

CARTOGRAFÍA CENSAL EN COSTA RICA: DE LO ANÁLOGO A LO DIGITAL

CARTOGRAPHY CENSUS IN COSTA RICA: FROM ANALOG TO DIGITAL FORMAT

Mario Fallas Paniagua¹

Instituto Nacional de Estadística y Censos, Costa Rica

RESUMEN

Costa Rica ha carecido desde el año 2000, de información censal actualizada, por ello, en el 2011, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) realizó el X Censo Nacional de Población y el VI de Vivienda. Este censo se empezó a preparar aproximadamente con tres años antes de su fecha de ejecución, de modo que se planteó una nueva estrategia metodológica para abordar a la población en cada uno de sus hogares, así como para hacer la representación cartográfica del espacio geográfico del país. El presente artículo pretende evidenciar los cambios más significativos para culminar la construcción de una cartografía digital, asociada a un Sistema de Información Geográfica (SIG) con características exclusivamente censales. Con ello, se pretende discutir la utilización, los beneficios y las consecuencias que a partir de esta cartografía puede obtener la sociedad costarricense.

Palabras claves: censo, cartografía digital, Sistema de Información Geográfica.

ABSTRACT

Costa Rica has lacked updated census information since the year 2000. Therefore, in 2011, the National Institute of Statistics and Census (INEC) conducted the X National Population and Housing VI Census. Preparation for the census began three years before its execution date and resulted in a new methodological strategy to reach the population through home visits and also to map to the

¹ Licenciado en Geografía, pertenece a la Unidad de Cartografía del Instituto Nacional de Estadística y Censos. San José, Costa Rica. Correo electrónico: mariofp24@yahoo.com

country's geographical area. This article aims to show the most significant changes that culminated in the digital mapping associated with a Geographical Information System (GIS) with features exclusively from the census. With this, we discuss the use, benefits and consequences of this mapping to Costa Rican society.

Keywords: Costa Rica Census, Digital Cartography, Geographical Information System (GIS)

Introducción

Costa Rica, al igual que otros países de América Latina, se unió a la preparación de la ronda censal de la década de 2010

Reforzado por el apoyo coordinado de varios organismos internacionales, regionales y subregionales, entre los que se cuentan el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), División de Población de la Comisión Económica Para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA) y el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales (DESA) de las Naciones Unidas (CEPAL, 2009b, p.1).

De este modo, en nuestro país el INEC ha sido el encargado de los preparativos, la ejecución y la presentación final de los datos debelados a partir de la información recolectada en el X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011. Estos deberes se constatan en la Ley N° 7839, que establece a este Instituto como “el ente técnico rector de las estadísticas nacionales, y en su misión debe garantizar la producción de estadísticas públicas pertinentes, oportunas y de calidad para el conocimiento de la realidad del país” (INEC, 2011a, p.7).

La información derivada de un censo es de gran relevancia, ya que permite la toma de decisiones desde el ambiente político, así como la gestión de recursos en esferas educativas, económicas, sociales, demográficas, etcétera., además propicia investigaciones profundas de académicos y estudiantes, aunado a un nuevo flujo de re-información a partir de empresas privadas, que finalmente permitirán un mejor entendimiento de las situaciones de vida de los habitantes de una zona, un distrito, un cantón, una provincia o del país entero.

En esta línea, el propio INEC apuntaba que:

se requiere de información completa y actualizada sobre los aspectos claves que son objeto de las acciones del desarrollo nacional. En este

contexto, los Censos Nacionales de Población y Vivienda de 2011 tienen un papel primordial, al constituir la única fuente de datos capaz de brindar información detallada y para un mismo momento, de todas y cada una de las personas y las viviendas del país (2010, p.3).

Ahora bien, para obtener estos objetivos es necesario realizar una agenda enfocada en la planificación de las etapas censales, con el fin de generar una exposición eficiente de los datos que aportan información sobre las realidades del país. Dos grandes aristas de la actividad censal son la información estadística y la cartográfica, cada una de ellas requiere de tratamientos especiales, pero a su vez discurren en armonía. En este artículo se le da énfasis al componente cartográfico del Censo 2011 y se rescata la metodología utilizada por el INEC para recolectar la información de base cartográfica, así como las implicaciones de esta en la traducción y la construcción de geodatos espaciales en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Sin duda alguna, este censo provocó fuertes cambios en la concepción de su estructura y en el levantamiento de los datos tanto estadísticos como cartográficos, siendo, en principio, más marcados los que guían la automatización de procesos a través de equipos electrónicos especializados (por ejemplo, el escaneo de las boletas censales) o las que utilizan sistemas computacionales que permiten la conjunción de información en datos geoestadísticos (por medio de los SIG) u otras tecnologías en el levantamiento cartográfico, por ejemplo a través de un receptor GPS². No obstante, esta es una tarea que inicialmente maneja un telón nebuloso, puesto que el cambio de métodos algo rudimentarios a otros más técnicos genera fricciones y hasta temores. En plena concordancia con Martínez (2007), para estas experiencias se debe disponer de “una estrategia para la actualización y mejoramiento de la cartografía censal que considere procedimientos eficientes de actualización, el aprovechamiento de la información geográfica disponible en el país y la incorporación de las nuevas tecnologías” (p. 4).

De esta forma, se expondrán los principales cambios y beneficios que provocó la incursión de la cartografía censal con características digitales y

2 Un GPS es un sistema mundial de radionavegación alimentado por satélites en órbita. Los receptores GPS recogen las señales transmitidas desde un sistema de 24 satélites (21 activos y tres auxiliares) y desde sus estaciones terrestres (Naciones Unidas, 2010).

geoespaciales en el Censo de Costa Rica del año 2011, que contabilizó una población de 4 301 712 de personas en un total de 1 360 055 viviendas.

Antecedentes de los censos en Costa Rica

Los inicios de la actividad censal en nuestro país se remontan al año 1864, fecha en la que, según el INEC, se reconoce el primer Censo General de la República de Costa Rica. En total se han realizado nueve censos de población (1864, 1883, 1892, 1927, 1950, 1963, 1973, 1984, 2000) y cinco de vivienda (1949, 1963, 1973, 1984, 2000). Estos han sido los predecesores del Censo 2011, los que esgrimieron el camino de la experiencia en el levantamiento y la presentación de los datos censales, y, por lo tanto, permitieron grandes enseñanzas que han posibilitado mejores estrategias para alcanzar resultados más satisfactorios y con mayores estándares de calidad.

En términos concretos, a partir del censo de 1950 se inició la utilización de mapas en papel, como producto del levantamiento de la información, y por tanto, confección de cartografía censal; asimismo, se realizó una segregación del territorio, representado por medio de mapas distritales con segmentos censales en los cuales se lograba identificar tanto el espacio rural como el urbano³. Estas condiciones se desarrollaron para los censos de los años 1963, 1973, 1984 y 2000, y aunque en todos estos la elaboración cartográfica se dio por medio de métodos manuales, posteriormente se digitalizaron en un SIG.

A pesar de que en censos citados no se utilizaron técnicas digitales para la construcción de la cartografía censal, sin duda alguna la base metódica y teórica de su legado fue muy significativa, y gracias a la disponibilidad de la tecnología y a la apertura y renovación de ideas y formas de trabajo en las esferas administrativas del INEC el Censo 2011 logró plantear una metodología con un carácter geoestadístico que involucró la creación de la cartografía censal con mejores técnicas de levantamiento de la información territorial y con una interacción entre esta y su representación a través del SIG, junto a la exposición de los resultados estadísticos de la población de Costa Rica.

Un aspecto relevante es la actitud progresista de algunos miembros de la Unidad de Cartografía del INEC, ya que a principios del año 2000

3 Confróntese A, Ramírez, A. (2008). *Evolución en la definición y medición de lo rural en Costa Rica*, Lo rural es diverso. (p. 25-49). IICA. San José, Costa Rica.

lograron incursionar en el uso de los programas SIG, y como señaló un funcionario de esta área

se logró la adquisición de un equipo básico y un software gracias a algunas donaciones de organismos internacionales que facilitaron el proceso de experimentación a lo largo de los primeros años de esta década, aunado al apoyo irrestricto de la Dirección de Urbanismo de la Municipalidad de San José que compartió sus experiencias y avances en ese campo... (Ramírez, A. Geógrafo investigador del centro de Información del INEC. 6 de agosto de 2012).

De esta forma se construyeron los primeros pasos enfocados a la creación de la cartografía digital con características censales en el país.

Características conceptuales de la cartografía censal

Una de las consideraciones más importantes sobre la estructuración del componente cartográfico del Censo 2011 es que anteriormente no se contaba en el país con un antecedente similar, por lo que esta se convirtió en una experiencia totalmente novedosa tanto en su ambiente teórico-metodológico como en el despliegue de personal y equipos necesarios para validar su ejecución. No obstante, cabe recalcar que otros países latinoamericanos, a la vanguardia en el levantamiento de la información censal han logrado desarrollar sus proyectos con un enfoque geoestadístico, entre ellos Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México y Uruguay.⁴

Un caso particular es el de México, país que ha desarrollado una fuerte estructura metodológica en el ambiente geoespacial de los censos, de modo que, a través de su Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010), ha logrado desarrollar un robusto Marco Geoestadístico Nacional que tiene como objetivo “referenciar correctamente la información estadística de los censos y encuestas con los lugares geográficos correspondientes” (p.1). En asociación con la experiencia censal de este país

4 En las siguientes páginas Web se puede obtener información censal para cada país:
INDEC de Argentina. <http://www.indec.gov.ar/>
IBGE de Brasil. <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>
INE de Chile. <http://www.censo.cl/>
DANE de Colombia. http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=307&Itemid=124
INEC de Ecuador. http://www.inec.gob.ec/cpv/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=35&Itemid=1&lang=es
INEGI de México. <http://www.inegi.org.mx/>
INE de Uruguay. <http://www.ine.gub.uy/censos2011/index.html>

norteamericano, Costa Rica contó con la asesoría de un experto consultor mexicano en el campo de la geografía y la cartografía censal, con lo que se generó una influencia positiva en el desarrollo de las acciones censales de 2011, y aunado a la labor de profesionales y técnicos del INEC fue posible la consolidación de la idea geoestadística en el país.

Sin embargo, plasmar y ejecutar esta conceptualización no fue una tarea sencilla. Fue necesario atravesar un largo camino en aras de obtener los mejores planteamientos en relación con la realidad espacio-territorial que presenta Costa Rica. De hecho, ya desde el año 2008 el INEC visualizaba la necesidad de un marco geoestadístico censal, y así lo hizo notar en el taller regional denominado: La cartografía censal en América Latina para la ronda de censos 2010, celebrado en Chile. Allí un funcionario del INEC indicaba que:

Las fuentes de información cartográficas existentes en el país, a juicio del expositor, se caracterizan por su imprecisión, inutilidad y falta de actualización para el uso sobre una plataforma SIG. Entre los problemas frecuentes en el uso de la cartografía por parte del INEC destacó: (i) la ausencia de una actualización constante; (ii) falta de mayor información espacial; (iii) inexactitud e imprecisión; (iv) los cambios que se realizan toman mucho tiempo; (v) aumenta el peligro de pérdida del material original; (vi) las áreas de enumeración se encuentran supeditadas a la carga de trabajo y no a la cartografía, lo que deriva en una mala delimitación de las mismas y genera diferencias notorias entre rondas censales (p.19).

Es evidente que estas carencias, fueron las que requirieron un mayor trabajo y en las que se centraron todas las modificaciones metodológicas, a fin de obtener una información cartográfica de mayor calidad para el Censo 2011.

De esta manera, es necesario establecer los conceptos que se relacionan en este enfoque metodológico. Sin duda, el eje central es el censo, el cual se puede denominar como “complejas investigaciones que comprenden al conjunto de operaciones dirigidas a recopilar, procesar, analizar y divulgar información estadística sobre las principales características de los habitantes y las viviendas de un país, en un momento determinado” (INEC, 2010, p. 4).

Por lo tanto, el objetivo principal del censo es

facilitar a la población y a las instituciones públicas y privadas del país, la información necesaria, detallada, suficiente y actualizada, sobre las características específicas de la población residente en el país y las viviendas o asentamientos humanos, que permita la identificación y análisis de la situación sociodemográfica, económica y sectorial, así como la formulación, seguimiento y evaluación de políticas, planes y programas en estos campos (INEC, 2010, pp.5-6).

Lo anterior se enlaza con la cartografía censal, la cual se ha convertido en la estrategia de actualización de campo a partir de la que se generan los mapas geoestadísticos digitales que componen cada distrito del país.

Por tanto, la cartografía censal

fundamental para las labores de planeación del operativo del censo, la recolección de la información y el procesamiento y difusión de sus resultados: en la planeación, la cartografía sirve para delimitar y ubicar geográficamente el universo de estudio y sus unidades de observación, estimar las distancias y prever recorridos, diseñar la estrategia de recolección, distribuir las cargas de trabajo diario de los empadronadores y asegurar la cobertura de cada una de las áreas; la recolección, ofrece un proceso de doble vía para garantizar la correspondencia entre la identificación geográfica y la información, al mismo tiempo que permite controlar la cobertura y evitar duplicaciones; Durante la etapa de procesamiento, es la referencia para controlar la integridad de la información final y dar una estimación de la cobertura censal. En la difusión, en tanto, facilita la presentación de los resultados mediante mapas temáticos (CEPAL, 2009b, p.2).

Como se expresó con anterioridad, la cartografía ayuda de manera significativa en las actividades censales; su principal formulación se da actualmente gracias a las innovaciones tecnológicas guiadas, en este caso, por los SIG que se pueden definir como “un conjunto de hardware, software, datos geográficos, personas y procedimientos; organizados para capturar, almacenar, actualizar, manejar, analizar y desplegar eficientemente rasgos de información referenciada geográficamente” (Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente, 1998-2001, p.2). En esta ocasión, el SIG se convierte en una herramienta que permite gestionar la realidad en información digital geoestadística, a fin de permitir una mejor toma de

decisiones orientadas a la planificación de políticas públicas y privadas que organicen un desarrollo más integral para la población.

De esta manera, se puede establecer que para la construcción de la cartografía censal en Costa Rica fue necesario el delineamiento de un marco geoestadístico nacional, el cual se ha convertido en “el sistema nacional diseñado por el INEC para garantizar la cobertura total de los Censos y servir de base para los marcos muestrales de las encuestas. Además es el sistema creado para referenciar la información estadística resultante de estos eventos, con los lugares geográficos que les corresponden” (Martínez, 2007, p.16).

Criterios metodológicos

Este artículo pretende rescatar la metodología utilizada por el INEC en la construcción de la cartografía del Censo 2011. Por ello, es necesario indicar que este Instituto comenzó los preparativos con gran anticipación para obtener los mejores resultados. Se le encomendó a la Unidad de Cartografía la planeación, actualización, digitalización y representación de la división territorial geoestadística del país. En este sentido, dicha unidad, se constituyó a partir de distintos *procesos* que enfocaron sus esfuerzos en actividades puntuales relacionadas con la cartografía censal, sin dejar de lado la interacción e interdependencia entre estos procesos.

Así se estableció un método y un flujo de trabajo el cual iniciaba con la impresión de una base cartográfica de referencia (vectorial o raster), que sería utilizada en el campo por grupos de trabajo para levantar toda la información, con fines geoestadísticos, necesaria para la construcción de la cartografía digital del país, la cual posteriormente podrá indexarse con los datos estadísticos del Censo 2011 y presentarse a través de la Web o de mapas temáticos.

Para tales efectos, el INEC requirió personal calificado (como geógrafos y cartógrafos), así como una gran inversión en equipos tecnológicos que facilitará las tareas encomendadas.

Por otro lado, este documento se originó gracias al deseo de dar a conocer las labores que realizó un grupo de personas especializadas en temas estadísticos, cartográficos y geográficos. De manera tal que se recopiló distinta bibliografía atinente, así como los manuales de uso generados por los funcionarios de la Unidad de Cartografía del INEC; todo esto aunado a

la experiencia y el conocimiento adquiridos en el proceso de digitalización de la cartografía censal de Costa Rica.

De los segmentos censales a las Unidades Geostadísticas Mínimas (UGM)

En Costa Rica, desde el censo de 1950, se han utilizado segmentos censales para dividir el espacio geográfico, con el fin de realizar la enumeración censal. En aquellos años se utilizaban técnicas de levantamiento de la información cartográfica algo más *rudimentarias*, de modo que los trabajos de campo se realizaban a partir del uso de la brújula, y la definición de las orientaciones se conseguía gracias a los azimut y los pasos. Posteriormente, los dibujantes cartográficos trasladaban esos datos al papel, por lo que la finalización de un solo mapa distrital implicaba un tiempo considerable, por lo tanto se convertía en una labor más artística que técnica.

A pesar de que los mapas se han utilizado desde tiempos remotos como un medio para “la representación gráfica a una escala reducida de una porción de la superficie terrestre que muestra sólo algunos rasgos o atributos de la realidad” (Fallas, 2003, p.1), estos abarcan implicaciones inherentes como la exactitud o la fidelidad del espacio. Las técnicas menos especializadas con las que se realizaban en nuestro país estas tareas podían agravar la representación cartográfica; uno de los motivos principales era la duración de los levantamientos cartográficos y su posterior complementación en el mapa, expresado en el papel con relación a los cambios que se presentan continuamente en el territorio, o bien porque simplemente estos mapas análogos no poseen una representación precisa del espacio y no están georeferenciados a un sistema de coordenadas.

Otra de las principales críticas que recibió la metodología realizada por el INEC en censos precedentes, a través de los segmentos censales, era la poca uniformidad espacial entre rondas censales; esto porque en cada uno de ellos se realizaba la segmentación espacial de diferentes maneras, sin metodologías específicas delineadas, lo cual propiciaba los conflictos comparativos; además primaban elementos como los de las cargas de trabajo en las delimitaciones y no las características espaciales del territorio.

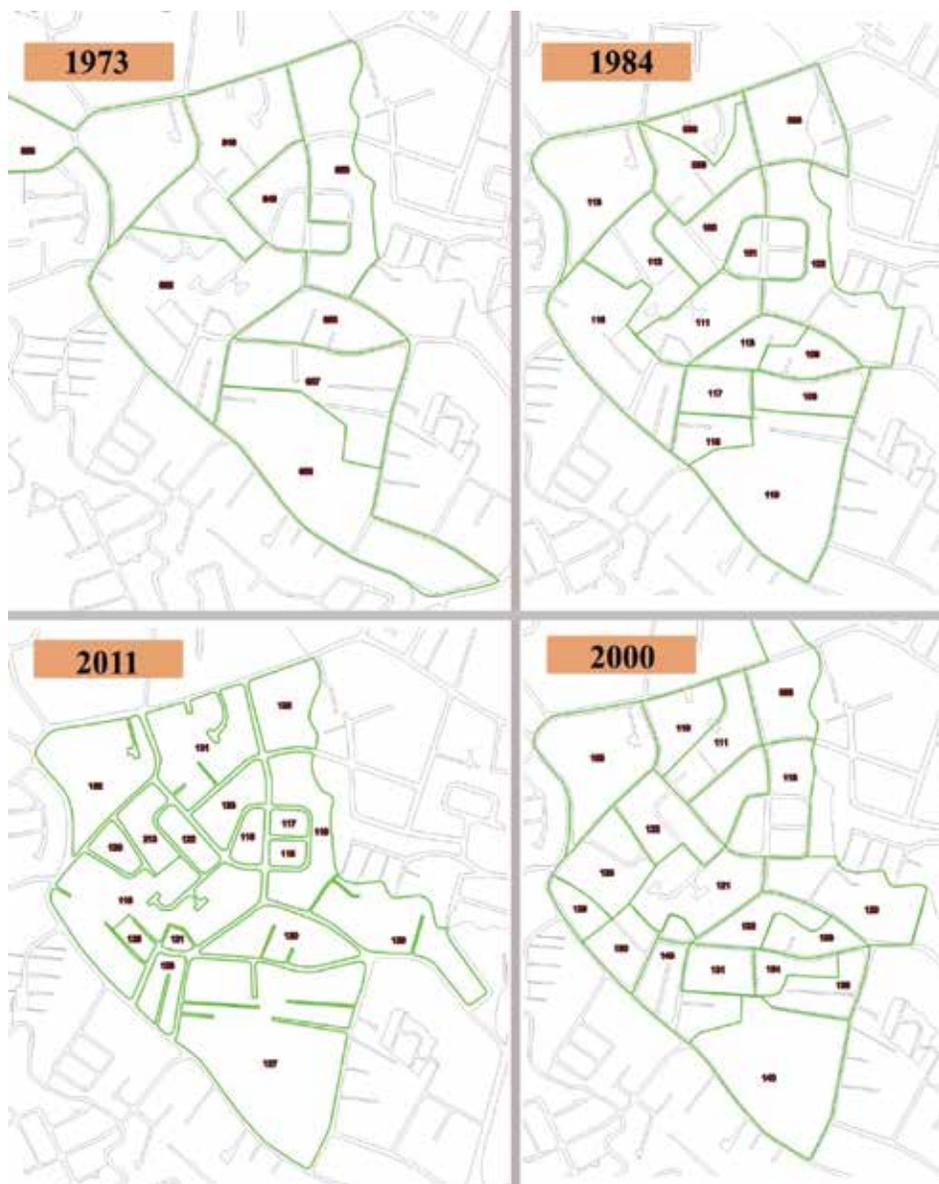
En esta misma línea, otro efecto de la escasa homogeneidad espacial entre censos era la utilización de límites imaginarios (los cuales desdichadamente existen aún en los límites territoriales-administrativos de Costa

Rica), ya que estos dividen el espacio de formas no comprobables en el campo, a través de líneas rectas que no corresponden con ninguna característica física del espacio geográfico.

Con el fin de ejemplificar estos argumentos, en la figura 1 se muestra como una misma zona geográfica ostentó diferentes segmentos censales desde 1973 hasta el año 2000 con presencia de límites imaginarios, mientras que ya en el 2011 se dio una división guiada por criterios espaciales.

En este sentido, los límites citados han provocado conflictos territoriales de importancia en la división administrativa del país. Por ejemplo, en los distritos que poseen tales divisiones, se podría establecer *a priori* que sus ayuntamientos tienen dificultades con la población que habita *sobre* esos supuestos límites, principalmente en asuntos de recaudación de impuestos o de servicios básicos municipales, debido a la pertenencia de esas viviendas a un distrito u otro.

Figura 1. Segmentos censales 1973, 1984, 2000 y UGM 2011 del distrito de Desamparados.



Fuente: INEC, 1973, 1984, 2000, 2011

Asimismo, estas delimitaciones arbitrarias provocan inconvenientes para su ubicación en el campo y le dificultan a los enumeradores censales determinar dónde deben iniciar su recorrido de empadronamiento.

Es por ello que, al dejar de lado los segmentos censales y migrar hacia una segregación del espacio coherente, se debe intentar superar este tipo de divisiones limítrofes, así como preservar la continuidad espacial; de esta manera lo definían las Naciones Unidas en su Manual de sistemas de información geográfica y cartografía digital del año 2000: “Por lo tanto, cuando se diseña la geografía censal, la oficina de censos debe tratar de mantener, tanto como sea posible, los límites de los censos anteriores; además (...) el análisis de las variaciones a nivel local resulta mucho más fácil si las unidades de empadronamiento siguen siendo compatibles de un censo a otro” (p.37).

Todas estas situaciones expuestas no implican que la cartografía que se realizaba en nuestro país en el pasado estuviera confeccionada de manera inadecuada; durante años esas fueron las técnicas dominantes y las únicas con las que se contaba en nuestro medio; no obstante, con la llegada de los avances tecnológicos, la proliferación de herramientas computacionales como los SIG, y la incursión de profesionales dedicados a la geografía, la cartografía censal modificó su rumbo e inició una especialización cartográfica de índole digital.

Es así como el INEC realizó los ajustes necesarios en relación con las actividades metodológicas para los censos, en particular con el que se llevó a cabo en el año 2011; entre las principales cabe mencionar la forma en la que se determinó la subdivisión del espacio. De manera que se abandonaron los antiguos segmentos censales y se incorporó un criterio espacial geoestadístico al generar las Unidades Geoestadísticas Mínimas (UGM), las cuales, en términos sencillos, son la representación de la realidad en su menor expresión territorial, siendo todas aquellas cuadras, o bien superficies regulares o irregulares, que se pueden recorrer de forma parcial (al bordearlas por la existencia de un río) o total en el campo. Con mayor precisión, el INEC (2011b) definió a las UGM como la “división territorial mínima del país, desarrollada exclusivamente para fines estadísticos, tiene forma poligonal de superficie variable y equivale a lo que comúnmente llamamos manzanas o cuadras. Está constituida por un grupo de viviendas, edificios, predios, lotes o terrenos” (p.23).

Para lograr tal efecto las UGM presentan límites físicos reales de fácil comprobación en la realidad, como calles, carreteras, autopistas, avenidas, caminos o trillos que conforman las cuadras o manzanas de diferentes formas geométricas, así como ríos, quebradas, canales, esteros, lagos o lagunas que forman parte de la red hídrica del país, o bien, los cerros o las divisorias de agua que se convierten en los pocos elementos que, a pesar de poseer un componente de carácter cartográfico, presentan cierta dificultad de ubicación en el campo. Además, las divisiones de las UGM se complementan con otros elementos de índole cultural o de infraestructura, por ejemplo aceras, alamedas, muros o tapias, mallas, parques infantiles, áreas recreativas, zonas verdes, cercas vivas, entre otros.

Un caso particular de división creado para las UGM son las denominadas *visuales*, que, según se extrae de los manuales de operación de cartografía del INEC, son líneas rectas entre dos puntos conocidos (de una calle a un río, de un río a otro río, de una calle a otra calle, de una calle a un muro, de un muro a un río o similares) entre los cuales no existe ninguna infraestructura o no se presenta un espacio suficiente para que se dé una construcción de cualquier dimensión o tipo en el futuro.

De este modo, la segmentación del espacio a través de las UGM responde a criterios espaciales más lógicos y precisos, que implican la evasión de problemáticas ligadas a los límites imaginarios y a una mejor orientación en el terreno para los enumeradores censales; además de la promesa de mantener una evolución más ordenada con el tiempo que permita expectativas de comparación con los censos venideros.

A continuación se realiza una descripción del procedimiento práctico que se utilizó para plasmar los criterios teórico-metodológicos, basado en las guías escritas elaboradas en el año 2011 por los funcionarios encargados de los procesos de la Unidad de Cartografía del INEC, los cuales son: Manual de Actualización Cartográfica de Campo, Manual para la Elaboración y Actualización del Nomenclátor de Localidades, Metodología para la Delimitación de Áreas Geoestadísticas, Normativas para el Diseño Cartográfico, Diccionario de Datos Geoestadísticos y Manual para la Digitalización del Marco Geoestadístico de Costa Rica.

El flujo de producción de la información cartográfica iniciaba con la impresión del material necesario, primordialmente fotografías aéreas (base raster digital) o planos vectoriales de referencia de los distritos de

trabajo que serían utilizados por grupos especializados en las labores de campo. De este modo, bajo un modelo de priorización planteado por el INEC, se comenzó en primera instancia con la actualización de los 193 distritos que tienen su categoría de emplazamiento dentro de los *límites* del Gran Área Metropolitana (GAM) y posteriormente los 280 distritos ajenos al GAM para así completar los 473 distritos del país.

Las principales labores en el proceso de levantamiento de la información fueron la definición de los límites de cada una de las UGM existentes en cada distrito y el conteo previo del total de viviendas en ellas que servirían consecuentemente para la generación de una estrategia operativa, con el fin de brindar las cargas de trabajo pertinentes para los enumeradores del censo.

Asimismo, los técnicos especialistas en el campo recopilaron otro tipo de información cartográfica, como el nombre de localidades (ciudades, condominios, residenciales, barrios, caseríos, asentamientos indígenas, entre otras), de ríos o quebradas y de distintos elementos afines que constituirían una guía para el empadronador en el momento censal, y que serían parte de la confección digital y temática de cada mapa de distrito en el país.

Otra porción de la información necesaria fue aquella relacionada con la infraestructura, por ejemplo, lugares de referencias (principalmente centros educativos, iglesias, centros comunales, comercios, servicios, etc.); vías de comunicación como autopistas, carreteras, calles, caminos, trillos; y construcciones como muros, tapias, portones, alamedas, aceras o cercas vivas que representan elementos de obras públicas. Cabe recalcar que para este tipo de datos solo se levantaron aquellos que constituían una guía de ubicación o que conformaban parte fundamental de una UGM. En la figura 2 se muestra un fragmento del tipo de levantamiento cartográfico realizado tanto para un distrito urbano como para uno con características rurales.

Una vez que los equipos de trabajo de campo cubrieron la totalidad del distrito, la información se almacenó de forma organizada a través de un expediente cartográfico único, que contenía el material recopilado en papel y en ficheros digitales aquellos datos obtenidos por medio del receptor de GPS durante las labores de levantamiento de la información en el campo.

Estos expedientes pasaban por una etapa de control de calidad en la cual se registraba que toda la información recabada estuviera completa, además se verificaba que no se dieran conflictos de subcobertura o sobrecobertura en cada uno de los distritos de trabajo. Además se examinaba que todo el territorio contara con las UGM definidas, así como su respectivo listado con las nomenclaturas asociadas pertinentes.

Seguidamente, el expediente continuaba con su tránsito hasta llegar al proceso que tendría a cargo la introducción en una base de datos geoespacial de toda la toponimia o nomenclatores⁵ del país que se habían recolectado durante el trabajo de campo.

En seguida, la información en papel llegaba al proceso de cartografía digital, en el cual los geógrafos se encargaban de trasladar esta información de un formato análogo a uno digital con la ayuda de un SIG.

La digitalización de esta cartografía contó con una serie de parámetros que buscaban la mayor homogeneidad de datos en todos los distritos del país, a pesar de que cada uno de ellos posee condiciones espaciales diferentes, sin embargo, se intentó la estandarización en detalles como los niveles de escala de construcción de los elementos cartográficos, el llenado respectivo de su base de datos asociada y otras características de ejecución que implicaba esta vectorización.

En el instante en que los distritos tenían completamente digitalizados los componentes cartográficos, y después de una revisión en cuanto a su calidad, esta primera información digital era manipulada a través de un equipo dedicado a la elaboración de mapas referenciales que habrían de servir como medio de ubicación para la organización operativa del censo, entre los que se encontraban los Encargados de Zona, el Supervisor de Sección y los Censistas que finalmente fueron los que se dedicaron a levantar la información censal en todos los hogares del país.

Es así como esta cartografía logró utilizarse en las diferentes etapas censales: en la planeación para establecer las áreas geográficas en las que se tenía que cubrir a toda la población, así como el cálculo de las cargas de trabajo para los empadronadores en el momento censal; en el propio levantamiento de la información cartográfica censal; en el procesamiento de la información para velar por la efectiva cobertura de aplicación del censo, al igual que los posibles efectos de subcobertura o sobrecobertura;

5 Listas de nombres de lugares y su ubicación geográfica (Naciones Unidas, 2010).

y en la etapa de exposición y divulgación de resultados con el fin de interrelacionar los datos estadísticos con las zonas geográficas a las que pertenecen, de igual forma que al representar los resultados por medio de mapas temáticos.

Finalmente, se puede establecer que esta nueva cartografía censal ha sido actualizada para todo el país, evitando las ambigüedades y los conflictos territoriales, además ha sembrado la semilla de una nueva metodología geoespacial más acorde con la realidad del territorio costarricense.

Un Sistema de Información Geográfica para la cartografía censal de Costa Rica

En el apartado anterior se citaron las principales acciones que fueron necesarias para constituir una metodología con un enfoque espacial y estadístico en relación con la cartografía censal. En esta sección se pretende hacer hincapié en los detalles técnicos que mediaron en la construcción de la cartografía digital del Censo 2011.

Los mapas son una herramienta de gran relevancia en situaciones de ubicación o representación de lugares y han sido indispensables tanto en las labores de muchos profesionales como en las investigaciones académicas. Durante muchos años en nuestro país se acostumbró el uso de los mapas cartográficos o censales hechos a mano, no obstante, con la incursión de la tecnología y particularmente con el uso de los SIG, ha sido posible la generación de mapas digitales georeferenciados provistos de bases de datos que permiten, además de la elaboración de mapas temáticos especializados, de un profundo y detallado análisis espacial.

Para comenzar con esta descripción es necesario anotar que una de las mayores desventajas con las que ha contado la cartografía existente en Costa Rica es la falta de homogeneidad y actualización del campo.

En el primer caso, las instituciones públicas o entidades privadas que confeccionan cartografía poseen características diferentes tanto en su elaboración, como con el nivel de detalle o de digitalización, y esto se agrava por la recurrente falta de metadatos⁶ asociados a esas cartografías. El segundo tópico ha sido un síntoma que ha experimentado

6 La información sobre la calidad, el formato y las etapas de procesamiento de los datos, así como toda la otra información relativa a un conjunto de datos, se denomina de metadatos o de *datos sobre los datos* (Naciones Unidas, 2010).

la cartografía costarricense por largo tiempo, ya que es atípico que se tenga una cobertura de actualización completa para el país (independientemente de las características de la cartografía), o bien ocurre que cuando esta se termina ha transcurrido tanto tiempo que ya presenta desactualizaciones considerables.

Uno de los principales efectos causantes de la no homogenización cartográfica del país es la proyección cartográfica, debido a que se ha utilizado la Proyección Lambert, la cual está dividida en Lambert Norte y Lambert Sur. Este modelo, que se ha seguido para la elaboración de las posibles cartografías digitales, provocaba comúnmente diferencias en los mapas, ya que era necesario utilizar herramientas para realizar ajustes por medio de reproyecciones, lo cual podía acarrear fallas en la exactitud de los mapas y corrimientos vectoriales si no se hacía uso de los parámetros matemáticos adecuados. Por lo tanto, era poco probable ubicar coberturas cartográficas a nivel nacional que mantuvieran una sola proyección.

Debido a esta situación, en nuestro país se inició el uso de una nueva proyección cartográfica, en la que “el sistema de coordenadas de cuadrícula para Costa Rica se basa en la proyección del elipsoide de referencia WGS84 a un plano cartográfico tipo Gauss-Krüger, denominado CRTM05 y que se constituye en el sistema oficial para todo el país” (Unidad Ejecutora, Programa de Regularización de Catastro y Registro. Instituto Geográfico Nacional, 2009, p.8).

De esta forma, la construcción de la cartografía para el Censo 2011 se planteó bajo la proyección CRTM05, lo que desembocó en aspectos positivos como la existencia de una cartografía con cobertura nacional y una única proyección cartográfica y con un ajustado nivel de actualización entre el momento del levantamiento de la información y su presentación final; además del hecho de que se ha convertido en la única con un alcance total en el país.

La decisión de la elaboración bajo estos parámetros fue respaldada gracias a la existencia de las ortofotos⁷ a escala 1: 5 000, pertenecientes a la Unidad Ejecutora de Catastro del Registro Nacional de Costa Rica, y las fotografías aéreas a escala 1: 10 000 del PRUGAM (Plan Regional

7 Una ortofoto es una imagen digital que se ha procesado para corregir las distorsiones de perspectiva de la cámara y el efecto de desplazamiento del relieve; por tanto, su geometría es equivalente a la de un mapa, lo que permite realizar tareas de medición, orientación e integración con otras capas de geodatos digitales (Fallas, 2011).

Urbano del Gran Área Metropolitana), las cuales podían ser utilizadas bajo convenio por el INEC. Una de las características de estas imágenes es que fueron georeferenciadas y ortorectificadas en base al modelo matemático de la proyección CRTM05. Por lo tanto, se convirtieron en los insumos principales tanto para la actualización de campo como para la digitalización de las características cartográficas censales, de la mano de materias primas secundarias como los levantamientos (tracks) de GPS, en aquellas zonas con carencia de cobertura de fotografías aéreas, o bien la utilización de imágenes de satélite disponibles en la plataforma de Google Earth.

De esta manera, al definir la base raster con la que se iba a trabajar y una metodología delineada, que incluso cubría eventualidades para el levantamiento de la información cartográfica de campo, solo era necesario establecer los principales criterios y las reglas óptimas que se ejecutaron en el proceso de la extracción vectorial por medio del SIG. El ideal que se priorizaba era contar con una cartografía con el mayor grado de ajuste y homogenización posible, por ello, uno de los principales criterios de digitalización fue el nivel de escala en el que se tenía que vectorizar, según el Manual para la Digitalización del Marco Geoestadístico de Costa Rica del INEC; este fue de 300 metros de zoom (esto según las propiedades del SIG que se utilizó), el cual equivale a una escala de aproximadamente 1:1000. Asimismo, la construcción digital de las UGM, los límites distritales geoestadísticos y el resto de la información cartográfica censal respondían a ciertos lineamientos claramente establecidos que procuraban el mayor índice posible de estandarización.

Tomando en consideración estos aspectos, los digitalizadores se encargaron de la construcción de los siguientes elementos vectoriales en el SIG:

- Los límites distritales geoestadísticos (473) que presentan una geometría poligonal, trazados por elementos físicos, naturales, culturales o estructurales.
- La segregación de cada territorio distrital en las UGM (49 122 en todo el país), conformadas por polígonos en los que cada una de ellas posee una base de datos asociada a características geoestadísticas.
- La red hídrica representada por medio de ríos, quebradas o canales a través de polilíneas.

- También como polilíneas, registros que representan caminos, calles, trillos, aceras, muros, tapias, portones, cercas vivas, mallas, red de tendido eléctrico y otros semejantes.
- Algunos elementos referenciales como iglesias, centros educativos, edificios gubernamentales, comercios, servicios, entre otros, expresados geométricamente como puntos.

Durante esta labor, a pesar de las reglas planteadas, era previsible la existencia de desajustes o inconsistencias, primordialmente causadas por el efecto humano, ya que no todos los geógrafos encargados de la digitalización poseían las mismas destrezas, y al final, el éxito de estos procedimientos obedecía a las habilidades de cada persona para digitalizar.

Otra de las dificultades técnicas en las que se vio involucrado el procedimiento de vectorización se relaciona con las variaciones escalares, producto precisamente de las diferencias existentes entre las escalas de las ortofotos 1: 5 000 y 1: 10 000 (que pertenecen a fuentes distintas), en aquellos distritos que poseían ambos insumos. Además, debido a la ausencia parcial o total de estas fotografías aéreas en ciertos distritos se tuvo que recurrir a la utilización de imágenes satelitales obtenidas de la plataforma de visualización de Google Earth, las cuales se debían de georeferenciar, o bien realizar los vectores desde ese medio y, posteriormente, exportarlos al SIG para completar los elementos cartográficos necesarios en el distrito de trabajo. Si estas fuentes secundarias eran insuficientes o nulas, y por lo tanto no se contaba con alguna base raster, la información se levantaba por medio del GPS, tomando en cuenta los posibles errores propios de estos receptores asociados al posicionamiento geográfico real; los desajustes vectoriales fueron muy comunes por lo que se tuvieron que compensar durante el proceso de la digitalización.

Por estos motivos, se tuvo que plantear un flujo de producción digital que intentara asegurar la menor cantidad de inconsistencias o de otras situaciones asociadas al rendimiento de cada persona, a aspectos ligados con la información procedente del campo o a cualquier contingencia que se presentara durante el proceso de la vectorización. Por ello, el trabajo de digitalización de cada uno de los distritos del país debía realizarse a partir de la observación del material de campo existente en el expediente cartográfico, de manera que cada digitalizador construía todos los elementos que este indicara, finalizada esta tarea, la información digital debía ser

examinada por revisores cartográficos que tendrían a cargo la valoración de todas las capas vectoriales construidas, a fin de determinar las posibles inconsistencias para corregirlas y finalmente dar de alta el trabajo de cada distrito, para que un supervisor digital diera los últimos detalles para concluir con el flujo en la elaboración digital.

En ese instante, los distritos con las UGM y el restante de información cartográfica digitalizada eran conformados en mapas de referencia que serían utilizados por los empadronadores censales.

De este modo, se había contado con esta cartografía para la etapa precensal y para el momento censal. Sin embargo, de acuerdo a razones de prioridad en la elaboración inicial de la cartografía y en los subsiguientes cambios potenciales en la realidad fue necesario emprender un proceso de actualización digital de todas las coberturas que constituían la cartografía censal, siendo el principal punto el ajuste entre todos los elementos cartográficos de los distritos del país, ya que la elaboración de los mapas se había dado desde un ambiente en el que cada distrito era *un todo*, pero era óptimo conjuntar toda la información vectorial a fin de obtener el Marco Geoestadístico Nacional. Al realizar esta operación se identificaban nuevas problemáticas como producto de los distintos niveles de digitalización y visión de las personas encargadas, así como de otros inconvenientes vectoriales que fue necesario de resolver para conseguir una cartografía más estable, con la menor cantidad de inconsistencias espaciales y errores topológicos⁸.

En relación con todo lo descrito anteriormente, la CEPAL (2009) estableció que:

Uno de los productos más importantes de la cartografía censal es la construcción de un completo marco geoestadístico de áreas de enumeración como un prerequisite para la buena conducción del operativo censal y el cual forma la base para las posteriores encuestas a realizarse. De este modo es necesario contar con una cartografía censal, sin vacíos, ni superposiciones, manteniendo, en lo posible la relación entre la división político administrativa y la división puramente definida para el censo (p.3).

8 La topología describe las relaciones espaciales de conexión y adyacencia entre elementos geográficos en un tema o capa de geodatos. Las relaciones topológicas se construyen de elementos simples a elementos complejos: puntos (elementos más simples), arcos (conjunto de puntos conectados), áreas (conjunto de arcos conectados) y rutas (conjuntos de secciones conformadas por arcos o porciones de arcos) (Fallas, 2011).

Al contraponer estos argumentos ligados al trabajo cartográfico-censal realizado por el INEC se puede inferir que fue posible obtener una base cartográfica con una cobertura nacional y con un orden de actualización de vigencia relevante, obteniendo un espacio geográfico desagregado en UGM como porciones de territorio con fines meramente censales, además se logró evadir en gran medida los límites imaginarios y establecer con ello una división limítrofe geoestadística, estableciendo un método más organizado y eficiente que permitió un mejor operativo censal en la recolección de la información de la población.

Asimismo, se generó una estructura cartográfica para ser utilizada en proyectos del INEC (como encuestas u otros especiales), en los que se aseguran posibles procesos de actualización paulatinos para ciertos distritos del país, y en términos digitales se asegura de poseer una cobertura total con capas vectoriales sin problemas de interconexión entre ellas.

Toda esta organización geoestadística responde a intereses censales, y aunque los nuevos límites se trataron de ajustar a los políticos administrativos, son estos últimos los que siguen produciendo conflictos territoriales, por lo que con la instauración de esta metodología realizada por el INEC se esboza una solución potencial en cuanto a estos menesteres; la apropiación de ella tendría que sufrir un exhaustivo proceso en el sentido político, sin la seguridad de obtener resultados positivos a fin de sobrepasar los límites imaginarios. Lo importante es que con este planteamiento al menos se puede generar la discusión y brindar componentes sustentados para un análisis que permita una mejor toma de decisiones.

En resumen, se puede reconocer que en la Unidad de Cartografía del INEC se ha construido un SIG, no en el simple sentido de la utilización de un software que “permite visualizar entidades gráficas (puntos, líneas, símbolos, imágenes...) referenciadas mediante coordenadas” (Vila y Varga, 2008, p. 358), sino por el hecho de que se ha construido una base de datos con características geoespaciales y estadísticas encauzada a través de una estructura organizativa, que ha alcanzado desde equipos informáticos (hardware, software, servidores) hasta personal capacitado que ha respondido a la demanda de la información gestionada a través del uso de un SIG.

Corolario

La primera prueba de la cartografía censal fue durante la semana del levantamiento de la información poblacional en el 2011. En ese instante, esta se utilizó por medio de mapas de ubicación para los enumeradores censales. Dicha labor se basaba en la plena identificación de los elementos en el mapa y en la adecuada lectura de ellos por parte de los maestros y otras personas encargadas de la aplicación del censo; el éxito de esta acción radicaba en la acertada capacitación y el entendimiento de esas personas frente a la representación cartográfica.

Sin duda alguna, se presentaron inconvenientes a la hora del levantamiento de la información censal, ya que no todos los involucrados tenían la misma capacidad de apropiación y ubicación con los mapas, además mediaba una situación de compromiso e incluso de patriotismo para ejecutar de buen modo este trabajo; no obstante, fue posible cumplir con la faena y se culminó con la obtención de la información censal más allá de los problemas afrontados. En todo caso –y alejándose de pensamientos mediocres–, es normal que existieran discrepancias operativas y diferencias en el actuar de los censistas y la totalidad del equipo que realizó este trabajo, además se siguió una metodología novedosa. Dichosamente, se logró sobrepasar los pesares y alcanzó la mayor cantidad posible de la población.

Un aspecto a tomar en consideración en relación con la cartografía censal en su formato digital es que, a pesar de todas las acciones realizadas en pro de evitar inconsistencias, esta no se define como perfecta, de hecho el espacio, o sea, el territorio, cambia constantemente, por lo que algunas representaciones cartográficas ya habrán variado según la realidad; asimismo, al existir tantas coberturas censales con variadas interconexiones entre ellas cabe la posibilidad de que prevalezcan pequeños inconvenientes vectoriales, o bien, situaciones que disten de las promulgadas en la metodología generada por el INEC; si estos casos aún persistieran la expectativa es que se den en menor cantidad e incluso se podrían catalogar como eventos previsibles en el desarrollo de una plataforma cartográfica tan amplia a través de un SIG; lo importante es que la presencia de ellos no afecta el conjunto de la información vectorial del censo.

Otra particularidad de esta cartografía es que se ideó y se realizó con fines censales (con la ventaja de que se puede ampliar su uso en distintos

tópicos), por lo que en algunos distritos no es posible encontrar todos los elementos que representan un determinado rasgo en la realidad, por ejemplo, no se tienen georeferenciados todos los comercios o servicios del país, ni toda la red hídrica; solo aquellos que servían a los intereses de la cartografía censal del INEC, no obstante, la cobertura final es de gran valor y se podrá extender y actualizar según lo estimen los usuarios, que en definitiva serán los que sometan a prueba y evalúen esta cartografía.

Por otro lado, al finiquitarse la etapa de la obtención de la información proseguía la gestión de la misma en datos, los cuales fueron de gran utilidad, tal como lo evidenció el INEC en su presentación de Resultados Generales del Censo 2011: “Los datos brindados por los censos son útiles, necesarios y requeridos por todo el aparato estatal, los gobiernos locales, los sectores productivos y la comunidad en general, ya que constituyen una base informativa única para la planificación, ejecución y evaluación de las políticas públicas dirigidas a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos” (p.129).

De este modo, los beneficios que se infieren a partir de la presentación de los resultados censales son: en términos estadísticos, la cantidad de población en el país y todos los datos relacionados con la dinámica poblacional como la migración, la presencia de extranjeros o los indicadores demográficos. Aunado a los modelos estadísticos predictivos y a la publicación de proyecciones se puede contar con un panorama más abierto y claro para que se realice, a nivel político, una mejor planificación de los recursos y las acciones sociales y económicas más acordes a la situación del país. Además, con la divulgación pública de los datos se visualiza un uso más eficiente de los mismos, en términos de estudios académicos e investigaciones analíticas que coadyuvan al desarrollo de la sociedad costarricense.

Asimismo, en cuanto a los aspectos cartográficos se ha logrado conseguir un marco geoestadístico censal fomentado por una construcción metodológica bien delineada, representada a través de mapas de alto valor agregado obtenidos gracias a la interacción entre las técnicas de recolección de la información y la utilización de los SIG como herramienta de enlace entre las actividades geoespaciales y las estadísticas.

Es así que, en un sentido más detallado, la información geoestadística como producto digital podrá utilizarse en nuevos proyectos a distintas

escalas de estudio, tanto en esferas privadas como públicas, de modo que podrá alcanzar ámbitos como el análisis de redes, los mercados o las dinámicas de la población y el ordenamiento territorial.

A partir del momento en que la cartografía sea de dominio público, esta podrá hacerse más efectiva maximizando su uso; sin embargo, este hecho pone sobre el tapete la eterna discusión acerca de la forma en la que se tiene que usar la información, principalmente por los costos de venta de esta cartografía, los compromisos y derechos de uso, el respeto de los metadatos la lucha contra la *piratería digital*, entre otros.

El INEC planteó un proyecto muy ambicioso para lograr un censo con una filosofía más holística, con la participación de muchos profesionales y personal técnico y administrativo capacitado. A fin de cuentas, lo más relevante en esta concepción es que “esta propuesta no solo está pensada para atender oportunamente las necesidades de cobertura del Censo del 2011, sino para atender las cada vez mayores demandas de información de la población. Es una visión de futuro consistente con las tendencias de las tecnologías de información y con los requerimientos cada vez mayores, de información georeferenciada al menor nivel de detalle” (Martínez, 2007, p.6).

Entre los mayores desafíos a los que se enfrenta en la actualidad el INEC está completar la información geoestadística de formato digital en diferentes mapas temáticos que representen las innumerables variables estadísticas, además de contemplar un plan paulatino de actualización cartográfica de campo y digital, que no solo permita el reajuste de la información dedicadas a los proyectos de encuestas, sino que abarque la totalidad del territorio nacional.

En último lugar, es necesario recalcar que para la consecución de un proyecto de esta envergadura es necesaria la promoción de ideas innovadoras, primordialmente ligadas a la incorporación de herramientas SIG para completar; la transición en el uso de los mapas en papel a los confeccionados con técnicas digitales para esto es fundamental el apoyo, la confianza y la actitud visionaria en los altos niveles administrativos, ya sean de una empresa o de una entidad pública, como en el caso del INEC que apostó por el cambio.

Con las etapas operativas del censo oficialmente terminadas se esgrime otro desafío, esta vez enfocado en la retención del personal capacitado, así como en su motivación para lograr un proceso de continuidad

tanto para el personal como para las acciones que se derivan de la información censal, ya que está claramente establecido que “Los beneficios que significa la automatización de los datos geográficos en la estadística los comparten los usuarios de los censos y los datos de las encuestas” (Naciones Unidas, 2000, pp.2-3). Esto indudablemente provoca un mejor aprovechamiento de la información estadística con el uso de los SIG en el desarrollo de las actividades cartográficas.

De este modo, todas las acciones realizadas alrededor de los ámbitos estadísticos y cartográficos permitieron establecer que en el año 2011 se generó una cartografía censal con un total de 49 122 Unidades Geoestadísticas Mínimas con 4 301 712 de habitantes como población residente de Costa Rica.

Finalmente, y alejándose un tanto del protocolo de este artículo, mi deseo es agradecer profundamente la oportunidad de desarrollo profesional en el proyecto del Censo 2011 y, principalmente, brindar tributo a cada uno de los colegas geógrafos que trabajaron en el Proceso de Cartografía Digital de la Unidad de Cartografía del INEC.

Referencias

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2009a). *La cartografía censal en América Latina para la ronda de censos 2010*. CEPAL-Serie Seminarios y Conferencias No.56. Recuperado de: <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/2/37452/S56SyC-L3070e-P.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2009b). *Recomendaciones para los censos de 2010 sobre cartografía censal, migraciones, enfoque étnico y cobertura censal*. Quinta reunión de la Conferencia Estadística de las Américas de la CEPAL. Recuperado de: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/0/36480/CEA5ddr3e.pdf>
- Fallas, J. (2003). *Sistemas integrados de información geográfica. Conceptos básicos de cartografía*. Recuperado de: http://www.mapealo.com/Costaricageodigital/Documentos/alfabetizacion/intro_carto.pdf
- Fallas, J. (2011). *Sistemas de Información Geográfica. Fuentes de geodatos para Costa Rica. Geoambiente*. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional, Recuperado de: <http://www.edeca.una.ac.cr/files/jfallas56/2011/FUENTES%20DE%20GEODATOS%202011.pdf>

- Fallas, J. (2011). *Sistemas de Información Geográfica ¿Qué es un SIG?. Geoambiente*. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Recuperado: <http://www.edeca.una.ac.cr/files/jfallas56/2011/que%20es%20un%20sig%203marzo2011pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Manual de Cartografía Censal*. INEGI, México. Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/default.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (1963 - 1973 - 1983). *Segmentos Censales del distrito de Desamparados*. INEC. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). *¿Porqué un censo en el 2011?*. Recuperado de: <http://www.inec.go.cr/A/MS/Censos/Censo%202011/Censo%202011/01.%20%20Por%20qué%20el%20Censo%202011.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011a). *X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011. Cifras Preliminares de Población y Vivienda*. INEC. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011b). *X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011. Manual para Censistas*. INEC. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011c). *Manual de Actualización Cartográfica de Campo. Recolección inicial de la información para la generación de la nueva Cartografía Censal*. INEC. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011d). *Diccionario de Datos Geoestadísticos*. INEC. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011e). *Normativas para el Diseño Cartográfico*. INEC. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011f). *Metodología para la Delimitación de Áreas Geoestadísticas*. INEC. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011g). *Manual para la Digitalización del Marco Geoestadístico de Costa Rica*. INEC. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011h). *Manual para la Elaboración y Actualización del Nomenclátor de Localidades*. INEC. San José, Costa Rica.

- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2011i). *Unidades Geoestadísticas Mínimas de los distritos de San Francisco de Dos Ríos, Desamparados y Coyolar*. INEC. San José, Costa Rica.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2012). *X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2011. Resultados Generales*. INEC. San José, Costa Rica.
- Martínez, J. (2007). *Apoyo a la Modernización de la Unidad Cartográfica del INEC, Segunda etapa*. INEC. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. (1998 - 2001). *Manual de Cartografía Digital y SIG. Proyecto Bosques Nativos y Áreas protegidas, República Argentina*. Recuperado de: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/PINBN/nueva_version_manuales/pinbn_manual_cartografia_sig.pdf
- Naciones Unidas. (2000). Manual de sistemas de información geográfica y cartografía digital. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. División de Estadística. *Estudios de Métodos Serie F No. 79*. Recuperado de: http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_79s.pdf
- Unidad Ejecutora, Programa de Regularización de Catastro y Registro e Instituto Geográfico Nacional. (2009). *El Sistema de Referencia CR05 y Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica CRTM05*. Recuperado de: http://www.uecatastro.org/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=2:documentos-especializados&Itemid=50
- Vila, J. y Varga, D. (2008). *Los Sistemas de Información Geográfica. En evaluación y prevención de riesgos naturales en Centroamérica. Documenta Universitaria*. Girona, España. Recuperado de: http://www.crea.uab.es/propies/pilar/LibroRiesgos/16_Cap%C3%ADtulo15.pdf