 y 10 dólares, en tanto que el costo promedio es de aproximadamente 3,08 dólares per cápita. Con un 95% de confianza estadística, esta media se ubicaría entre 2,06 y 4,11 dólares per cápita.

Sobre la base de la información presentada en el cuadro 4 y la información recopilada sobre las tecnologías utilizadas en los censos correspondientes a la ronda de 2000, se estimó el costo promedio de la aplicación de las tres tecnologías evaluadas. En el gráfico 1 se presenta una comparación de estos costos en toda la región, la que revela que el costo de la tecnología análoga (3,21 dólares per cápita) es un 57% superior al de la tecnología digital (2,05 dólares per cápita). Por otra parte, no hay una diferencia significativa entre el costo de la tecnología de segunda generación (lápiz y papel, complementados con el uso de escáneres) y el de primera generación (análoga con digitación manual), ya que es de apenas 10 centavos de dólar por persona. Este resultado era previsible, dado que no existen grandes diferencias entre ambas tecnologías si se considera que la de segunda generación no solo consiste en el empleo de escáneres, sino también de grandes cantidades de papel y tinta. En este sentido, la

reducción del costo de almacenamiento que permite la tecnología de segunda generación se ve contrarrestada por el costo de adquisición de escáneres y los mayores gastos que supone la compra de papel y tinta especiales para que los formularios puedan ser leídos correctamente por los lectores ópticos. A esto se suma el hecho de que la introducción de esta tecnología también demanda una mayor capacitación de los encuestadores en cuanto a la caligrafía y los símbolos que se deben utilizar para que la boleta censal sea llenada correctamente.

Cuadro 4
COSTO PER CÁPITA DE LOS CENSOS DE POBLACIÓN EN ALGUNOS
PAÍSES DE LA REGIÓN, RONDA DE 2000

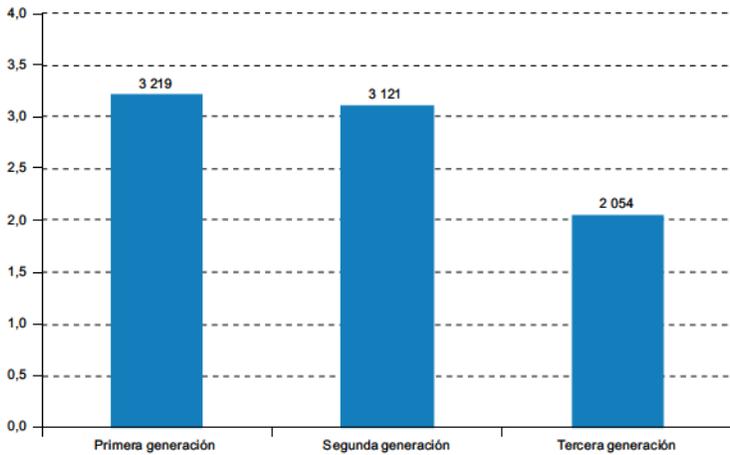
Argentina	1,7795	Haití	1,0597
Bahamas	9,8421	Honduras	1,2515
Barbados	7,2856	Jamaica	2,6254
Belize	11,0586	México	3,5574
Bolivia (Estado Plurinacional de)	1,6438	Nicaragua ^a	2,6303
Brasil	2,1968	Panamá	2,2028
Chile	1,6746	Paraguay	2,3267
Colombia ^a	1,3683	Perú ^a	1,0138
Costa Rica	1,7335	República Dominicana	1,6149
Ecuador	1,2185	Suriname	5,2156
El Salvador ^a	1,5710	Trinidad y Tabago	5,4247
Guatemala	1,9289	Uruguay	2,3914
Guyana	1,9790	Venezuela (República Bolivariana de)	3,9795

Fuente: Elaboración propia sobre la base de fuentes de los institutos nacionales de estadísticas.

^a Costos correspondiente a la ronda de 2000 extrapolados al año base de comparación (2000).

Si se supone que las tecnologías utilizadas no afectan la eficacia de los censos, la adopción de nuevas tecnologías eleva la eficiencia en función de los costos por el hecho de reducir el costo bruto de la actividad censal. Por otra parte, permite determinar porcentualmente el ahorro logrado en términos de eficiencia en función de los costos, que ascendería a alrededor de un 3% cuando se comparan las tecnologías de primera y segunda generación y al 34% cuando se comparan las correspondientes a la primera y tercera generación.

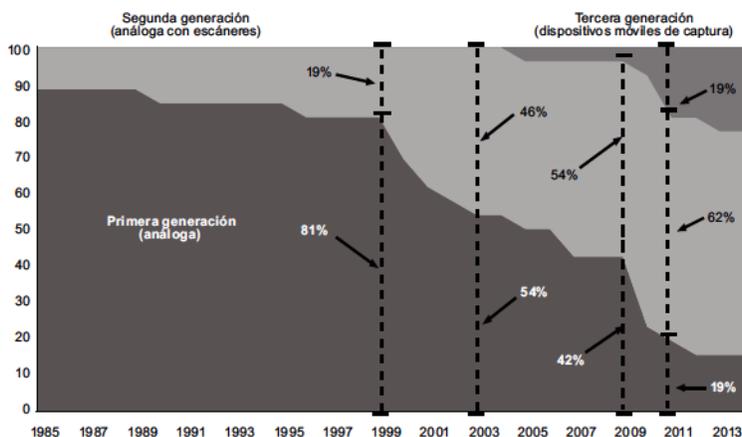
Gráfico I
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: COSTO PROMEDIO PER CÁPITA DE
 LOS CENSOS DE POBLACIÓN POR TECNOLOGÍA UTILIZADA**
 (En dólares de 2000)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de la encuesta sobre tecnología del grupo de estadísticas de la División de Capacidad Institucional del Estado (IFD/ICS), Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

En el gráfico 2 se ilustran la evolución de las tecnologías empleadas en la región en los censos de población desde 1985 (primer año de la ronda de 1990) y la proyección hasta el término de la ronda de 2010 en el año 2014. La trayectoria ilustrada se estimó a partir de los resultados de la matriz de transición presentada en la sección II y que se ha caracterizado por dos profundos cambios estructurales en las tres últimas rondas censales. El primero de ellos se produjo entre 1999 y 2003, en el período correspondiente a la ronda de censos de 2000, durante el cual muchos países adoptaron la tecnología de segunda generación. Cerca de un 46% de ellos comenzaron a utilizar escáneres para la recolección de datos y técnicas de cartografía digital, porcentaje que se compara con apenas un 19% en 1999. El segundo cambio estructural se inicia en 2009 y 2010 y posiblemente se extienda hasta 2011, de acuerdo a la información preliminar proporcionada por los institutos nacionales encuestados. Este cambio estructural se caracteriza por la adopción de la tecnología de tercera generación (cuestionarios y cartografía digital) y una mayor utilización de escáneres, tendencia que contrasta con una considerable reducción de la tecnología de primera generación, que se sigue aplicando en aproximadamente un 19% de los países de la región.

Gráfico 2
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA
 DE LOS CENSOS DE POBLACIÓN**

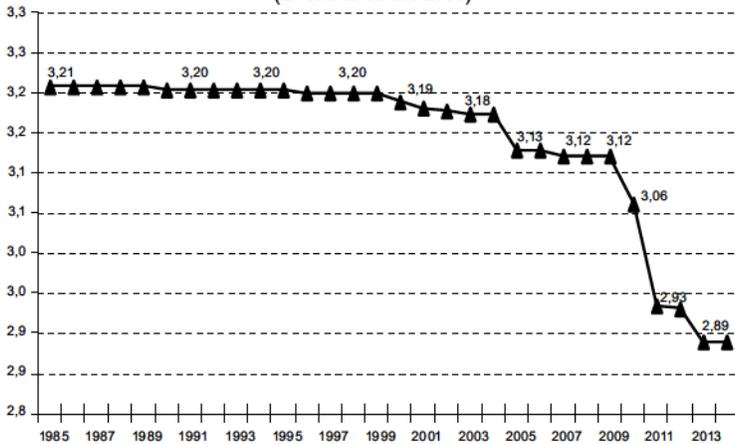


Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de la encuesta sobre tecnología del grupo de estadísticas de la División de Capacidad Institucional del Estado (IFD/ICS), Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y fuentes secundarias de los institutos nacionales de estadísticas.

Los resultados de la ecuación (1) se presentan en el gráfico 3, en el que se observa que el costo promedio per cápita de la actividad censal ha venido disminuyendo desde 1985, lo que se puede atribuir principalmente a la adopción de nuevas tecnologías. En la ronda de 1990, el costo promedio de los censos realizados en la región era de unos 3,2 dólares por persona, pero este ha venido disminuyendo, ya que al término de la ronda de 2000 era de aproximadamente 3,13 dólares y a mediados de la ronda de 2010 era levemente superior a 3,06 dólares. A raíz del importante cambio estructural registrado entre 2009 y 2010, este costo sigue disminuyendo y se espera que llegue a 2,89 dólares al final de la ronda de 2010, lo que equivale a una reducción del 10% entre las rondas de 1990 y 2010 (véase el gráfico 3)

Gráfico 3
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EVOLUCIÓN DEL COSTO PER CÁPITA
 DE LOS CENSOS DE POBLACIÓN**

(En dólares del año 2000)



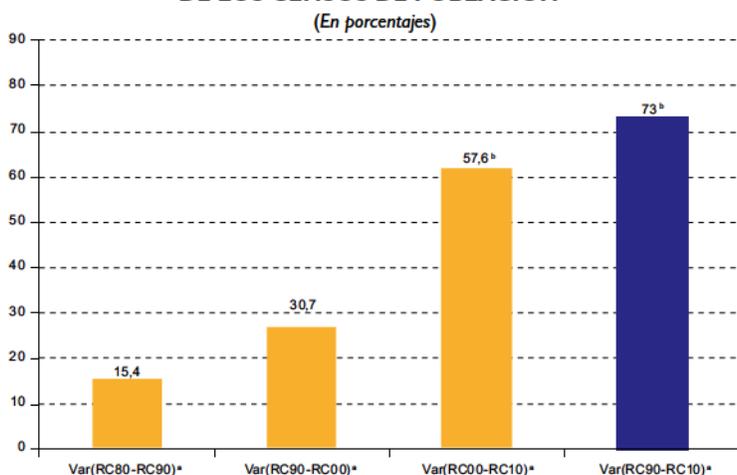
Fuente: Elaboración propia sobre la base de información de la encuesta sobre tecnología del grupo de estadísticas de la División de Capacidad Institucional del Estado (IFD/ICS), Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y fuentes secundarias de los institutos nacionales de estadísticas.

3. Determinantes del cambio tecnológico en los censos de población

Entre las rondas de 1990 y 2000, el 31% de los países de la región modificaron la tecnología empleada en los censos de población. La evolución tecnológica se ha intensificado notablemente en la ronda de 2010, ya que se estima que el 58% de los países adopten una tecnología distinta a la empleada en la ronda de 2000. En caso de que eso ocurra, el 73% de los países habría introducido un cambio en la tecnología censal desde la ronda de 1990, lo que configura un nuevo panorama tecnológico que se desglosa de la siguiente forma: 15% (primera generación), 62% (segunda generación) y 23% (tercera generación) (véase el gráfico 4). A continuación, se enumeran algunos de los factores que influyeron en el cambio tecnológico registrado entre las rondas de 1990 y 2000, en relación con el cual en el cuadro 5 se presentan los resultados de la ecuación 2, que permitió determinar los efectos de algunos de los factores determinantes⁷.

⁷ En este cuadro los cambios marginales se interpretan como el aumento de una unidad de la variable que influye en la probabilidad de que se produzca el cambio tecnológico.

Gráfico 4
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: EVOLUCIÓN TECNOLÓGICA
 DE LOS CENSOS DE POBLACIÓN ^a**



Fuente: Elaboración propia.

^a Cambio tecnológico entre las rondas indicadas.

^b Porcentaje estimado de países al término de la ronda de 2010.

Cuadro 5
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: DETERMINANTES DEL CAMBIO
 TECNOLÓGICO EN LOS CENSOS DE POBLACIÓN ^{a b c}**

Variable dependiente: $\Delta(\text{tecnológico}) = 1$ (ocurrió), 0 (no ocurrió)		
Modelo en diferencias tipo Probit		
Variable	Coefficiente	Cambio marginal
$\Delta(\text{Precios})$	0,0002*** (1,7e-05)	5,4e-05*** (1,6e-05)
$\Delta(\text{Costo capital})$	-0,075*** (0,016)	-0,020*** (0,003)
$\Delta(\text{Oferta laboral})$	-33,393*** (4,866)	-8,941*** (3,579)
$\Delta(\text{Desempleo})$	-0,154* (0,107)	-0,041* (0,015)
$\Delta(\text{Ingreso})$	-3,867*** (0,973)	-1,035*** (0,637)
$\Delta(\text{Población})$	-4,026* (2,852)	-1,078* (0,435)
$\Delta(\text{Ayuda externa})$	0,093** (0,044)	0,025** (0,021)
Constante	1,496*** (0,109)	
Observaciones		22
Pseudo R2		0,535

Fuente: Elaboración propia.

Nota: * = 85%; ** = 95%; *** = 99%.

^a Variable dependiente: cambio tecnológico = 1 (sí), = 0 (no)

^b Modelo de diferencias tipo probit

^c Las cifras entre paréntesis indican el error estándar consistente por heterocedasticidad y ajustado conforme a tres categorías correspondientes a la tecnología utilizada en el censo de población (de primera, segunda o tercera generación).

Es probable que las decisiones de los institutos nacionales de estadísticas hayan respondido en parte a los cambios ocurridos en el mercado laboral entre las rondas de 1990 y 2000, ya que en los países en los que aumentó tanto la oferta de trabajadores como el desempleo, la probabilidad de introducción de nuevas tecnologías disminuyó considerablemente (8,9 y 0,04 puntos porcentuales, respectivamente; véase el cuadro 5).

Es de esperar que la expansión de la fuerza laboral y la existencia de una demanda inelástica presionen los salarios reales a la baja o, por lo menos, los reduzcan en términos relativos, es decir, en relación con los demás factores de producción; por esta razón, una percepción de abundancia relativa de trabajadores ofrece un incentivo directo para la realización de censos basados en el uso intensivo de recursos humanos, especialmente de la contratación masiva de empadronadores y de personal para la digitación, como ocurre en los censos tradicionales. A lo anterior se suma el hecho de que el aumento del desempleo pudo también haber potenciado este mismo incentivo, ya que los institutos nacionales pueden preferir la utilización de recursos humanos en lugar de nuevas tecnologías que desplacen su uso; no obstante, esta última hipótesis por favor aclarar qué resultado) fue apenas significativa con un 85% de confianza estadística (véase el cuadro 5).

En efecto, la dinámica del mercado laboral de los países de la región confirma este razonamiento, pues entre los censos de 1990 y 2000 el aumento de la oferta laboral fue mucho mayor en los países donde no se introdujo un cambio tecnológico, situación que contrasta con el alza de los salarios reales, que fue mucho más pronunciada en los países donde se dio este cambio⁸. Además, cabe considerar que el desempleo aumentó en promedio un 38% a nivel regional, lo que favoreció las operaciones censales tradicionales, ya que casi la mitad de los países (48%) siguieron realizando censos con lápiz y papel y almacenando la información recolectada mediante digitación manual.

Por otra parte, también influyeron en la probabilidad de que se introdujera un cambio tecnológico las variaciones de los precios y del costo del capital⁹. La probabilidad fue mayor en los países en los que se registraron mayores alzas de precios entre las dos rondas, mientras que en los países en los que el costo del capital aumentó mucho más que en los demás la probabilidad de adopción de un cambio tecnológico fue menor. Los dos resultados son significativos con un 99% de confianza estadística (véase el cuadro 5).

⁸ Los salarios mínimos reales prácticamente se duplicaron (aumento de 1,72 veces) en los países en los que se dio el cambio tecnológico, en tanto que la participación laboral aumentó mucho más en los países en los que este no se produjo (3,49% y 0,08%, respectivamente).

⁹ La tasa de interés real se utilizó como variable sustituta (proxy) del costo del capital.

También se observaron factores que influyeron negativamente en la probabilidad de un cambio tecnológico, relacionados con el crecimiento económico de los países¹⁰ y el aumento de la población, aunque el resultado correspondiente al segundo fue solo significativo con un 85% de confianza estadística.

Si bien se esperaba que los países que habían prosperado más en términos económicos tuvieran más posibilidades de adoptar nuevas tecnologías, lo que ocurrió en la práctica fue que estos países continuaron elaborando los censos con métodos tradicionales. En efecto, mientras el ingreso de los países que utilizaban tecnología de primera generación mostró un incremento del 22% entre ambas rondas, el ingreso de los que cambiaron de tecnología se elevó apenas un 13%. Por supuesto, cabe advertir que los países con un PIB inferior fueron los que crecieron más, lo que confirma una vez más la conocida hipótesis sobre la convergencia de ingresos. Lo anterior permite concluir, entonces, que los beneficios del crecimiento muy probablemente se canalizaron a otras actividades de mayor prioridad para los gobiernos y, como suele ocurrir, se mantuvieron las restricciones presupuestarias aplicables a las operaciones censales. De lo anterior también se puede inferir que los países más ricos, que crecieron más aceleradamente, prefirieron el cambio tecnológico, probablemente con el propósito de buscar nuevas alternativas para reducir, a través del uso de nuevas tecnologías, el alto costo de dichas operaciones.

Con respecto al crecimiento poblacional, se observa una disminución de 1,07 puntos porcentuales de la probabilidad de adopción de cambios tecnológicos por cada punto porcentual de aumento de la población. Es probable que este efecto sea un reflejo de la menor exposición al riesgo de los institutos nacionales de estadísticas ante la necesidad de investigar cambios demográficos aparentemente muy marcados, que los motivaría a continuar utilizando la tecnología en cuya aplicación ya han logrado acumular cierta experiencia. Sin embargo, este razonamiento se debe considerar con cautela, debido a que el resultado pertinente no fue robusto desde el punto de vista estadístico (véase el cuadro 5).

Se observó, asimismo, que la disponibilidad de recursos provenientes de la cooperación internacional, bilateral y multilateral, influyó positivamente en la probabilidad de adopción de un cambio tecnológico, lo que demuestra que probablemente este se vio facilitado por alguna forma

¹⁰ El ingreso de los países se calculó sobre la base del producto interno bruto real per cápita a precios de 2005.

de asistencia externa¹¹. Concretamente, el aumento de un punto porcentual de este tipo de asistencia ejerció una influencia positiva de 0,02 puntos porcentuales en la probabilidad de introducción de cambios tecnológicos en los censos. Este resultado fue significativo con un 95% de confianza estadística (véase el cuadro 5).

Por último, aunque se esperaba que el 31% de los países modificaran la tecnología empleada durante la ronda de 2010, los datos preliminares muestran que los cambios tecnológicos representarán prácticamente el doble del porcentaje estimado (58%). Esto indica que varios países en los que no se preveían cambios ya los adoptaron o se proponen hacerlo durante la ronda de 2010, lo que los clasifica en la categoría de países dispuestos a asumir riesgos. La estimación del coeficiente de aversión al riesgo confirma este hallazgo: de hecho, este fue positivo ($\rho = 0.27$), lo que indica que los institutos nacionales de estadísticas se han mostrado más propensos a asumir los riesgos que supone el cambio tecnológico durante la ronda de 2010. En efecto, los datos preliminares confirman que en la región se habrá acentuado notablemente la adopción de tecnología de segunda (60%) y tercera generación (40%) cuando concluya la ronda de 2010.

4 . Determinantes de la elección de tecnología para la realización de censos de población

Los factores determinantes de la elección de nuevas tecnologías para la realización de censos de población en la región se presentan en el cuadro 6, que contiene el resumen de los resultados obtenidos con el modelo logit multinomial (ecuación 3). Estos resultados permiten concluir que el proceso de elección de tecnología de primera y segunda generación presenta grandes similitudes. Efectivamente, la mayoría de los coeficientes no demostraron ser estadísticamente significativos en la comparación de ambas tecnologías (véase el cuadro 6, columnas 1 y 2). Esto era previsible, dado que, por una parte, el costo promedio de ambas tecnologías no es muy diferente, y por otra, las respectivas operaciones censales difieren muy poco en cuanto a la estructura logística del relevamiento de la población. Al parecer, cuando se trata de elegir entre las tecnologías de primera y segunda generación el único factor determinante son las diferencias de remuneración promedio del personal del censo, la productividad laboral diaria (medida por el número de personas censadas en un día por cada encuestador) y la duración del trabajo de campo.

¹¹ La ayuda externa se calculó a través de una variable sustituta en la que se conjugaron las variaciones de la deuda y de la cooperación internacional (bilateral y multilateral) en una sola expresión: Δ porcentual de la externa) = Δ porcentual del acervo de deuda externa + Δ porcentual del total de la cooperación internacional.

La comparación de la tecnología de tercera generación con las dos primeras revela una tendencia diferente. Ante esta situación, y en vista de que el proceso de elección se ve estadísticamente afectado por un mayor número de variables (columnas 3, 4, 7 y 8 del cuadro 6), a continuación se presenta un breve recuento de sus principales determinantes, complementado con una serie de gráficos destinados a facilitar su comprensión y de un cuadro en el que se resumen todos los cambios marginales que influyen en el proceso de elección de tecnología para la realización de censos (véanse el gráfico 5 y el cuadro 7)

Como se observa en el cuadro 6, en el proceso de elección incide notablemente la duración de la operación censal. En efecto, si un instituto nacional de estadísticas se propusiera extender un censo en una semana la probabilidad de sustituir la tecnología análoga y de escáneres por dispositivos móviles de captura aumentaría un 30%. Este resultado era previsible, ya que los censos realizados con dichos dispositivos en la región se extendieron a lo largo de 120 días (4 meses), lo que se compara con un promedio de apenas 15 días de duración de los censos en que se utilizó tecnología análoga y 41 días en el caso de los censos en los que se utilizaron escáneres.

Algo similar ocurre con el número de preguntas incluidas en el cuestionario, ya que la adición de una sola pregunta aumenta un 23% la probabilidad de empleo de dispositivos móviles y un 0,3% la de usar escáneres; en cambio, reduce un 0,4% la probabilidad de empleo de la tecnología de primera generación. Esto significa que si, por alguna razón, los institutos nacionales de estadísticas de la región decidieran ampliar el número de preguntas incluidas en el cuestionario, como consecuencia de la investigación de nuevas temas, esta decisión se traduciría en un considerable aumento del empleo de dispositivos móviles de captura.

Cuadro 6
AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: ALGUNOS DETERMINANTES DE LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA PARA LOS CENSOS DE POBLACIÓN (RONDA DE 2000)

Variable	Segunda generación ^b		Tercera generación ^c		Primera generación ^a		Tercera generación ^b		Pseudo R ²	WaldTest	P(Wald)
	Coef. (log(odds))	Coef. (odds)	Coef. (log(odds))	Coef. (odds)	Coef. (log(odds))	Coef. (odds)	Coef. (log(odds))	Coef. (odds)			
Duración del trabajo de campo (número de días)	0,034* (0,018)	1,034* (0,019)	0,059*** (0,020)	-0,034* (0,021)	0,967* (0,017)	0,025** (0,010)	1,026** (0,011)	0,19	10,80	0,005	
Número de preguntas incluidas en el cuestionario (número máximo)	0,007 (0,019)	1,007 (0,019)	0,209*** (0,081)	1,233*** (0,100)	-0,007 (0,019)	0,203** (0,080)	1,225** (0,098)	0,17	896,19	0,00	
Tipo de censo (senso de hecho)	0,164 (0,828)	1,179 (0,976)	-38,934*** (2,225)	1,26-17*** (2,86-17)	-0,164 (0,828)	-44,098*** (2,215)	1,225*** (0,098)	0,16	10,32	0,006	
Productividad total del personal (población censada/encuestados)	4e-04 (0,002)	1,000 (0,002)	0,012*** (0,004)	1,012*** (0,004)	-4e-04 (0,002)	0,002 (0,004)	1,012*** (0,004)	0,13	5,83	0,054	
Productividad diaria del personal (población censada/encuestados) por día	-7e-02** (0,041)	0,928** (0,038)	-0,208* (0,120)	0,812* (0,098)	7e-02** (0,041)	1,077** (0,123)	0,875 (0,108)	0,17	3,44	0,179	
Costo total del capital (sustituto de inversión en activos físicos y otros gastos)	-0,010 (0,212)	0,990 (0,210)	-2,086** (1,127)	0,124*** (0,140)	0,010 (0,212)	1,010 (0,214)	0,125** (0,141)	0,23	9,59	0,05	
Costo total por trabajador (sustituto de remuneración promedio del personal)	0,001 (0,001)	1,001 (0,001)	0,004*** (0,002)	1,004*** (0,001)	-0,001 (0,001)	0,999 (0,002)	1,003** (0,002)	0,17	3,44	0,179	
Remuneración promedio diaria (costo total por trabajador/duración del censo)	-0,057* (0,033)	0,945* (0,031)	-0,251*** (0,101)	0,778*** (0,078)	0,057* (0,078)	1,058* (0,035)	0,824*** (0,082)	0,23	9,59	0,05	
Ingreso per cápita (PIB real per cápita)	-4,5e-05 (1,1e-04)	1,000 (1,1e-04)	-8,8e-05 (5,2e-04)	1,000 (0,001)	4,5e-05 (1,1e-04)	1,000 (1,1e-04)	-4,2e-05 (5,4e-04)	0,32	34,66	0,00	
Oferta laboral (tasa de participación laboral)	-0,014 (0,018)	0,986 (0,018)	-0,182* (0,126)	0,834* (0,105)	0,014 (0,105)	1,014 (0,108)	0,086 (0,127)	0,17	3,44	0,179	
Tasa global de desempleo	-0,021 (0,222)	0,979 (0,222)	-2,593* (1,791)	0,075* (0,134)	0,021 (0,222)	1,021 (0,232)	0,076* (0,139)	0,32	34,66	0,00	
Tasa de desempleo juvenil	0,074 (0,117)	1,077 (0,126)	1,569* (1,086)	4,800* (5,213)	-0,074 (1,117)	0,928 (1,019)	4,456 (4,926)	0,17	3,44	0,179	
Variación de la tasa de desempleo juvenil	0,173 (0,502)	1,189 (0,597)	1,040 (2,490)	2,809 (7,063)	-0,173 (0,502)	0,841 (0,422)	2,379 (5,878)	0,17	3,44	0,179	
Inserción de tecnología en la sociedad (variación del número de usuarios de Internet)	4,9e-04 (3,9e-04)	1,000 (3,9e-04)	1,002** (0,001)	1,002** (0,001)	-4,9e-04 (3,9e-04)	1,000 (0,001)	1,001 (0,001)	0,17	3,44	0,179	
Inflación (variación promedio de los precios)	-1,560 (3,269)	0,210 (0,687)	7,004 (10,226)	1,560 (11,260,8)	1,560 (3,269)	4,757 (15,550)	5,282 (51,651)	0,17	3,44	0,179	

Fuente: Elaboración propia.

Nota. * = 85%, ** = 95%, *** = 99%. Las cifras entre paréntesis indican el error estándar consistente por heterocedasticidad.

a Primera generación: lápiz, papel y digitación manual.

b Segunda generación: lápiz, papel especial y escáner.

c Tercera generación: dispositivos móviles de captura.

Gráfico 5 PROBABILIDADES Y FACTORES DETERMINANTES DE LA SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA

Primera generación

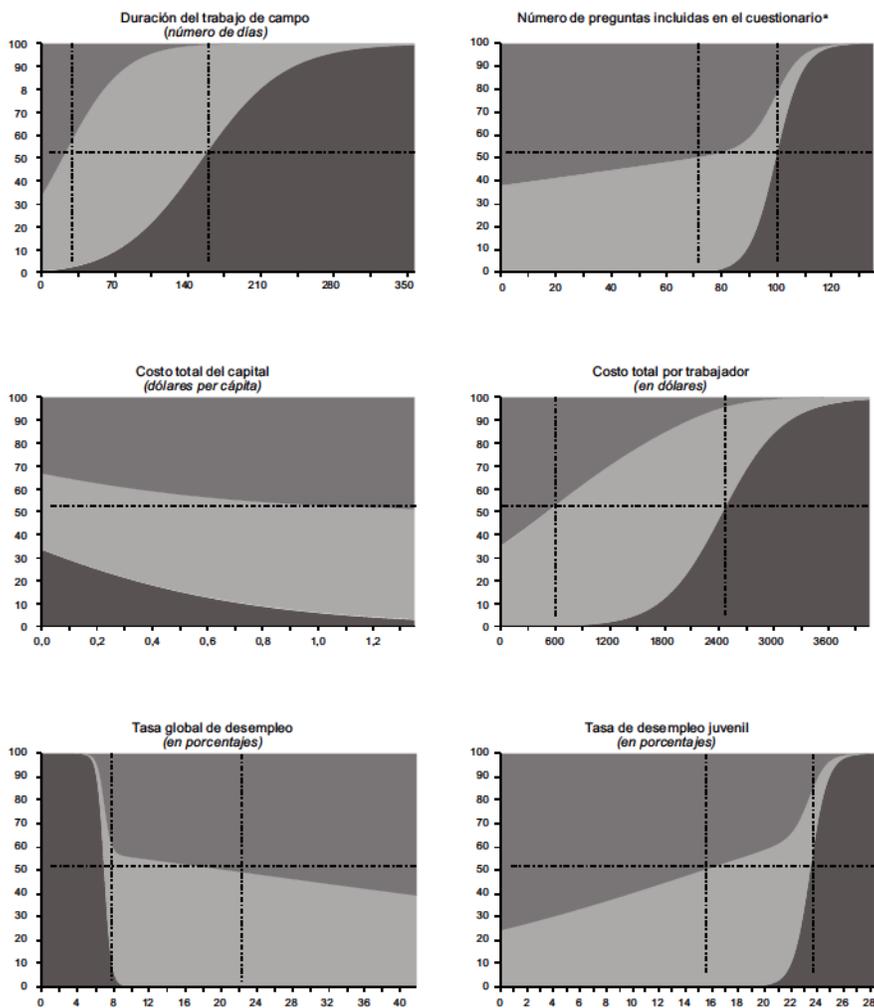


Gráfico 5 (continuación)

Segunda generación

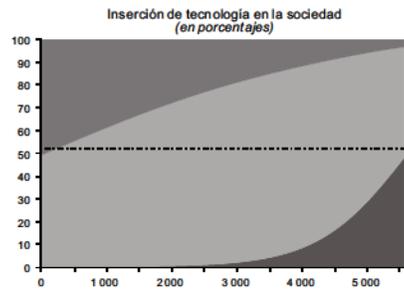
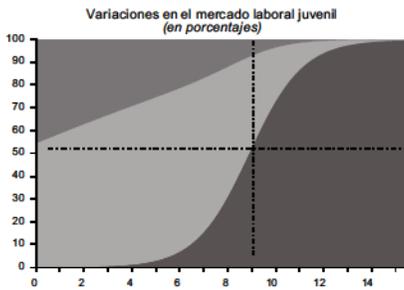
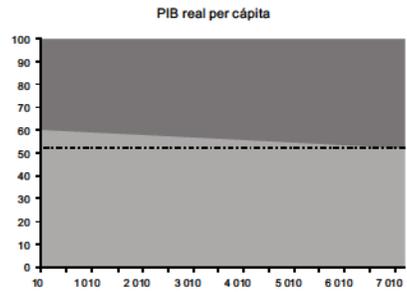
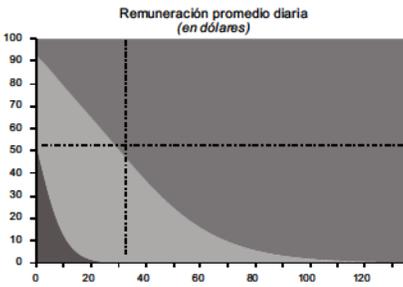
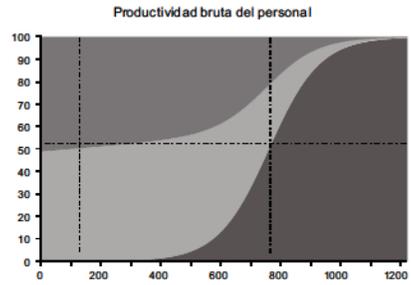
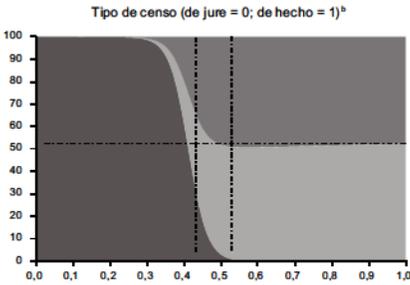
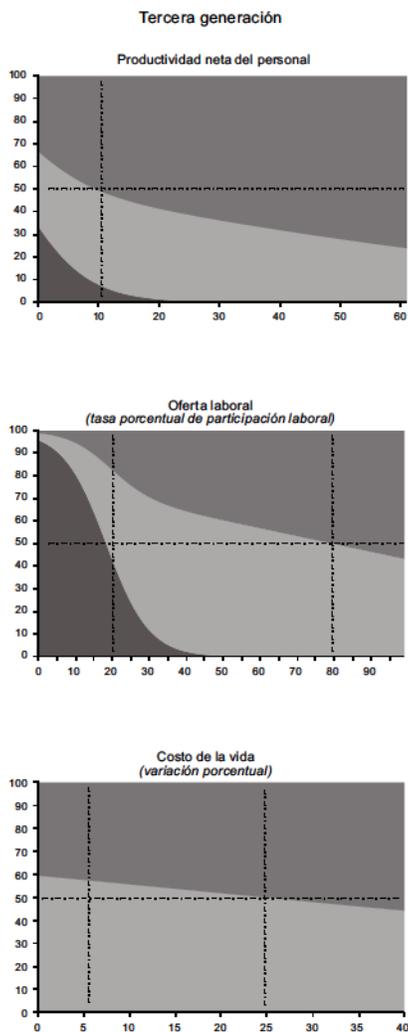


Gráfico 5 (conclusión)



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Primera generación: lápiz, papel y digitación manual.
 Segunda generación: lápiz, papel especial y escáneres.
 Tercera generación: dispositivos móviles de captura.

^a Bajo el supuesto de que el censo sea de jure.

^b Escala de abscisas reparametrizada al intervalo [0, 1]

Cuadro 7
CAMBIOS MARGINALES DE LA PROBABILIDAD DE SELECCIÓN DE
TECNOLOGÍA PARA LOS CENSOS DE POBLACIÓN

Variable (z_k)	$\frac{\partial \text{Prob}(y=j z)}{\partial z_k}$			Δ (z_k)	Unidad	Media (z_k)	Unidad
	$j=1G^a$	$j=2G^b$	$j=3G^c$				
Duración del trabajo de campo (número de días)	-2,196%	1,157%	3,736%	1	Día	35	Días
Número de preguntas incluidas en el cuestionario (número máximo)	-0,446%	0,248%	22,755%	1	Pregunta	73	Preguntas
Tipo de censo (de hecho)	-0,086%	0,078%	-32,308%	1	Punto %	43	%
Productividad total del personal (población censada/ encuestadores)	-0,030%	0,015%	1,177%	1	Persona	316	Personas
Productividad diaria del personal (población censada/ encuestadores por día)	1,361%	-0,530%	-15,943%	1	Persona	16	Personas
Costo total del capital (sustituto de inversión en activos físicos y otros gastos)	0,082%	0,072%	-1,985%	1	Centavo	1,23	Dólares
Costo total por trabajador (sustituto de remuneración promedio del personal)	-0,066%	0,054%	0,347%	1	Dólar	648	Dólares
Remuneración promedio diaria (costo total por trabajador/ duración del censo)	3,202%	-2,482%	-19,678%	1	Dólar	27	Dólares
Ingreso per cápita (PIB real per cápita)	0,253%	-0,201%	-0,623%	100	Dólares	4210	Dólares
Oferta laboral (tasa de participación laboral)	0,786%	-0,611%	-15,965%	1	Punto %	63	%
Tasa global de desempleo	1,201%	-0,896%	-92,429%	1	Punto %	9,97	%
Tasa de desempleo juvenil	-4,163%	3,230%	359,977%	1	Punto %	18,3	%
Variación de la tasa de desempleo juvenil	-0,097%	0,077%	0,948%	1	Punto %	32	%
Inserción de tecnología en la sociedad (variación del número de usuarios de Internet)	-0,027%	0,022%	0,165%	1	Punto %	520,9	%
Inflación (variación promedio de los precios)	0,009%	-0,006%	0,079%	1	Punto %	10,13	%

Fuente: Elaboración propia.

^a Primera generación: lápiz, papel y digitación manual.

^b Segunda generación: lápiz, papel especial y escáneres.

^c Tercera generación: dispositivos móviles de captura.

También cabe señalar que la probabilidad de emplear dispositivos de ese tipo disminuye en forma marcada (32%) cuando el instituto nacional opta por hacer un censo de hecho en lugar de un censo de jure. Este dato pone de manifiesto la necesidad de que los institutos nacionales logren un equilibrio entre costos, eficiencia y efectividad de la operación censal. Normalmente, los institutos optan por la paralización de la población en la fecha censal, con el fin de reducir al máximo la posibilidad de error por doble registro. Muchos países pueden considerar que los censos de hecho ofrecen mejores posibilidades de registro, ya que en ellos solamente se indaga sobre los habitantes del hogar en la fecha censal. Por lo tanto, y para asegurar la cobertura de toda la población, los institutos nacionales se ven forzados a desplegar numerosos equipos de empadronadores en todo el territorio, para que la mayor parte del relevamiento se pueda hacer durante el día del censo dado a conocer con varios meses de anterioridad. En este contexto, la necesidad de movilizar un gran número de encuestadores impone una restricción natural a la utilización de dispositivos móviles en censos de grandes dimensiones, ya que se requerirían mayores recursos para la adquisición de equipos y la adecuación de la infraestructura tecnológica. Por este motivo, la utilización de dispositivos móviles obliga en cierta medida a los institutos nacionales a realizar censos de jure, dado que el relevamiento con dispositivos móviles suele tardar varias semanas, debido a la necesidad de lograr un equilibrio entre costos de equipamiento y calidad de la información.

En lo que respecta a la productividad del personal, se debe distinguir la productividad total (relación entre el número de personas censadas y el número de personas que trabajaron en el censo) de la productividad diaria, que consiste en la misma relación pero medida por cada día de trabajo de campos. Como se preveía, el incremento de la productividad total en una unidad aumenta un 12% la probabilidad de elección de la tecnología basada en el uso de dispositivos móviles, en lugar de tecnologías con uso de escáneres o análoga; en cambio, la adición de un solo formulario a la productividad diaria se traduce en una disminución del 16% de la probabilidad de elección de esa tecnología, en lugar de tecnologías basadas en formularios de papel. Esta relación inversa obedece básicamente a que la tecnología de tercera generación exige la contratación de personal más calificado, lo que contrasta con el uso intensivo de recursos humanos en los censos tradicionales.

Otro factor que influye en la elección de tecnología es el costo del capital, entendido en este contexto como el valor de las inversiones en activos físicos, dispositivos electrónicos de computación e infraestructura

de comunicaciones. Como cabía prever, un aumento del 1% de este costo reduce un 2% la probabilidad de elegir la tecnología de tercera generación, principalmente debido al uso intensivo de dispositivos móviles y de la red de transmisión de datos. Por otra parte, llama la atención que en caso de que el costo del capital sea cero la probabilidad de empleo de dispositivos móviles no supere el 33% (véase el gráfico 5), lo que permite suponer que, a pesar de ser un factor importante, dicho costo no es determinante de la elección de una determinada tecnología.

Por otra parte, dado que la duración del trabajo de campo es mayor en los censos realizados con dispositivos móviles que en los censos tradicionales y que estos dispositivos suponen un uso intensivo de recursos humanos, es natural que el costo por trabajador sea mucho mayor en los primeros¹². En este sentido, y como era previsible, a medida que el costo por trabajador aumenta, la probabilidad de elegir la tecnología de primera y segunda generación disminuye un 6% y un 3%, respectivamente, en comparación con el uso de la tecnología de tercera generación (véase el gráfico 5). Esto se debe a que los censos en los que se aplica tecnología de primera o segunda generación hacen un uso intensivo de recursos humanos y, por consiguiente, el aumento del costo por trabajador elevaría notablemente el costo del censo.

El análisis de un escenario en el que el costo laboral se reduce a cero¹³ arroja un resultado interesante, ya que en tal caso sería mucho más probable aplicar exclusivamente tecnología analógica (65%) que utilizar escáneres (35%). Cabe señalar que esta tecnología supone un uso marginalmente más intensivo de recursos humanos, por el hecho de que solamente se sustituye al personal encargado de la digitación por el uso de escáneres. Además, cuando se emplea tecnología de segunda generación se requiere personal con mayor nivel de calificación para las labores de relevamiento, dado que la anotación de las respuestas en la boleta censal exige un cierto dominio de caligrafía y, por lo tanto, una mayor capacitación del personal, lo que incrementa el costo por trabajador.

Por otra parte, el control del costo laboral por el número de días de duración de la operación censal revela una tendencia diferente, ya que la probabilidad de optar por dispositivos móviles de captura aumenta a medida que disminuye la remuneración diaria del personal (véase el gráfico 5). Esta tendencia obedece al equilibrio que procuran establecer los

¹² Dado que los censos con dispositivos móviles de captura requieren de personal más calificado, tanto para las actividades de preparación como para las de ejecución, es de esperar que la remuneración por trabajador en este tipo de censos sea superior.

¹³ Esto es lo que ha ocurrido en varios censos realizados en la región en los que se han utilizado voluntarios para las labores de relevamiento.

institutos nacionales de estadísticas entre costos y calidad cuando llevan a cabo censos con esta tecnología, puesto que solo es posible alcanzarlo si se logra negociar contratos laborales más prolongados junto con mantener invariable el costo laboral, lo que, evidentemente, reduce la remuneración diaria por trabajador.

Finalmente, el proceso de elección de una determinada tecnología también depende de factores que influyen en el contexto general de adopción de decisiones en la etapa de preparación del censo. Entre otros, se advierte la existencia de factores de orden macroeconómico que podrían influir en la elección de la tecnología.

En efecto, se observa que un incremento del 1% de la oferta laboral reduce un 16% la probabilidad de elegir la tecnología de tercera generación, lo que confirma los resultados expuestos en relación con el cambio tecnológico registrado entre las rondas de 1990 y 2000. Este efecto se podría explicar a la luz de la dinámica de un mercado laboral caracterizado por una demanda rígida e inelástica, que provocaría variaciones negativas y elásticas de los salarios reales ante incrementos de la oferta laboral, situación que incentivaría a los institutos nacionales a utilizar tecnologías que suponen un uso intensivo de recursos humanos. En cambio, y dadas las mismas condiciones, una disminución de la oferta laboral incentivaría la utilización de dispositivos móviles de captura y permitiría prescindir del uso intensivo de encuestadores.

Asimismo, se observa que un aumento del 1% de la tasa de desempleo se traduce en una disminución del 23% y el 0,1% de la probabilidad de adoptar las tecnologías de tercera y segunda generación, respectivamente, pero aumenta la probabilidad de adopción de la tecnología de primera generación (0,1%). Esta tendencia puede ser un reflejo de la presión social ejercida por un alto nivel de desocupación, que incentivaría a los institutos nacionales a emplear a trabajadores no absorbidos por el mercado laboral, especialmente cuando se trata de operaciones masivas como los censos de población.

En el caso del desempleo juvenil se observa una tendencia diferente, ya que si este aumenta un 1% la probabilidad de elegir las tecnologías de segunda y tercera generación aumenta un 0,3% y un 16% respectivamente. Como es evidente, en el caso de los dispositivos móviles el efecto es muy elástico, lo que contrasta con el efecto inelástico ejercido en la elección de tecnología de segunda generación. Esta diferencia podría atribuirse a la mayor familiaridad de los jóvenes con el uso de dispositivos móviles de captura (entre otros, agendas electrónicas de bolsillo, computadores

portátiles y “teléfonos inteligentes”). Esta ventaja comparativa de los jóvenes podría motivar a los institutos nacionales de estadísticas a contratarlos ante la existencia de altos niveles de desempleo juvenil. En efecto, cuando la variación del desempleo juvenil es de un 1% la probabilidad de adopción de las tecnologías de tercera y segunda generación aumenta un 10% y un 0,8%, respectivamente, en tanto que la probabilidad de adopción de la tecnología de primera generación disminuye un 1%. También en este caso, las variaciones elásticas de la elección de la tecnología de tercera generación confirman que el excedente disponible de trabajadores jóvenes influye positivamente en la introducción de dispositivos móviles de captura para la realización de censos de población.

Otro factor que influye en la adopción de estos dispositivos es el grado de difusión de nuevas tecnologías en una sociedad. Para medirlo se utilizó como variable sustituta la variación del número de usuarios de Internet entre las décadas de 1990 y 2000. Los resultados concuerdan con las expectativas, puesto que las probabilidades de adopción de dispositivos móviles son más altas en los países que se caracterizan por una inserción tecnológica más acelerada; concretamente, el aumento de un 1% del ritmo de inserción se traduce en un incremento del 2% de la probabilidad de elección de la tecnología basada en el uso de dispositivos móviles y de solo un 0,22% de la probabilidad de adopción de la tecnología basada en el uso de escáneres. En cambio, en las mismas circunstancias la probabilidad de uso de la tecnología completamente análoga se reduce un 0,27%.

Por último, en los países con un costo de vida más alto la probabilidad de empleo de dispositivos móviles aumentó elásticamente, a una tasa del 8%, por cada punto porcentual de alza de la inflación. Este resultado concuerda con la dinámica del mercado laboral y las variaciones del costo por trabajador, ya que, por lo general, en los países de la región la presión inflacionaria proviene de las actividades con escaso valor agregado y del sector primario de la economía, lo que influye directamente en los salarios nominales. Además, la mayor parte de los adelantos tecnológicos que llegan a la región proceden de países con mayor nivel de desarrollo, que generalmente están expuestos a menores tasas de inflación. Todo lo anterior incentiva a los institutos nacionales de estadísticas a sustituir la tecnología basada en uso intensivo de recursos humanos por el empleo de dispositivos móviles de captura.

5. Algunos efectos metodológicos y logísticos del empleo de dispositivos móviles de captura en los censos

Como se ha indicado en las secciones anteriores, el uso de dispositivos móviles de captura en los censos de población no solo influye en los costos, sino que también tiene efectos metodológicos y logísticos, que a su vez pueden contribuir significativamente a que la información recolectada sea precisa y oportuna.

Por ejemplo, se ha informado que el uso de dispositivos móviles permite mejorar considerablemente la calidad de las respuestas a preguntas en relación con las cuales se había determinado que la fuente de error provenía del mismo informante. En efecto, con respecto a las preguntas sobre la edad de los miembros del hogar se ha comprobado en varios censos experimentales¹⁴ que el uso de estos dispositivos permite un mejor registro de la edad de las mujeres cuando se incluye una pregunta sobre el año de nacimiento al inicio del formulario electrónico. Lo mismo ocurre con las preguntas sobre migración y movilidad reciente, ya que el dispositivo móvil se puede programar para que advierta al encuestador sobre cualquier inconsistencia durante la misma entrevista, lo que ofrece una oportunidad de confirmar la información. La recopilación de información precisa sobre los grupos etarios y las matrices de migración mediante dispositivos móviles es uno de los beneficios que se pueden atribuir directamente al uso de esta tecnología¹⁵.

En lo que respecta a los efectos logísticos, destaca la simplificación de las labores de supervisión, avance que no pone en peligro la calidad del censo, a la que se le suma la posibilidad de equipar a los encuestadores con otras herramientas que reducen significativamente el tiempo necesario para el relevamiento, gracias a que los dispositivos móviles pueden complementarse con sistemas de posicionamiento global (GPS), teléfonos celulares, cámaras de video y fotografías. La telefonía celular ofrece la posibilidad de personalizar considerablemente la supervisión en el terreno, ya que permite un mayor contacto entre supervisores y encuestadores siempre que la red de telecomunicaciones tenga una cobertura apropiada. Esta opción permite dirigir más fácilmente las operaciones de campo y ayudar al encuestador a resolver situaciones puntuales e imprevistos. Por otra parte, si se dispone de cartografía digital y esta se incorpora a los dispositivos móviles, los encuestadores

¹⁴ Se trata específicamente de los censos experimentales realizados en el Brasil, el Paraguay y el Uruguay como parte de la ronda de 2010, con asistencia del BID.

¹⁵ También se ha constatado una mejora de la información recolectada sobre relaciones de parentesco, discapacidad y servicios de la vivienda.

pueden contar con una herramienta muy útil que les permita desplazarse óptimamente en el área que les ha sido asignada utilizando un equipo de posicionamiento global. Además, la posibilidad de tomar fotografías con los dispositivos móviles permite documentar y actualizar la cartografía digital en caso de que haya habido cambios.

Es de esperar que el perfeccionamiento de la información recolectada y la menor duración de la entrevista faciliten la inclusión de un mayor número de preguntas en los formularios censales electrónicos. La tendencia a la ampliación de los censos es una respuesta natural a la constante necesidad de investigar diversos y variados fenómenos sociodemográficos, por lo que el uso de dispositivos móviles en los censos inclinaría la balanza a favor de los investigadores de temas específicos, sin perjuicio de las recomendaciones metodológicas acerca de la indagación de temas tradicionales.

Por último, se deberían estudiar más en detalle los posibles efectos del diseño de un cuestionario digital y de su manejo desde la pantalla del dispositivo móvil. La modalidad de desplazamiento de las preguntas del formulario (horizontal o vertical) podría influir en el desempeño del censista, y por consiguiente, en la calidad de la información recolectada. Otro aspecto que se debe tener en cuenta en la realización de censos con dispositivos móviles de captura es la infraestructura tecnológica y de comunicaciones existente en el país, dado que en caso de que esta presente deficiencias la transmisión de la información censal podría adolecer de retrasos, lo que anularía una de las principales ventajas de esta tecnología.

6. Algunos efectos de los dispositivos móviles de captura en términos de costos y productividad

Siempre que se inician los preparativos de un censo, es normal que aparezcan innumerables solicitudes de investigadores y potenciales usuarios de las estadísticas censales, en el sentido de que se incluyan determinadas preguntas y se estudien fenómenos relacionados con la población. La demanda de inclusión de nuevos temas muchas veces es tan amplia que los institutos de estadísticas tienen que sostener largas discusiones con los usuarios de los datos censales, solo con el fin de lograr un equilibrio entre el número de preguntas y los costos conexos.

Típicamente, en estas discusiones se plantean argumentos contradictorios: por una parte, se sostiene que, por ser la investigación con mayor cobertura de la población, el censo debería aportar más

información fuera del simple registro del número de habitantes y sus viviendas, puesto que es una oportunidad única para investigar fenómenos socioeconómicos y culturales. Por otra parte, se argumenta que la calidad de la información censal puede verse afectada si el número de preguntas es excesivo.

En estas discusiones también se plantean argumentos financieros, como los relacionados con el presupuesto, debido a que los institutos nacionales están obligados a encontrar la manera de incluir una batería de preguntas que se ajuste al presupuesto del censo. Un mayor número de preguntas exige una mayor cantidad de recursos, entre otros papel, tinta, instrumentos para consignar las respuestas en la boleta censal y medios para el almacenamiento de la información. También alarga la duración de la entrevista, lo que supone una mayor carga laboral. Por todos estos motivos, la determinación del número de preguntas en una decisión clave que se debe adoptar en todos los censos.

La prescindencia de papel y tinta que permite el empleo de dispositivos móviles, así como la menor cantidad de recursos necesarios para digitación, tanto si se emplean escáneres como este tipo de dispositivos, puede traducirse en economías de escala si se incrementa el número de preguntas, aunque fuera del análisis teórico no se dispone de datos contundentes que respalden esta hipótesis. A continuación, se describe una estimación del efecto que tiene la cantidad de preguntas en términos de costos, realizada sobre la base de la información recolectada y el modelo presentado en la sección II.

En el cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos con la ecuación (4). Como se observa en el cuadro, el costo por pregunta incluida en el cuestionario censal varía significativamente de acuerdo a la tecnología utilizada. En promedio, cada pregunta adicional supone un incremento del costo per cápita de un 2,2%, un 2,04% y un 1,2%, dependiendo de que la tecnología empleada sea de primera, segunda o tercera generación. Según las estimaciones, la variación del costo es elástica cuando se utilizan tecnologías de primera y segunda generación (1,6% y 1,4%, respectivamente) e inelástica en caso de aplicación de la tecnología de tercera generación (0,94%).

Cuadro 8
COSTO DE LOS CENSOS POR NÚMERO DE PREGUNTAS INCLUIDAS CON EMPLEO DE DISTINTAS TECNOLOGÍAS

Número de preguntas	Costo (en dólares per cápita)			Diferencia porcentual		
	1G ^a	2G ^b	3G ^c	2G-1G	3G-2G	3G-1G
10	0,68	0,66	0,62	-2%	-7%	-9%
20	0,85	0,81	0,70	-4%	-14%	-17%
30	1,06	1,00	0,80	-6%	-20%	-25%
40	1,33	1,23	0,91	-8%	-26%	-32%
50	1,67	1,50	1,03	-10%	-31%	-38%
60	2,09	1,84	1,18	-12%	-36%	-44%
70	2,62	2,26	1,34	-14%	-41%	-49%
80	3,28	2,78	1,52	-15%	-45%	-54%
90	4,11	3,40	1,73	-17%	-49%	-58%
100	5,15	4,18	1,97	-19%	-53%	-62%
110	6,46	5,12	2,25	-21%	-56%	-65%
120	8,09	6,28	2,56	-22%	-59%	-68%

Fuente: Elaboración propia.

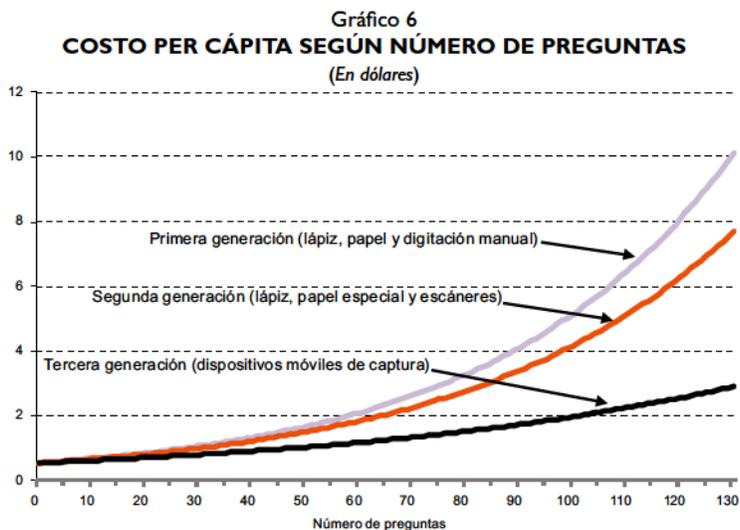
^a Primera generación: lápiz, papel y digitación manual.

^b Segunda generación: lápiz, papel especial y escáner.

^c Tercera generación: dispositivos móviles de captura.

En términos más específicos, si la boleta censal contiene 40 preguntas el costo per cápita del censo es un 8% inferior cuando se emplea la tecnología de segunda generación en lugar de la tecnología de primera generación, pero un 32% más bajo si la tecnología utilizada es de tercera generación. En el caso de un censo con cuestionarios de 80 preguntas el costo sería hasta un 54% más bajo si se emplearan dispositivos móviles en lugar de utilizarse la tecnología tradicional.

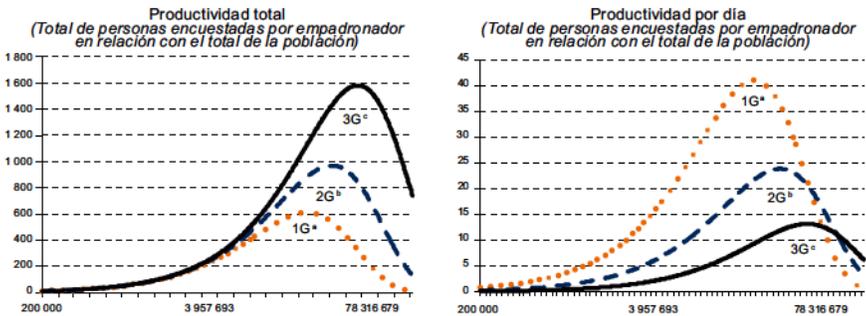
Es interesante observar que la diferencia en términos de costos no es muy marcada cuando se comparan las tecnologías de primera y segunda generación, especialmente cuando la estimación se basa en cuestionarios con menos de 70 preguntas, caso en el cual la diferencia promedio es inferior al 10% (véanse el cuadro 8 y el gráfico 6). Este resultado es consistente con la estimación de la probabilidad de elección entre ambas tecnologías, ya que una vez superado dicho umbral es más probable que se utilice la de segunda generación en (véase el gráfico 5). Lo anterior permite suponer que a partir de ese punto los efectos negativos en lo que respecta a los costos de digitación y almacenamiento llevan a los institutos nacionales a sustituir esta tecnología por la de lectores ópticos con escáneres para el almacenamiento de los datos. Según nuestras estimaciones, de 70 preguntas en adelante los costos de digitación y almacenamiento aumentan a una tasa promedio del 0,27% por pregunta adicional incorporada en la boleta censal.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, con respecto a la productividad del personal que participa en los censos, se observan diferencias significativas que pueden atribuirse directamente a la tecnología empleada. En efecto, la productividad diaria del personal es mucho mayor en los censos tradicionales que en los censos en los que se utilizan dispositivos móviles de captura (véase el gráfico 7). Mientras en un censo tradicional el número de encuestados por empadronador es de 22 personas por día, el empleo de estos dispositivos lo reduce a apenas 7 personas por día. Esta diferencia obedece a las diferencias relativas a la duración de la operación censal, puesto que en los censos tradicionales, en los que se emplea casi 6,4 veces más personal, el relevamiento demora alrededor de 28 días, mientras que los censos en los que se utilizan dispositivos móviles tardan en promedio 120 días. La productividad máxima diaria es en promedio de 32 personas por día en los censos tradicionales (tecnología de primera y segunda generación), lo que se compara con 13 personas por día en los realizados con dispositivos móviles (tercera generación).

Gráfico 7
PRODUCTIVIDAD DEL PERSONAL SEGÚN TECNOLOGÍA UTILIZADA



Fuente: Elaboración propia.

^a Tecnología de primera generación: lápiz, papel y digitación manual.

^b Segunda generación: lápiz, papel especial y escáneres.

^c Tercera generación: dispositivos móviles de captura.

Esta tendencia se invierte cuando se mide la productividad a lo largo de todo el período de relevamiento. En efecto, en su punto máximo la productividad total por trabajador en los censos en los que se emplean dispositivos móviles es dos veces superior a la registrada en los censos tradicionales (véase el gráfico 7). Resulta interesante que este diferencial aumente de forma inelástica a una tasa del 0,4% cuando la magnitud de la población corresponde a un país de tamaño mediano (26 millones de personas), pero de forma elástica, a una tasa del 1,9%, cuando se trata de una población como la del Brasil (200 millones de personas). Lo anterior indicaría que la maximización de la productividad en los censos en los que se emplean dispositivos móviles de captura ocurre en países con mayor población, ya que en los menos poblados la productividad total no muestra diferencias significativas en respuesta a un cambio de tecnología.

C. Conclusiones

Aunque el uso de nuevas tecnologías en los censos de población es un fenómeno que se viene produciendo en la región desde la ronda de 1990, se espera que, una vez que finalice la ronda de 2010, se observen cambios más generalizados. La propagación del uso de escáneres, cartografía digital (o de precisión), dispositivos móviles de captura y sistemas de posicionamiento global terminará dejando atrás los censos tradicionales basados en el uso de lápiz y papel, cartografía análoga (o de aproximación) y digitación manual de los cuestionarios censales. Estos cambios son una muestra de la evolución de los censos y reflejan la senda que tomarán en el futuro

Los responsables de estos cambios tecnológicos son los institutos nacionales de estadísticas, encargados de decidir si los incorporan o no. El principio fundamental que aplican los institutos nacionales los lleva a optar por la tecnología que, con un menor costo, garantice la recopilación de datos de calidad y oportunos. Como es bien sabido, los censos exigen una gran cantidad de recursos humanos y financieros de modo que las decisiones que se tomen con respecto a ellos deben ser objeto de extensas consultas, sobre todo cuando se trata de una actividad que se lleva a cabo cada diez años, como ocurre con los censos de población y de vivienda.

La información que sirve de base al presente documento permite pensar que los institutos nacionales de estadísticas actúan conforme a criterios de racionalidad económica y, a la vez, tomando seriamente en consideración las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías para la realización de censos.

Básicamente, la información recopilada demuestra que los institutos nacionales actúan conforme a criterios de minimización de costos cuando deciden qué tecnología utilizar en los censos de población. En efecto, los países en los que los salarios reales crecieron menos y hubo un mayor incremento de la oferta laboral son aquellos en los que se optó por aplicar la tecnología tradicional. En otros casos, el interés por reducir los costos ante un aumento de la inflación y un abaratamiento del costo del capital llevó a los institutos nacionales a adoptar nuevas tecnologías. De acuerdo con datos preliminares, se espera que al finalizar la ronda de 2010 el 58% de los países de la región hayan adoptado una nueva tecnología en comparación con la ronda de 2000.

Con respecto a la probabilidad de optar por una de las tecnologías disponibles, no se observaron grandes diferencias entre los procesos de elección de tecnología de primera y segunda generación. En cambio, los institutos nacionales perciben grandes diferencias cuando comparan estas dos tecnologías con la de tercera generación. Al parecer, los institutos nacionales tienden a escoger esta última, por considerar que les permite incorporar un mayor número de preguntas al cuestionario censal a un menor costo y que eleva la productividad total del personal contratado. Ambas percepciones concuerdan con las observaciones sobre la aplicación de criterios destinados a minimizar los costos por los que se han regido los institutos. No obstante, ambas ejercen una enorme influencia en la modalidad de relevamiento, ya que los obligan a realizar censos de jure, lo que significa prolongar por varios meses las operaciones en el terreno y a subdividir las en varias etapas.

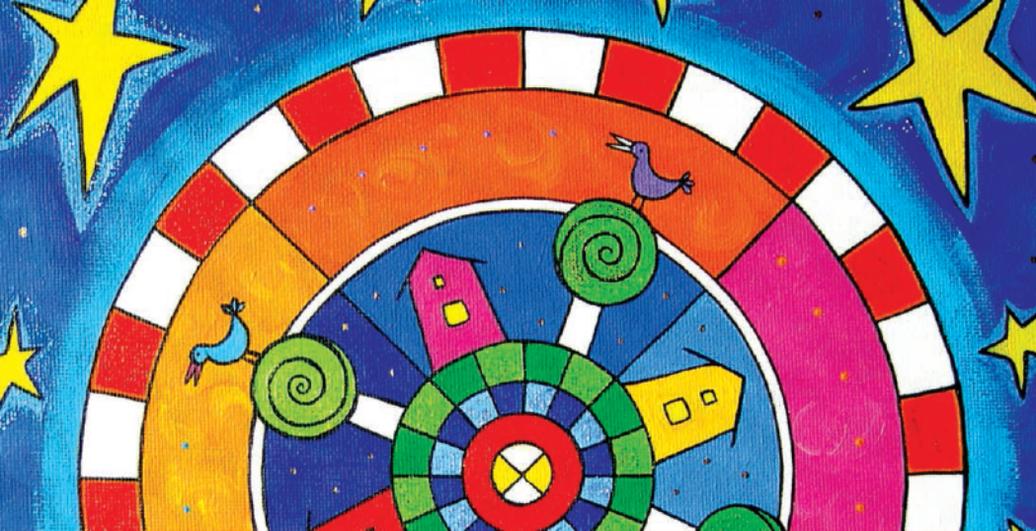
Posiblemente esta sea la única alternativa de que disponen los institutos nacionales para lograr un equilibrio entre costos y calidad cuando optan por utilizar dispositivos móviles, dado que la ampliación del período de relevamiento abarata la remuneración diaria de los encuestadores pero disminuye su productividad por día. Esta situación también responde a la racionalidad económica, pues en condiciones óptimas una menor productividad implica un menor nivel de remuneración y viceversa. Este razonamiento también es válido en relación con la productividad total de la mano de obra, ya que esta aumenta significativamente cuando se emplean dispositivos móviles, lo que eleva la remuneración de los encuestadores. Es muy probable que su mayor nivel de calificación explique también el incremento de la productividad y la remuneración cuando se utilizan dispositivos móviles.

La comparación de los costos de las distintas tecnologías aportó información según la cual los censos en los que se emplean dispositivos móviles son hasta un 35% más baratos que los realizados con lápiz y papel (primera y segunda generación). En este análisis no se consideraron los costos que supone la “paralización” de toda la población, factor que también favorecería el uso de dispositivos móviles si lo que interesa es minimizar costos, tanto directos como indirectos.

Por último, en este artículo también se presenta información sobre los efectos de la tecnología en términos de costos y productividad. Al respecto, se observó que el uso de dispositivos móviles podría llegar a duplicar la productividad total del personal contratado para el censo, junto con reducir un 45% el costo por pregunta de un cuestionario censal compuesto por 70 preguntas. El ahorro que esto supone aumenta a una tasa promedio del 3% por cada pregunta adicional que se incorpora al formulario.

Bibliografía

____ Naciones Unidas (2009), *Census Data Capture Methodology. Technical Report*, Nueva York, Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DAES), División de Estadística, septiembre [en línea] http://unstats.un.org/unsd/demographic/sources/census/2010_PHC/docs/CensusDataCaptureMethodology.pdf.



Primera edición
Impreso en Naciones Unidas • Santiago de Chile • S1200724
ISSN 0303-1829
ISBN 978-92-1-221106-0 • Número de venta S.13.II.G.7
Copyright © Naciones Unidas 2012

