

## **SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA EL MONITOREO DE LAS ÁREAS GEOESTADÍSTICAS URBANAS DEL MUNICIPIO SAN CRISTÓBAL DEL ESTADO TÁCHIRA COMO NÚCLEO DEMOGRÁFICO DE LA FRONTERA COLOMBO VENEZOLANA**

**Guido Arturo Berti Guerrero<sup>1</sup>**

### **Resumen**

La siguiente investigación tiene como propósito el desarrollo de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para el monitoreo de las Áreas Geoestadísticas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira como núcleo demográfico de la frontera colombo venezolana. Para tal fin, los siguientes objetivos se proponen como específicos: descripción de los procedimientos utilizados para generar información en la Unidad de Sistema de Información Geográfico y Estadístico (SIGE) del Instituto Nacional de Estadística (INE) - Táchira, adelantar estudios de factibilidad técnica, económica y operativa para su desarrollo, identificar las áreas urbanas del Municipio San Cristóbal, definir los temas de estudio para monitorear las áreas geoestadísticas, diseñar la tabla de datos, generar las áreas geoestadísticas, verificar los resultados aplicando pruebas de caja negra e implantar el sistema.

**Palabras claves:** sistema de información geográfica, áreas geoestadísticas urbanas, frontera colombo venezolana.

### **Abstract**

The following research aims to develop a Geographic Information System (GIS) for monitoring Urban Areas Township Geostatistical San Cristobal CountyTáchira state as

the core demographic Venezuelan Colombian border. To this end, the following specific objectives are proposed: a description of the procedures used to generate information on the Unit Information System Geography and Statistics (EMIS) of the National Statistics Institute (INE) - Táchira, advance technical feasibility studies, economic and operational development, identifying the urban areas of the municipality of San Cristobal, defining topics of study to monitor areas geostatistical data table design, generate geostatistical areas, verify test results by applying black box and implement the system. The study incorporates feasible project mode supported by a descriptive design field. The methodology was based on life cycle analysis and design of information systems Senn (1992). As a tangible result was obtained a new tool for spatial information management for managing urban timely information in relation to six (6) categories: population, housing deficit, education, labor, poverty and structures.

**Words keys:** GIS, geostatistics urban areas, border between Colombia and Venezuela.

### **1. Formulación del Problema**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en el mundo comienzan en los años sesenta. Sin embargo, hasta principios de los ochenta se mantuvieron como campo de investigación. Es a partir de los noventa, a raíz de la expansión que sufre la industria de la tecnología de la información, que es

<sup>1</sup> Profesor del Centro de Estudios de Frontera e Integración "Dr. José Manuel Briceño Monzillo" (CEFI), Universidad de Los Andes, Núcleo Táchira

asumida por los países desarrollados de Occidente, Asia y la Comunidad Económica Europea.

El National Center for Geographic Information and Analysis (1990, en Begoña 2001) define un SIG “como un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión.” (p. 19).

En este sentido, en Latinoamérica existen importantes adelantos dentro del área de los SIG liderados por México a través del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), o Colombia por el Instituto de Geografía Agustín Codazzi (IGAC) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

En Venezuela, el Instituto Geográfico Simón Bolívar (IGVSB) es el ente rector que dirige, coordina y planifica las actividades relacionadas con el sector de la Geografía y Cartografía Nacional. Sin embargo, el Instituto Nacional de Estadística (INE) asume los SIG con el propósito de interrelacionar el cúmulo de datos e información disponible con los espacios geográficos que en ella interfieren.

No obstante, existen pronósticos que dificultan este proceso, entre ellos, la manifiesta desactualización entre mapas y estadísticas; lo que conlleva a un aislamiento entre la generación de indicadores estadísticos y la posibilidad de representarlos geográficamente. Así mismo, la ausencia de estándares provoca que el proceso de georeferenciación sea engorroso y tardío, una vez que se requiere reprocesar la información a fin de ajustarla a los requerimien-

tos geográficos. Aunado a ello, la generación de datos geoespaciales inconsistentes e información inexacta originan elevados niveles de error.

Ahora bien, Cowen (1989) incluye en su definición de SIG la visualización de datos espacialmente georeferenciados para resolver problemas complejos de planeamiento y gestión. De tal manera que en el Estado Táchira, el INE a través de la Unidad de Sistemas de Información Geográfica y Estadística (SIGE) busca una adecuada herramienta de soporte en la toma de decisiones para el desarrollo sustentable de las áreas geoestadísticas urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira como núcleo demográfico de la frontera Colombo Venezolana.

A tal efecto, la toma de decisiones incluye la definición de políticas, planificación y administración; teniendo en cuenta las fuerzas matrices humanas expresadas en indicadores de población, estructuras, educación, fuerza de trabajo, necesidades básicas insatisfechas y déficit habitacional; ya que tendrán impacto en el medio ambiente en lo referente al desarrollo de los recursos naturales, urbanización, industrialización, construcción, consumo de energía, uso del suelo, contaminación, estilo de vida, entre otros.

De acuerdo a este enfoque, se pretende despejar la siguiente interrogante: ¿Cómo se podrían monitorear las áreas geoestadísticas urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira?

En consecuencia, se presentan tres alternativas de solución a la problemática planteada:

- 1- La contratación de una empresa consultora especialista en el análisis, diseño y desarrollo de SIG.

- 2- La adquisición de software estándar para la gestión de recursos geográficos y estadísticos.
- 3- El desarrollo de un SIG impulsado por la Unidad SIGE del INE - Táchira.

Ante estas opciones, se ha seleccionado la tercera como una solución viable a la situación planteada, toda vez que es de interés del INE - Táchira preservar y resguardar la información disponible, evitar los gastos económicos y financieros que se pueda incurrir en la contratación de agentes externos o en adquisición de software estándar.

Además, es preciso acotar que el INE - Táchira cuenta con recursos técnicos y humanos especializados en el área de SIG que permiten el desarrollo del sistema sobre la base de aplicaciones específicas a la medida de los requerimientos.

## 2. Objetivos de la Investigación

De manera general, se pretende desarrollar un Sistema de Información Geográfica para el monitoreo de las áreas geoestadísticas urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira como núcleo demográfico de la frontera colombo venezolana.

Para cumplir este propósito, se declaran los siguientes objetivos específicos:

- Describir los procedimientos utilizados actualmente para generar información en la unidad SIGE del INE - Táchira.
- Realizar Estudios de factibilidad técnica, económica y operativa para el Desarrollo del SIG.
- Identificar las áreas urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira.
- Definir los temas de estudio para monitorear las áreas geoestadísticas urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira.
- Diseñar la Tabla de Datos del sistema.
- Generar las áreas geoestadísticas urba-

nas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira a través del software ESRI ArcView.

- Verificar los resultados aplicando pruebas de caja negra e implantar el SIG.

## 3. Justificación de la Investigación

El desarrollo de un SIG para el monitoreo de las áreas geoestadísticas urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira como núcleo demográfico de la frontera colombo venezolana constituye una herramienta que permitirá explorar y comprobar el potencial que ofrecen la administración de mapas para el control y seguimiento de variables que inciden sobre unidades geoestadísticas definidas.

Por tanto, la investigación es conveniente ya que su desarrollo se basa en alcanzar un sistema que ofrezca soporte en la definición de políticas, administración y planificación para el desarrollo sustentable de las áreas geoestadísticas urbanas del Municipio San Cristóbal como núcleo demográfico en el paso de frontera colombo venezolana.

Así mismo, logrará ajustar hechos manifiestos como la desactualización entre mapas y estadísticas, ausencia de estándares, datos geoespaciales inconsistentes y datos e información inexactos; logrando mayor integridad y seguridad entre datos y mapas, fortaleciendo estas aplicaciones en nuevas áreas del conocimiento dentro del área cartográfica y estadística.

Aún más, optimizará la toma de decisiones sobre los espacios geográficos urbanos y la dinámica de las fuerzas matrices humanas, siempre que se logre seleccionar la información pertinente, fijar los estándares necesarios, analizar las salidas ofrecidas y planificar su implementación, transformándose en calidad de servicio para sus usuarios.

Paralelamente, constituirá un valioso aporte al proceso de automatización emprendido por el INE - Táchira, fortaleciendo la gestión de la Unidad SIGE adaptándose a las nuevas tecnologías de tratamiento y difusión de la información.

Cabe destacar que la presente investigación vincula la sociedad con nuevas herramientas que ofrezcan la oportunidad de mejorar la gestión pública y privada; no obstante, conlleva implicaciones prácticas de uso y manejo de instrumentos cartográficos como mapas, cartas y planos; aplicaciones de software especializado en la administración de mapas, y el acceso a un importante acervo documental, con el propósito de facilitar el diseño de estándares, actualización, análisis e implementación de resultados.

#### **4. Alcances de la Investigación**

Dentro de los propósitos de la investigación, se desea lograr la identificación de las áreas urbanas del Municipio San Cristóbal y así delimitar las áreas geográficas de estudio sobre las que se asociará información. En este sentido, es importante conseguir la clasificación de la data por áreas o temas de estudio, lo que permitirá generar mapas temáticos desplegados por capas de información referidas a espacios geográficos determinados.

Así mismo, con el desarrollo del SIG propuesto se espera que los datos geoespaciales estén mejor mantenidos y en formato estándar, además que procesos de revisión y actualización sean más fáciles de realizar. También facilitará las acciones de consultas sobre datos e información geográfica, su análisis y representación más sencillos de configurar, aunado con altos niveles de valor agregado que permitan tomar mejores decisiones.

De modo que alcanzar la visualización de datos espacialmente georeferenciados en un mismo medio como herramienta de soporte en la toma de decisiones sobre problemas complejos de planeamiento y gestión, se convierte en la mayor fortaleza que puede ofrecer el desarrollo del SIG planteado.

#### **5. Marco Referencial**

Hasta 1871, la función estadística en Venezuela era el resultado de las labores particulares cumplidas por los diversos organismos del Estado, cada uno de los cuales tenía la obligación de presentar informes periódicos sobre la marcha de sus asuntos; sin la rectoría ni ordenamiento de entes especializados en la materia.

Por consiguiente, es a partir de esta fecha que se tomó un conjunto de medidas que dieron nacimiento al Sistema Estadístico Venezolano, entre ellas la creación de la Dirección General de Estadística y la Junta Suprema de Estadística, la aprobación del Primer Plan Estadístico Nacional y la realización del Primer Censo Nacional de Población.

Luego, en 1944 se promulga la Ley de Estadísticas y Censos Nacionales la cual asignó a la Dirección General de Estadística la recolección, elaboración y publicación de los datos estadísticos de la Nación, la preparación y levantamiento de los censos nacionales y la preparación y ejecución de los catastros.

De la misma manera, la ley renovó la obligación de organizar en todas las Entidades Federales Oficinas de Estadística y dispuso levantar un censo de población cada diez años a partir de 1950. En términos generales, hasta el 1 de enero de 1978 la conducción de los asuntos estadísticos

correspondió al Ministerio de Fomento por intermedio de la Dirección General de Estadísticas y Censos Nacionales. A partir de esa fecha entró en funcionamiento la Oficina Central de Estadística e Informática (OCEI) creada el 21 de diciembre de 1977 como órgano auxiliar del Presidente de la República y del Consejo de Ministros.

Adicionalmente se fusionó las funciones estadísticas del Ministerio de Fomento con las que desempeñaba la Oficina de Coordinación y Planificación (CORDIPLAN) en materia de reglamentación y supervisión de sistemas de computación y procesamiento de datos.

Sin embargo, el estancamiento legal de la materia estadística obligó a buscar una redefinición de las normas que rigen la función estadística y de los órganos encargados de cumplir esta función. Es entonces entre 1997 y 2001 que se plantea el proyecto de una nueva Ley de Estadística y Censos Nacionales congruente con los nuevos esquemas políticos, novedosas concepciones de información estadística y la revolución tecnológica experimentada en el procesamiento y difusión de la misma.

Finalmente, el proyecto de la nueva ley fue enviado a la Asamblea Nacional en 1999 y en mayo de 2001, en el marco de la Ley Habilitante, fue aprobada la Ley de la Función Pública Estadística que da nacimiento al Instituto Nacional de Estadística, en miras de ser un instituto de servicio público con carácter de excelencia, que cuente con recursos humanos altamente capacitados orientados al logro y apoyados en tecnología de avanzada, que contribuya a la optimización y modernización de la producción y divulgación estadística oficial.

Actualmente, el INE rige el Sistema Estadístico Nacional produciendo y divul-

gando información estadística oficial de calidad, con oportunidad y accesibilidad, a través del Plan Estadístico Nacional.

## 6. Marco Metodológico

Arias (1999) señala que “la metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el cómo se realizará el estudio para responder el problema planteado.” (p. 47). En este sentido, el estudio incorporó la modalidad de Proyecto Factible, apoyado en un diseño descriptivo de campo el cual Méndez (2001) “...identifica las características del universo de investigación, señala formas de conducta, establece comportamientos concretos y descubre y comprueba asociaciones entre variables.” (p. 133).

Referente al Diseño de la Investigación; Sampieri et. al. (2010) señala que diseño es un “plan o estrategia que se desarrolla para obtener la información que se requiere en una investigación” (p.185). A tal efecto, se deben cumplir las siguientes siete etapas:

*Etapas I. Análisis Preliminar:* Consiste en adelantar una revisión del proyecto por elaborar enfocado en ¿qué se va llevar a cabo?, ¿cómo se va a desarrollar? y ¿qué estudios de factibilidad técnica, económica y operativa lo sustentan?

*Etapas II. Identificación de las Áreas Geográficas:* Esta fase conlleva al usuario a reconocer las zonas sobre las cuales se llevará a cabo el estudio. En el caso particular se delimitará las Áreas Geográficas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira.

*Etapas III. Selección de Temas de Estudio:* Es una faceta que consiste en la determinación de las variables estadísticas que permitirán monitorear las áreas geográficas

antes identificadas. En la presente investigación se tomará los indicadores estadísticos referidos a población, educación, fuerza de trabajo, estructuras, déficit habitacional y pobreza.

*Etapa IV. Diseño de la Tabla de Datos:* En esta parte de la metodología se elabora el diseño conceptual de la tabla de datos que incluye la definición de su contenido y la determinación de las limitaciones de los datos. También se detalla el diseño lógico formado por la estructura en que se almacenará los datos en el sistema. Se llevará a cabo a partir de la aplicación Microsoft Office Excel.

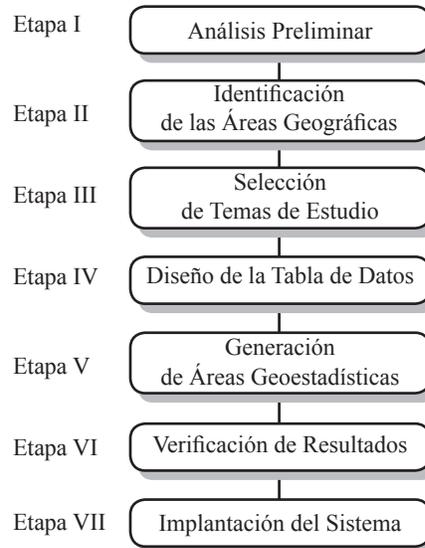
*Etapa V. Generación de Áreas Geoestadísticas:* El propósito de este paso es el de asociar correctamente la información estadística con las áreas geográficas antes identificadas. Se llevará a cabo a partir del Software Administrador de Mapas ESRI ArcView.

*Etapa VI. Verificación de resultados:* En este instante se llevan a cabo pruebas que pretenden demostrar que las funciones del sistema son operativas, que la entrada se acepta de forma adecuada y que se produce un resultado correcto, así como la integridad de la información. Se comprobará a través de Técnicas de Pruebas de Caja Negra.

*Etapa VII. Implantación del Sistema:* En esta etapa se busca instalar de modo operativo el sistema bien sea de manera directa, paralela, modular o piloto; dentro de un ambiente real donde se inicien sus actividades rutinarias. En el presente estudio se adoptará la modalidad de Implantación Directa.

Los niveles anteriores se representan gráficamente a continuación, expresando lo que constituye una metodología propues-

ta por el autor de desarrollo de SIG para el monitoreo de las Áreas Geoestadísticas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira como núcleo demográfico de la frontera Colombo Venezolana.



**Gráfico 1.** Metodología de Desarrollo de Sistemas de Información Geográfica para el monitoreo de Áreas Geoestadísticas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira como núcleo demográfico de la frontera Colombo Venezolana.

Sampieri et. al. (2010) define a la población o universo como el "...conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones." (p. 304). A tal efecto, la población para la presente investigación la conforman los usuarios de la Unidad SIGE del INE - Táchira, que en su conjunto completan cinco personas.

Sabino (2002) define que la muestra es "...una parte de todo lo que llamamos universo y que sirve para representarlo." (p. 83). Sin embargo, para la presente investi-

gación se alude que el universo no es suficientemente numeroso como para lograr una muestra representativa de estudio. Por lo tanto, Méndez (2001) recomienda "...utilizar el censo cuando la población de interés sea tan pequeña que un costo y tiempo adicionales en el estudio de la población estén plenamente justificados." (p. 182). De modo que la muestra queda conformada por cinco individuos que conforman la Unidad SIGE del INE.

Méndez (2001) señala que las fuentes de información "...son hechos o documentos a los que acude el investigador y que le permiten obtener información." (p. 152); por lo que los siguientes son elementos de entrada que alimentan al SIG propuesto:

*Encuesta de Hogares por Muestreo (EHM):* Su objetivo es producir información sobre la estructura y evolución del mercado de trabajo y sus características socioeconómicas.

*Estudios de Población y Análisis Demográfico:* Su finalidad es determinar los volúmenes poblacionales existentes en diversos sectores del país para ciertos períodos de tiempo y bajo ciertos niveles de desagregación, que permitan proporcionar información sobre las tendencias demográficas de la población, en términos de tamaño, composición y estructura, a corto, mediano y largo plazo.

*Estadísticas de Niños, Niñas y Adolescentes:* Su propósito es conformar un Sistema Estratégico de Información Estadística sobre niños, niñas y adolescentes que sirva de base para la toma de decisiones y la generación de conocimientos para este segmento poblacional, así como también, cubrir los requerimientos de información necesarios para el seguimiento de acuerdos y compromisos internacionales en el área.

### *XIII Censo de Población y Vivienda:*

Los censos son operativos orientados a obtener datos sobre la totalidad de los elementos que componen el universo en estudio, y generan información de carácter estructural. Trata es de relevar las principales características de las personas, hogares y viviendas de un país.

Estudios específicos, tales como: pobreza, indicadores urbanos y rurales, desarrollo humano, déficit habitacional, fecundidad, entre otros.

Sobre las Técnicas e Instrumentos de recolección de datos, Arias (1999) señala que "son las distintas formas o maneras de obtener la información" (p. 55). En la presente investigación aplica como técnicas de recolección de datos la observación científica sobre los procesos, sistemas y usuarios de la Unidad SIGE del INE – Táchira; y la encuesta bajo la modalidad de cuestionario como instrumento para lograr la recolección de los datos primarios sobre una muestra censal. Lo conforman nueve preguntas semiabiertas orientadas a conocer la gestión, nivel y alcance técnico - operativo.

Adicionalmente, como técnica de investigación se hizo uso de la encuesta, definida por Méndez (2001) como "instrumento de observación formado por una serie de preguntas formuladas y cuyas respuestas son anotadas por el empadronador." (p. 197).

Las fuentes de los datos secundarios que soportan el presente estudio son: Mapas Analógicos, Manual de Definiciones Técnicas del Censo 2001 (XIII Censo de Población y Vivienda), Cuestionario del XIII Censo de Población y Vivienda (2001), Manual de la Encuesta de Hogares por Muestreo, Cuestionario de la Encuesta de Hogares por Muestreo, Manual de Indicadores de la Fuerza de Trabajo, Manual

de Indicadores de Educación, Inventario de Hardware y Software, Planillas de Configuración de Hardware y Software, Tabla de Datos Censal (2001), Manual de la División Político Territorial de Venezuela 1999, Libros, Revistas y Folletos.

Los cuestionarios fueron validados a través de la técnica Juicio de Expertos, donde la opinión dada estuvo en relación con la claridad del contenido, su articulación y correspondencia de los objetivos con los indicadores. La Confiabilidad de los Instrumentos de los cuestionarios se determinó mediante la aplicación del Coeficiente Alpha de Cronbach.

Los datos fueron procesados a partir del software ESRI ArcView ya que cuenta con avanzadas capacidades de visualización, consulta y análisis de información geográfica, además de numerosas herramientas de integración de datos desde todo tipo de fuentes e instrumentos de edición. Se presentará la información mediante la generación de cartografía digital de acuerdo a las áreas de estudio (mapas temáticos) en correspondencia con las funciones del software ESRI ArcView.

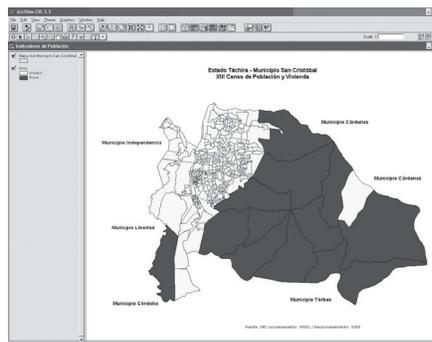
## 7. Resultados

*Etapa I. Análisis Preliminar:* Esta etapa es el inicio de la metodología propuesta. Aquí se desarrolló el Estudio de Factibilidad Operativa, el Análisis de Factibilidad Técnica y de Factibilidad Económica.

*Etapa II. Identificación de las Áreas Geográficas:* La identificación consistió en precisar, reconocer y seleccionar las áreas objeto de análisis.

En el gráfico 2 se denota el Municipio San Cristóbal del Estado Táchira representando en él las Áreas Urbanas sujetas de estudio en colores claros; mientras que los

colores oscuros simbolizan zonas rurales no sujetas a análisis.



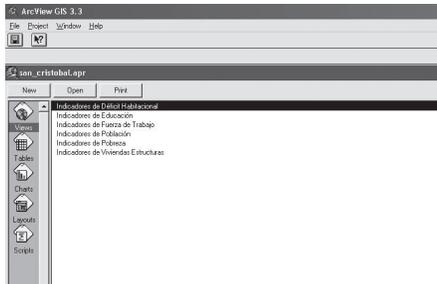
**Gráfico 2.** Representación de las Áreas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira.

*Etapa III. Selección de los Temas de Estudio:* DANE (2012) define las Áreas Geoestadísticas como aquellos sectores geográficos definidos con fines estadísticos, es decir, espacios delimitados donde se asocie correctamente información estadística.

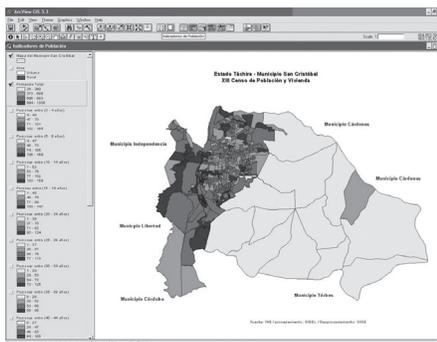
De acuerdo a este enfoque, la data estadística que se relacionó fue clasificada por temas de estudio que reflejaron alguna situación representada bajo la figura de indicador estadístico, es decir; a partir de variables que sirven para medir los cambios, al tiempo que detectan y cuantifican la magnitud de la intensidad de los hechos.

Por consiguiente, en la presente investigación se tomó como temática de estudio los siguientes: Población, Déficit Habitacional, Educación, Fuerza de Trabajo, Pobreza y Estructuras. (ver Gráfico 3).

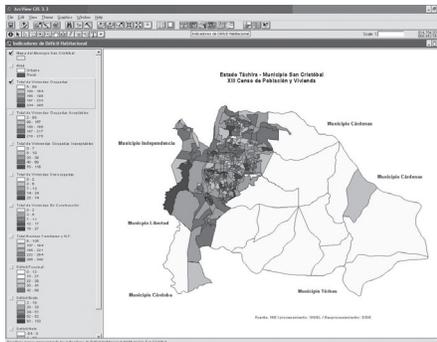
En el Gráfico 4 se muestra las vistas generadas del tema de Población una vez procesados sus indicadores. Aquí se visualiza por degradación de un mismo color la Población Total de las Áreas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira.



**Gráfico 3.** Vista parcial de la Definición de los Temas de Estudio en el Sistema de Información Geográfica.



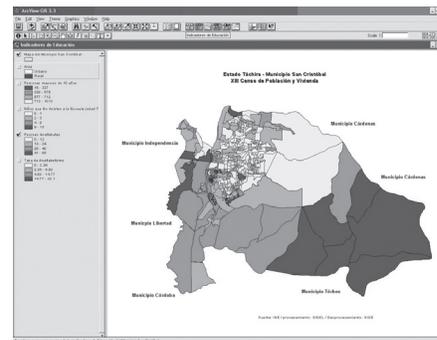
**Gráfico 4.** Representación de los Indicadores Estadísticos referidos al Tema de Población.



**Gráfico 5.** Representación de los Indicadores Estadísticos referidos al Tema de Déficit Habitacional.

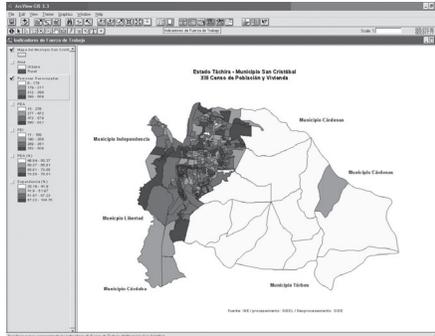
En el Gráfico 5 se visualizan las vistas generadas del tema de Déficit Habitacional una vez procesados sus indicadores. En el caso específico se observa por degradación de un mismo color el Total de Viviendas Ocupadas en las Áreas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira, donde cada una representa un bajo o alto nivel de concentración.

En el Gráfico 6 se expone las vistas generadas del tema de Educación una vez procesados sus indicadores. En esta representación se exhibe por degradación de un mismo color el Total de Personas Analfabetas en las Áreas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira, donde cada una representa un bajo o alto nivel de concentración.



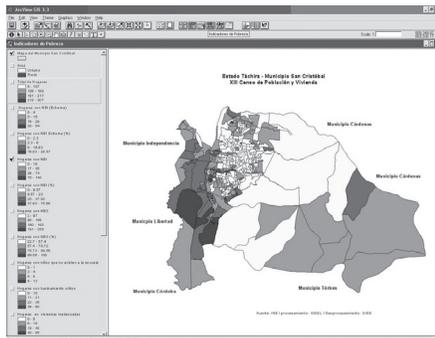
**Gráfico 6.** Representación de los Indicadores Estadísticos referidos al Tema de Educación.

El Gráfico 7 muestra las vistas generadas del tema de Fuerza de Trabajo una vez procesados sus indicadores. Esta temática de estudio representa por degradación de un mismo color el Total de Personas Desocupadas en las Áreas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira, donde cada una identifica un bajo o alto nivel de concentración.



**Gráfico 7.** Representación de los Indicadores Estadísticos referidos al Tema de Fuerza de Trabajo.

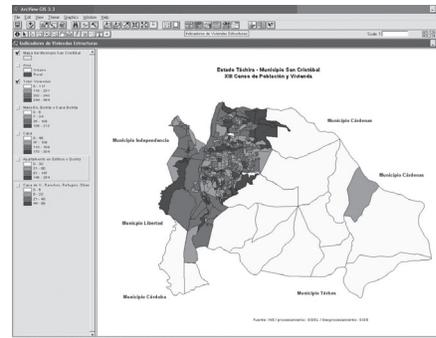
El Gráfico 8 ofrece las vistas generadas del tema de Pobreza una vez procesados sus indicadores. Particularmente simboliza por degradación de un mismo color los Hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas en las Áreas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira, donde cada una representa un bajo o alto nivel de concentración.



**Gráfico 8.** Representación de los Indicadores Estadísticos referidos al Tema de Pobreza.

El Gráfico 9 muestra las vistas generadas del tema de Estructuras una vez procesados sus indicadores. Esta temática visualiza por degradación de un mismo color el Total de Viviendas en las Áreas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira, donde cada una representa un bajo o alto nivel de concentración.

liza por degradación de un mismo color el Total de Viviendas en las Áreas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira, donde cada una representa un bajo o alto nivel de concentración.



**Gráfico 9.** Representación de los Indicadores Estadísticos referidos al Tema de Estructuras.

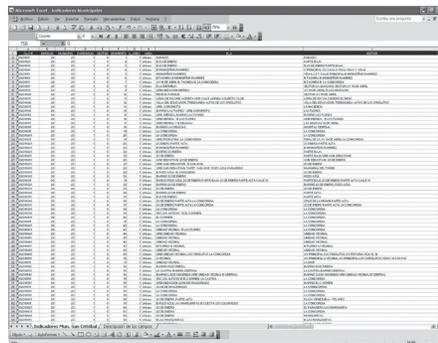
*Etapa IV. Diseño de la Tabla de Datos:* Murai (1999) define la Tabla de Datos como una colección de datos geoespaciales interrelacionados, que puede manipular y mantener una gran cantidad de ellos que pueden ser compartidos por diferentes aplicaciones SIG.

En la presente investigación, desde el punto de vista conceptual el diseño de la base de datos formó parte de la estructura de las tablas que la conforman, la definición de su contenido y la determinación de las limitaciones de los datos. Para ello, su diseño cumplió con argumentos de Ubicación Geográfica no redundantes, normalizados, con niveles de desagregación elevados.

Desde el punto de vista lógico, se diseñó tablas de Datos Planas en Microsoft Office Excel; que comprende varios registros y cada uno contiene uno o más campos. Cada campo normalmente se relaciona

con un tipo particular de información. La información en la tabla puede ser almacenada, manejada, actualizada, suprimida, desplegada, impresa o convertida a otros formatos, utilizando el estilo de presentaciones de la hoja de cálculo que se limita a tablas planas.

Para la presente investigación este proceso conllevó su respaldo en formato de archivo compatible con ESRI ArcView para continuar su procesamiento. (ver Gráfico 10)

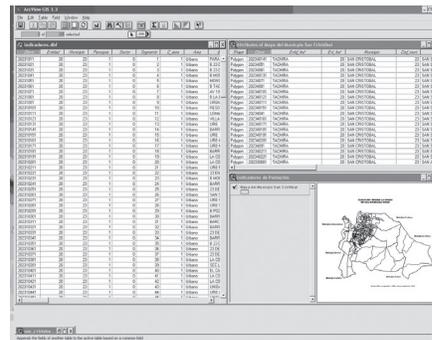


**Gráfico 10.** Definición de la estructura, contenido y la determinación de las limitaciones de los datos de la Tabla de Datos, utilizando la aplicación Microsoft Office Excel.

*Etapa V. Generación de las Áreas Geoestadísticas:* La Generación de las Áreas Geoestadísticas se logró a partir de un procedimiento donde se buscó asociar correctamente la información estadística con los lugares geográficos correspondientes. En consecuencia, para el desarrollo del presente proyecto el procedimiento antes mencionado se llevó a cabo a partir del software ESRI ArcView.

A tal efecto, en ESRI ArcView se creó un nuevo tema (Población, Déficit Habitacional, Educación, Fuerza de Trabajo, Pobreza y Estructuras), luego se abrió la

Tabla de Información Estadística generada en Microsoft Excel y guardada en formato compatible de ESRI ArcView. Una vez las dos tablas abiertas y visibles se seleccionó el campo en común de cada tabla para luego concretar la generación de áreas geoestadísticas. (ver Gráfico 11).



**Gráfico 11.** Proceso de Generación de Áreas Geoestadísticas.

Finalmente, se comenzó con la diagramación de mapas temáticos utilizando como base la Tabla de Datos recién creada y las herramientas que ofrece ESRI ArcView.

*Etapa VI. Verificación de los Resultados:* La Prueba de Caja Negra se denomina también prueba de comportamiento y se centra en los requisitos funcionales del software, es decir; permite obtener conjuntos de condiciones de entrada que ejerciten completamente todos los requisitos funcionales de un programa, sin fijarse en el funcionamiento interno del programa.

A tal efecto, intenta encontrar errores de las siguientes categorías: Funciones incorrectas o ausentes, Errores de interfaz, Errores en estructuras de datos o en acceso a bases de datos, Errores de rendimiento, Errores de inicialización y terminación.

Durante el desarrollo del presente proyecto se efectuaron pruebas durante tres semanas consecutivas, reflejando la evolución de las mismas en el cuadro 1.

*Etapa VII. Implantación del Sistema:* Senn (1992) define la implantación como “el proceso de verificar e instalar nuevos equipos, entrenar a los usuarios, instalar la aplicación y construir todos los archivos de datos necesarios para utilizarla” (p. 37).

En la presente investigación se acepta la metodología de Implantación Directa sobre la base de que no existe un sistema anterior y el nuevo sistema es pequeño y sencillo.

## 8. Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

El estudio aplicado determina que los procedimientos utilizados actualmente para la gestión de información en la unidad de SIG del INE - Táchira no son los óptimos, además de ser ejecutados de manera semi-automatizada.

Desde el punto de vista técnico, se establece que los recursos de hardware y software existentes son suficientes y óptimos para completar la fase de diseño, desarrollo e implantación del SIG propuesto.

Desde el enfoque operativo, se evidencia la alta disposición de parte del personal, reflejando así un impacto positivo que contrarresta, cualquier hecho de resistencia a su manipulación o implantación.

El desarrollo de la presente investigación permitió identificar las áreas urbanas y rurales del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira como núcleo demográfico de la frontera Colombo Venezolana. El anterior hallazgo se logró a partir de la desagregación de la información a su nivel más bajo, el segmento, hasta conocer el nombre del barrio o urbanización que se representa por área, según la parroquia, lo que propicia la creación de estándares de trabajo para procesos de georeferenciación y creación de tablas de datos.

Los temas de estudio del sistema propuesto no representan todos los indicadores que se desean medir, sino que está sujeto a las condiciones demográficas y sociales del área.

Para el desarrollo del sistema propuesto, es suficiente el diseño de una tabla plana que almacene el límite de datos y los indicadores estadísticos que permite mantener la interrelación entre el conjunto de datos e información disponible con los espacios que en ella interfieren.

**Cuadro 1. Pruebas de Caja Negra**

Categoría	Semana			Observación
	1	2	3	
1. Funciones incorrectas o ausentes.	2	1	0	Corregido
2. Errores de interfaz.	0	0	0	Sin errores
3. Errores en estructuras de datos o en acceso a bases de datos.	2	0	0	Corregido
4. Errores de rendimiento.	0	0	0	Sin errores
5. Errores de inicialización y terminación.	0	0	0	Sin errores

El proceso de asociar información a un área delimitada geográficamente ofrece al sistema propuesto valor agregado que lo hace más versátil y funcional.

En el presente estudio, se aprovechó las ventajas que ofrece ESRI ArcView como software administrador de mapas para generar las Áreas Geoestadísticas Urbanas del Municipio San Cristóbal del Estado Táchira, demostrando ser una herramienta eficiente para tal fin, por lo que se recomienda su mayor difusión y uso.

El sistema propuesto superó todas las pruebas que involucra la técnica de Caja Negra, evidenciando un buen comportamiento centrado en los requisitos funcionales del sistema.

La implantación del sistema propuesto se hizo de manera directa con la explotación de toda la información en sistemas monousuario donde se consigue una solución global en el manejo de información geográfica, constituyendo una herramienta de soporte a la toma de decisiones.

Se da respuesta a la sistematización del problema con el desarrollo de un SIG impulsado por la Unidad SIGE del INE - Táchira, una vez que es de su interés preservar y resguardar la información disponible.

#### **Recomendaciones:**

Es necesario el proceso de planificar y gerenciar los municipios de acuerdo con las características propias de cada uno de ellos, y es aquí donde surge la necesidad de manejar la información urbana como herramienta para la toma de decisiones en la planificación y gestión local.

En el nivel público, las instituciones deben enfrentar la dinámica de los cambios con tácticas y estrategias que garanticen la gobernabilidad del sistema urbano,

para lograr una adecuada interacción entre la legitimidad y la eficacia del Estado en cuanto a las respuestas que demandan los ciudadanos. En este sentido, las siguientes recomendaciones conforman un conjunto de aplicaciones prácticas que el investigador aconseja implementar y ejecutar de acuerdo a los objetivos definidos que a continuación se detallan:

- Se recomienda automatizar los procesos de corrección y vectorización de mapas.
- Se sugiere diligenciar financiamiento de parte del gobierno local, regional o nacional o de empresa o instituciones públicas y privadas interesadas.
- Gestionar ante el IGVSb la actualización de la cartografía existente en la Unidad SIGE del INE - Táchira.
- Formular planes de trabajo para mantenimiento y actualización del sistema, fomentar la actualización de los equipos de procesamiento de datos y visualización de información y establecer estrategias de difusión de información geoestadísticas.
- Se exhorta para futuras actualizaciones la posibilidad de aplicar diseños de bases de datos relacionales u orientados a objetos que permitan la vinculación con nuevas herramientas de desarrollo de software.
- Se indica la adquisición de nuevas versiones del software con licencias multiusuario.
- Se recomienda un plan de control y seguimiento al sistema que permita detectar incongruencias, fallas y/o errores con la premura necesaria para corregirlos.

#### **9. Referencias Bibliográficas**

- Arias, F. (1999). El Proyecto de Investigación. Guía para su elaboración. Caracas: Editorial Epistem; Oriol Ediciones.

- Begoña, G (2001). La información urbano local: herramienta para la toma de decisiones en la planificación y gestión locales. Tesis de Especialización mención Honorífica y Publicación. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (s/f). Conceptos Básicos sobre Sistemas de Información Geográfica y Aplicaciones en Latinoamérica. Colombia.
- Instituto Nacional de Estadística (2001). Manual de Definiciones Técnicas del Censo 2001. Caracas. Venezuela.
- Ley de la Función Pública de Estadística (2001). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 37321, noviembre 29, 2001.
- Méndez, C (2001). Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación. 3ª edición, Colombia: McGraw Hill Interamericana.
- Reglamento Interno del Instituto Nacional de Estadística (2005). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 38138, Marzo 2, 2011.
- Sabino, C (2002). El Proceso de investigación. Editorial Panapo de Venezuela.
- Sampieri, Fernández y Baptista (2010). Metodología de la Investigación, Quinta Edición, McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A., México D.F.
- Senn, J (1992); Análisis y Diseño de Sistemas de Información. 2ª. Edición. México: McGraw Hill Interamericana de México; S.A. de C.V.
- Murai, S (1999). Revista Jornal Selper. SIG Manual Base. Volumen I. Conceptos Fundamentales.

#### Referencias Electrónicas

- Cowen (1989). Lectura de la NCGIA (National Center for Geographic Information and Analysis) [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.ncgia.ucsb.edu/> [Consulta: 2012, abril 18].
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). [Página web en línea]. Disponible: <http://www.dane.gov.co>. [Consulta: 2012, abril 23].
- ESRI (2012). [Página web en línea], Disponible: <http://www.esri-es.com/> [Consulta: 2012, abril 25].
- Instituto Nacional de Estadística (2012). Disponible: <http://www.ine.gob.ve/> [Consulta: 2012, abril 28].