 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

ESTANDARIZACIÓN DE DIRECCIONES DE LA BASE DE DATOS DE ESTUDIANTES DEL ITM PARA REALIZAR CONSULTAS GEORREFERENCIADAS Y DETERMINAR ZONAS DE INFLUENCIA DENTRO DEL ÁREA METROPOLITANA

Darryn Ibáñez Ardila

Andres Gómez Villegas

Ingeniería de Telecomunicaciones

Director del trabajo de grado

Fabio León Suárez Alvarez

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

2015

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han permeado la mayor parte de las actividades diarias del ser humano, incluidas las instituciones educativas donde se hace uso de las TIC para resolver diferentes necesidades relacionadas con la ubicación geográfica de los estudiantes, para ofrecer diferentes tipos de servicios tales como capacitación a la comunidad, cursos de extensión, universidad en el barrio, etc. En la actualidad el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM) cuenta con herramientas que permiten relacionar la ubicación de los estudiantes con características espaciales pero no están siendo utilizadas. Por tal motivo, este proyecto presenta un estado del arte donde se revisa el desarrollo de los sistemas de información geográfica en Colombia y su uso en instituciones educativas; se plantea un proceso para Geocodificar una muestra de 4010 registros de una base de datos de 23.000 estudiantes, y se consigue georreferenciar automáticamente un 72 % de esta muestra. Finalmente, se propone una estrategia para georreferenciar, estandarizar y mantener actualizado el campo dirección de la base de datos.

Palabras clave: geoeocodificación, Georreferenciación, sistema de información geográfica.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Los estudiantes agradecen a: Instituto Tecnológico Metropolitano, Edgar Enrique Hidalgo Gómez de Presupuesto Participativo; Lina Maria Moreno Muñoz Directora Operativa de Bienestar Institucional; Nora Isabel Gallego Mosquera Jefe de Oficina del Departamento de Admisiones y Programación Académica y a Fabio León Suarez Álvarez Docente y asesor del trabajo de grado

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

A continuación se describen los acrónimos correspondientes al trabajo de grado:

ESRI Environmental Systems Research Institute

SIG Sistemas de Información Geográfica

ArcGIS Software de SIG

IGAC Instituto Geográfico Agustín Codazzi

GPS Sistema de Posicionamiento Global

DBMS Database management system

SGBD sistema de gestión de base de datos

GPS Global Positioning System

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	
2.	MARCO TEÓRICO.....	
2.1	LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	
2.2	LOS SIG Y SU DESARROLLO EN COLOMBIA.....	
2.3	LA EDUCACIÓN Y LOS SIG	
2.4	BASE DE DATOS Y SIG	
2.4.1	Diseño de la base de datos para los SIG:.....	
2.5	LA GEODIFICACIÓN COMO HERRAMIENTA EN UN SIG.....	
2.6	ELEMENTOS PARTICIPANTES EN EL PROCESO DE GEOCODIFICACIÓN.....	
2.6.1	Localizador de Dirección.....	
2.6.2	Nomenclatura Urbana	
2.6.3	Nomenclatura Vial	
2.6.4	Nomenclatura Predial.....	
2.6.5.	Transcripción de Direcciones Urbanas	
2.6.6.	Descripción General de los Elementos que Componen un Registro de Dirección 21	
2.7.	ÁREA DE ESTUDIO.....	
3.	METODOLOGÍA	
3.1	ESTADO DEL ARTE.....	
3.2	CONSTRUCCIÓN U OBTENCIÓN DE DATOS DE REFERENCIA	
3.3	DETERMINACIÓN DEL ESTILO DE LA DIRECCIÓN DE LOCALIZACIÓN	
3.4.	DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	
3.5.	LOCALIZACIÓN DE DIRECCIONES	
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	
	REFERENCIAS.....	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Placa de identificación vial Fuente IGAC.....	
Figura 2. Placa de Identificación Predial Fuente: (Guía de Nomenclatura Urbana) DACD – 2007	
Figura 3. Guía para el diseño de Nomenclatura Urbana. Fuente: IGAC – 1988	
Figura 4. Base de datos ITM Geocodificada por comunas.....	
Figura 5. Metodología.....	
Figura 6. Localizador de direcciones.....	
Figura 7. Opciones de Geocodificación	
Figura 8. Parámetros de Geocodificación.....	
Figura 9. Geocodificación al 90%.....	
Figura 10. Archivo Shape de puntos geocodificados	
Figura 11. Campos de la Dirección	
Figura 12. Consulta 1	
Figura 13. Consulta 2	
Figura 14. Consulta 3	

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Abreviaturas para tipo de vía	22
Tabla 2: Elementos de una dirección	26
Tabla 3: Abreviaturas sugeridas	27
Tabla 4: Correcciones manuales necesarias para la geocodificación fuente: elaboración propia. 28	
Tabla 5: Resultados obtenidos en la herramienta del Municipio de Medellín	31
Tabla 6: Campos resultantes	36

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han tenido un gran impacto en el ámbito educativo y han venido evolucionando vertiginosamente en investigaciones académicas desde su aparición en 1987. El acercamiento que han realizado las instituciones educativas en Colombia a los SIG se ha centrado en la recolección de datos relacionados con entornos ambientales, estudio de enfermedades, gestionar los recursos naturales, la investigación avanzada, incrementar las oportunidades de los estudiantes de bajos recursos para buscar alternativas de transporte entre otros beneficios de gran importancia para fortalecer sus capacidades; en el ITM se ha venido incursionando el uso de los SIG mediante semilleros que tienen como fin generar proyectos innovadores que incluyan la posibilidad de mejorar la calidad de vida de la comunidad por medio de los SIG y otras tecnologías afines. Los SIG también se han comenzado a emplear en el ámbito administrativo para ofrecer servicios a los estudiantes, con el fin de mejorar su calidad de vida y académica.

Actualmente, el ITM pretende utilizar los SIG para georreferenciar las direcciones de sus estudiantes, pero el costo para la geocodificación de 23.000 puntos geográficos correspondientes al número actual de estudiantes del ITM, es alrededor de \$300 pesos por punto; lo que suma \$6.900.000. Cabe aclarar que este valor no incluiría la estandarización de la base de datos según la propuesta que se pretende para dicha actualización, dado que esto depende de cómo esté estructurada la información; generalmente se paga a un especialista en el área, por horas para que haga dicho trabajo. El ITM cuenta con datos personales de sus estudiantes, como las direcciones de sus viviendas entre otros, pero esta información no está estandarizada ni actualizada; además no se cuenta con la relación espacial de dicha información, aunque posee un software que permitiría la georreferenciación de manera gráfica y precisa de la base de datos estudiantil, no hace uso de este software.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Por lo tanto, se plantea utilizar un SIG disponible en la institución para ubicar sus estudiantes en el mapa de Medellín; con este proyecto se beneficiarán los estudiantes del ITM, debido a que la institución estará en capacidad de ofrecer planes de extensión y formación en las comunidades donde residen; igualmente se beneficia la institución porque se contará con una herramienta basada en TIC para realizar reportes basados en la ubicación de los estudiantes y también la comunidad en general. Por esta razón, se plantean los siguientes objetivos para el desarrollo del trabajo de investigación propuesto.

Objetivo General

Proponer una metodología para georreferenciar, estandarizar y mantener actualizado el campo dirección de la base de datos de estudiantes del ITM, permitiendo la realización de consultas que relacionen información espacial con la ubicación de los estudiantes.

Objetivos Específicos

Georreferenciar una muestra de la base de datos de estudiantes del ITM para la realización de consultas que relacionen su ubicación con datos espaciales.

Definir una estrategia para mantener actualizada la dirección de los estudiantes en la base de datos del ITM.

Realizar un estado del arte acerca de los sistemas de información geográfica y su aplicación en la educación.

Determinar el estilo de dirección a usar en la base de datos de estudiantes para su implementación en los sistemas de captura de información del ITM.

Organización del informe

Durante la lectura de este documento, en el Capítulo 2 se encontrará una recopilación de conceptos necesarios para comprender la importancia de los SIG en el entorno educativo, la relevancia que han tomado con el correr de los años y las diferentes aplicaciones que se pueden desarrollar; en el capítulo 3 se explica en detalle el proceso que se siguió para geocodificar una muestra de la base de datos del ITM, en el capítulo 4 se exponen los principales resultados obtenidos y en el Capítulo 5, las conclusiones y recomendaciones para mejorar la calidad de la información de direcciones en la base de datos.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan los conceptos y teorías necesarias para comprender el desarrollo de este trabajo

2.1 LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

“Un SIG es un conjunto de programas basados en sistemas computacionales para la administración, almacenamiento, análisis, modelamiento y visualización de información espacial. El precursor de los SIG fue un software desarrollado para automatización de cartografía. Sin embargo, en la década pasada ha evolucionado desde un mapeo simple y automatizado hacia el reino del análisis, modelamiento y soporte a decisiones basadas en información espacial”, (Zerger, Bishop, Escobar, & Hunter, 2002).

“Los SIG han producido una revolución tecnológica, pero principalmente están produciendo una notable revolución intelectual donde es central el espacio geográfico, ya que toda aplicación realizada mediante el uso de los SIG se basa en cinco conceptos fundamentales de neta naturaleza espacial, los cuales son los de localización, distribución, asociación, interacción y evolución espacial. Estos conceptos son los que brindan un hilo conductor a los desarrollos y a la aparición de nuevos campos de conocimiento que se están perfilando en lo que podría denominarse una nueva geografía aplicada”, (Buzai, 2007).

“Los SIG permiten, realizar la elaboración de mapas que se usan para ordenar, reordenar, registrar, describir y diseñar. Se dibujan con objeto de estudiar características geológicas, espacios físicos (incluyendo una tercera e incluso una cuarta dimensión), fronteras políticas, experiencias de grupos de población, acontecimientos varios, distribución de animales e incluso la extinción de distintas especies”, (Moraru, 2009).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

“El uso de la tecnología SIG ha sido ampliamente establecido en muchas áreas para el manejo de los recursos naturales, pero su implementación apenas está emergiendo, en especial en los países en desarrollo. La capacidad de los SIG para el almacenamiento, recuperación, y manipulación de datos espaciales, hacen de estos sistemas una herramienta ideal para el inventario y manejo de información, logrando con ello obtener datos visuales y poder relacionar los más variados datos espaciales, de diferentes géneros, obteniendo respuestas integradas para los problemas que plantean las ciudades, de una manera rápida y económica. Es por ello que en el presente estudio se implementará el uso de los SIG en ambiente académico para ubicar estudiantes de una institución de educación superior”, (Wood, 1999).

2.2 LOS SIG Y SU DESARROLLO EN COLOMBIA

En Colombia se vienen utilizando los SIG desde hace algunos años con el fin de resolver diversos problemas, los cuales requieren relacionar información no espacial con información espacial. El municipio de Medellín cuenta con el servicio de geocodificación de direcciones al cual se puede acceder por medio de su portal web www.medellin.gov.co; mediante este servicio se pueden ingresar archivos de Excel que contengan direcciones en Medellín y el software devuelve un archivo en formato *shape* de puntos, con los registros que pueden ser geocodificados y que a su vez puede generar un reporte de Geocodificación.

También se han utilizado los SIG en Colombia, de acuerdo a Parra-Henao (2010), para el estudio de sistemas ecológicos y de vectores de enfermedades, así como para estudios epidemiológicos entre muchos otros, las necesidades científicas particulares pueden ser direccionadas por las capacidades de la tecnología de los SIG. Estos sistemas permiten analizar interrogantes de naturaleza espacial, en los cuales la localización de una entidad

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

biológica es una función de su relación frente a otros organismos o de influencias ambientales.

Abordando el tema de la investigación del conflicto armado, se han utilizado los SIG como herramienta para identificar los elementos constitutivos y fundamentales que existen en torno a la cartografía del conflicto armado en Antioquia. Para abordar las decisiones cartográficas cuando se trabaja con SIG, se realizó un análisis que incorporó tres ámbitos de reflexión: analítico, estadístico y cartográfico. En el ámbito analítico se revisaron los antecedentes del uso de mapas para analizar la guerra en Colombia; en el ámbito estadístico se describe el tipo de procesamiento de datos realizado, el cual fue descriptivo; para el ámbito cartográfico se desarrolló la relación entre los aspectos analítico, estadístico y cartográfico y su papel en el uso de los SIG para producir mapas donde se describa la dispersión geográfica del conflicto armado, (Espinosa, Monsalve, & Gómez, 2013).

2.3 LA EDUCACIÓN Y LOS SIG

“Los SIG atraen a los estudiantes de diversas disciplinas que incluyen geomática, ciencias computacionales, arqueología, geografía arquitectura y ciencias de la tierra. Como tal, el currículo de SIG es particularmente modelado hacia el desarrollo de modelos innovadores de aprendizaje adaptables a estudiantes de diferentes programas educativos”, Zerger, Bishop, Escobar, & Hunter (2002). De igual forma, los estudiantes del programa de telecomunicaciones del ITM también utilizan los SIG para planear trabajos y realizar desarrollos con sistemas inalámbricos, radio propagación y antenas con el fin de determinar la visibilidad y cobertura en radio enlaces.

Según Svatoňová (2002). “La enseñanza de los SIG en las universidades especializadas en ciencias naturales, tecnologías de la información y técnica, ya se ha convertido en un

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

fenómeno corriente; en los institutos, los SIG se están comenzando a incluir en el currículo. Sin embargo, no están lejos los tiempos cuando aún los alumnos de las escuelas básicas se familiaricen con los SIG”. En la enseñanza de la geografía están dos conceptos básicos que son “enseñar sobre los SIG y enseñar utilizando los SIG” El primer concepto se refiere a la utilización del software SIG, el segundo concepto, se refiere al uso del software del SIG como una herramienta para análisis espacial y la exhibición de los fenómenos del espacio, por lo que este concepto es el más apropiado como método didáctico en campos distintos a la geografía.

Por lo tanto según Escobar, Betancur, Palacio, & Muriel, (2008). “El quehacer de la enseñanza de los SIG debe afrontar la proyección horizontal y vertical, hablando en términos de niveles académicos”. Horizontalmente se deben proveer las herramientas necesarias para operar los SIG, aplicarlos en los diferentes programas educativos que los requieren y estar en la capacidad de compartir dichos conocimientos en el ámbito educativo y laboral; estas capacidades deben incluir un manejo básico de la terminología y la capacidad de operar las funciones básicas de un SIG. La universidad Eafit utiliza la geocodificación en el área administrativa con el fin de mejorar la calidad de vida de los estudiantes y mejorar la movilidad al interior y exterior del campus. Tomando las direcciones de los estudiantes y geocodificándolas por medio de ArcGis, se generaron rutas de transporte cercanas a los barrios de mayor concentración de estudiantes; también gracias a la información geocodificada se tomó la información de los estudiantes de bajos recursos y se analizó la necesidad de desplazamiento de los mismos con el fin de ofrecer descuentos en el metro, tiquetes para uso en el sistema de transporte público y subsidios orientados a estudiantes para que tengan la posibilidad de llegar a la universidad. En el ITM, específicamente se espera utilizar la ubicación de los estudiantes para sugerir rutas de transporte entre los centros educativos y los diferentes campus de educación superior.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.4 BASE DE DATOS Y SIG

“Una base de datos es un conjunto de archivos interrelacionados que es creado y manejado por un sistema de administración o gestión de base de datos, software que controla la organización, almacenamiento, recuperación, seguridad e integridad de los datos en una base de datos (DBMS). Este acepta pedidos de datos desde un programa de aplicación y le ordena al sistema operativo transferir los datos apropiados. Cuando se usa un sistema de gestión de base de datos (SGBD) los sistemas de información pueden ser cambiados fácilmente a medida que lo hagan los requerimientos de la organización. Nuevas categorías de datos pueden agregarse a la base de datos sin dañar el sistema existente”, (Otaya Burbano, Sanchez Zapata, Morales Soto, & Botero Fernandez, 2006).

En los SIG intervienen diversas disciplinas de acuerdo con los estudios o aplicaciones específicas. Por lo cual se integra una gran variedad de información espacial, lo que es posible utilizando herramientas que manejan grandes cantidades de datos de forma estructurada y que ofrecen facilidades para su acceso, manejo y conservación como por ejemplo los gestores de bases de datos.

La implementación de la base de datos incluye su creación física, la organización de los datos y la verificación de su desempeño. Actualmente y gracias a los desarrollos informáticos asociados a la gestión de información, cualquier SIG es capaz de utilizar varios formatos de bases de datos y trabajar indistintamente con ellos, salvando en muchos casos las antiguas limitaciones de almacenamiento, conectividad, gestión, etc.

Para este proyecto específico, la base de datos a utilizar es una muestra de la base de datos de estudiantes del ITM, la cual originalmente está diseñada por medio del gestor de bases de datos MySQL, dicha muestra contiene un conjunto de registros en la forma de un archivo de Excel, el cual contiene datos personales de los estudiantes y sus direcciones.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.4.1 Diseño de la base de datos para los SIG:

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC (1995) el diseño de la base de datos incluye: La recolección de los requerimientos y necesidades de los usuarios; diseño del modelo conceptual, el cual se refiere a la forma como están caracterizados los elementos del mundo real cuando se almacenan en la base de datos. El modelo conceptual permite definir los elementos de la realidad (objetos o entidades), sus relaciones y sus características o atributos; diseño del modelo lógico, en el cual se elaboran las estructuras en que se almacenan los datos en el sistema, basados en el modelo conceptual. Incluye la descripción del tipo de dato, longitud, geometría (polígono, línea, punto), también describe si se trata de una llave primaria o de otro tipo. Tanto el modelo conceptual como el modelo lógico son independientes de los equipos que se utilicen (hardware) y de los programas que se apliquen (software). Algunos de los atributos principales de la muestra de la base de datos proporcionada por el ITM son la cédula, el carnet, el género, los nombres y apellidos, la dirección, entre otros.

2.5 LA GEODIFICACIÓN COMO HERRAMIENTA EN UN SIG

“La geocodificación es la práctica de asignación de un identificador geográfico a un registro computacional que no cuenta con dicho identificador con el fin de atar la información a un espacio geográfico”, (Wu, Wang, Wong, & Hwang, 2007).

“La aplicación de técnicas propias de los SIG permite integrar datos alfanuméricos de múltiples fuentes con información geográfica. Este cruce de la información de datos referentes al marketing con datos cartográficos, permite analizar la relación espacial de los datos, identificar patrones de comportamiento, seleccionar puntos de venta, identificar y localizar clientes, medir los resultados de publicidad y promoción y evaluar la trayectoria del ciclo de vida de un producto”, Castillo (2001). En el presente proyecto de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

investigación, se utilizará el campo alfanumérico “Dirección” incluido en la muestra de la base de datos de estudiantes para determinar su ubicación y establecer relaciones con inmuebles y servicios públicos.

Es evidente que, aunque este proceso puede realizarse manualmente, su utilización intensiva en la geografía contemporánea se debe al auge de los SIG y al creciente aumento de la capacidad de almacenamiento de grandes bases de datos así como el de la velocidad de procesamiento de los ordenadores. Paralelamente, es necesario que se disponga de una base cartográfica digital con los ejes de las calles y avenidas, comúnmente denominada mapa callejero, que es el que permite de hecho realizar la localización geográfica, que no es más que la interpolación gráfica del punto correspondiente a la dirección en la fachada al lado par o impar, según sea el número del inmueble analizado. Para realizar la geocodificación de las direcciones de los estudiantes del ITM se utilizarán mapas digitales de la malla vial, barrios y comunas del área metropolitana del valle de aburra. Esta información fue proporcionada por el ITM.

La función de Geocodificación (del inglés *Geocoding*) es cada vez más utilizada en los paquetes SIG actuales, esta consiste en una simple acción de interpolación lineal, que se lleva a cabo en el momento de comparar las direcciones postales (contenidas en la base de datos a ser geocodificada, o sea localizada), con una base cartográfica digital de ejes de calles.

“En el mundo se han realizado algunos proyectos con este tema, como es el caso de la localización de las tiendas de distintas cadenas de distribución que mejor se adaptaban para cada una de las dos marcas del ramo de la cosmética, en Madrid capital. Y el desarrollo de un proyecto en Alcalá de Henares- España, donde se utilizó el programa "Localiza", preparado para ser rodado como una macro del SIG Idrisi (que sigue el modelo raster), para evaluar la localización de contenedores de residuos sólidos urbanos en esa localidad”, (Machado, 2008).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En este proyecto se utilizará la herramienta de geocodificación de ArcGis para ubicar las direcciones de la muestra de la base de datos de estudiantes del ITM en el mapa de la ciudad de Medellín.

2.6 ELEMENTOS PARTICIPANTES EN EL PROCESO DE GEOCODIFICACIÓN

Evidentemente, tanto la base cartográfica de ejes de calles como la lista de direcciones o de puntos a localizar (geocodificar) deben cumplir con determinados requisitos para que el programa de geocodificación pueda realizar la localización por interpolación con un buen índice de acierto.

En primer lugar, es necesario que la lógica de las direcciones acompañe el estándar de tener los números pares a la derecha, los impares a la izquierda y la numeración ir creciendo a medida que se avanza por la calle o avenida de forma proporcional a la distancia recorrida.

En segundo lugar, el formato de las direcciones debe coincidir en ambas bases de datos, lógicamente referentes al mismo territorio o ciudad. Finalmente, el programa de geocodificación, generalmente implementado como función de un SIG, debe ser capaz de realizar el cálculo efectivo de las coordenadas de cada punto (a partir de la información contenida en la dirección), a través de la comparación realizada entre la mencionada información y los datos de todos los segmentos de calles contenidos en el mapa callejero de la ciudad. Una vez seleccionado el segmento correspondiente a la dirección a ser localizada geográficamente, el algoritmo de geocodificación realizara una operación de interpolación lineal, que arrojará como resultado las coordenadas del punto analizado.

Esto se traducirá gráficamente en un punto situado en el lado correcto de la calle (sea par o impar), en la posición correspondiente y con precisión relativa, proporcionada más por

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

la base digital de ejes de referencia que por la capacidad del software de realizar una operación matemática simple de interpolación. Deberá quedar claro que aunque la precisión que se alcance en el proceso de geocodificación no estriba directamente de la capacidad del algoritmo que lo efectúa, así como tampoco lo es la cantidad de direcciones correctamente localizadas (que depende más de la calidad de la lista de puntos analizados).

Para este proyecto es fundamental la calidad de la muestra entregada, mientras mejor estén escritas las direcciones, más puntos podrán ser ubicados en el mapa.

2.6.1 Localizador de Dirección

Un localizador de dirección es la combinación de la ubicación, datos de referencia y algunas directrices específicas, basados en el estilo de dirección seleccionado; se crea con la interfaz de las herramientas SIG y es la entidad que especifica el método de interpretar un determinado tipo de dirección de entrada que se relaciona con los datos de referencia predefinidos y ofrece una nueva salida a la interfaz de usuario.

El estilo de localización de la dirección es el esqueleto del localizador de direcciones; un archivo principal contiene: Ajustes que se establecen en el localizador de direcciones, un cuadro de diálogo, propiedades y las vías a utilizar, las cuales son normas específicas y datos de referencia en el momento de llevar a cabo funciones de Geocodificación. Estas vías se determinan por el tipo de datos de la dirección que se busca y los formatos de archivos de los datos de referencia.

Los índices de referencia pueden tener muchas características diferentes, cada localizador de dirección requiere al menos un conjunto de datos primarios de referencia; la naturaleza de este conjunto de datos de referencia puede variar en función de las entidades que desean geocodificar. Más allá de los datos primarios de referencia, a los

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

datos auxiliares también se pueden aplicar tablas que contengan los nombres de lugares o alias de características particulares, como escuelas, edificios gubernamentales, hospitales, etc. y se pueden agregar como datos de referencia. Esto le permite a la búsqueda de lugares reemplazar el nombre del lugar en vez de usar el nombre de la calle. También se puede utilizar tablas alternativas, estas tablas contienen listas de características, tales como calles y los nombres alternativos para esos lugares, por ejemplo, una carretera puede ser más conocida por su nombre que por su nomenclatura; cuando se utiliza una tabla de nombres alternativos, ambos nombres pueden ser buscados y encontrados por la misma característica. Para el caso específico del proyecto de investigación realizado se utilizó el localizador de direcciones Compuesto_FGB_2013_Q2 que se encuentra en la información cartográfica proporcionada por el ITM

2.6.2 Nomenclatura Urbana

Es la identificación tanto de vías como de predios que conforman el área de una ciudad o población, con signos numéricos y alfanuméricos. La nomenclatura consiste en referenciar la ubicación de edificaciones y lotes con respecto a las vías próximas y adyacentes, señalizando sus accesos. La nomenclatura se divide en dos partes, nomenclatura vial y nomenclatura predial.

2.6.3 Nomenclatura Vial

La nomenclatura vial permite la identificación y numeración de la trama vial compuesta por calles, carreras, diagonales, transversales, avenidas, entre otras, como se muestra en la Figura 1.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 1. Placa de identificación vial Fuente IGAC

2.6.4 Nomenclatura Predial

En la Figura 2 La nomenclatura predial permite la identificación y numeración de predios, residencias y domicilios.



Figura 2. Placa de Identificación Predial Fuente: (Guía de Nomenclatura Urbana) DACD – 2007

“La placa predial está conformada por dos valores numéricos separados por un guion. El primer valor está constituido por la vía de menor denominación que delimita la cuadra sobre la cual se encuentra el acceso al predio. El segundo valor será el correspondiente a la distancia en metros entre la esquina formada por la intersección de la vía de menor denominación y la vía sobre la cual se encuentra el predio y el acceso principal del predio”, (Pachón, 2009).

2.6.5. Transcripción de Direcciones Urbanas

En el momento de realizar la captura y el almacenamiento de direcciones urbanas, se deben tener presentes algunos conceptos básicos:

Vía: Es la zona de uso público o privado destinada al tránsito de vehículos y/o peatones.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Vía principal: Es aquella vía sobre la cual está ubicado el acceso principal del predio. Se compone de tres partes: tipo de vía, identificación alfanumérica y el cuadrante al que pertenece la vía.

Vía generadora: Es la vía de menor denominación numérica que tiene intersección con la vía principal, y se emplea para generar nomenclatura predial (depende de la ubicación de cada predio). En la Figura 3 se muestran todos los tipos de vía descritos.

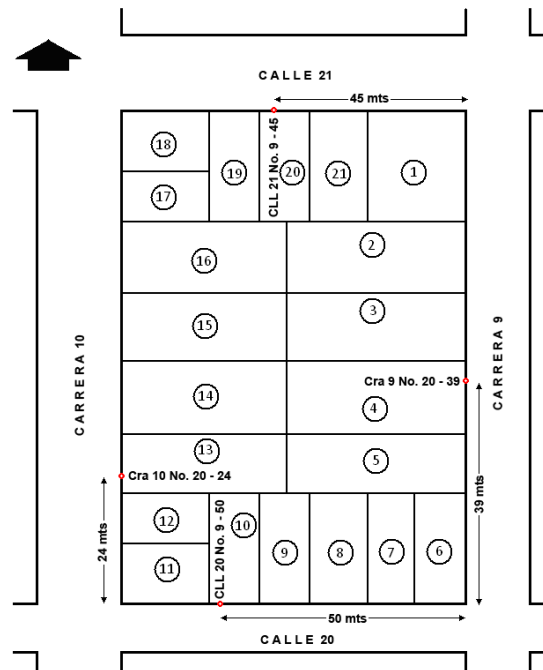


Figura 3. Guía para el diseño de Nomenclatura Urbana. Fuente: IGAC – 1988

2.6.6. Descripción General de los Elementos que Componen un Registro de Dirección

Tipo de Vía: Una vía puede ser clasificada de acuerdo a su orientación y diseño en:

Calle: Se codifica como **CL**. Vía pública con orientación predominante y sentido de crecimiento numérico de acuerdo al modelo que cada ciudad le haya asignado.

Carrera: Se codifica como **KR**. Vía pública generalmente perpendicular a la calle con orientación predominante y sentido de crecimiento numérico de acuerdo al modelo que cada ciudad le haya asignado.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Diagonal: Se codifica como **DG**. Vía pública que generalmente tiene el mismo sentido de la calle sin ser paralela a ésta, puede o no generar nomenclatura predial.

Transversal: Se codifica como **TV**. Vía pública que generalmente tiene el mismo sentido de la carrera sin ser paralela a ésta, puede o no generar nomenclatura predial, entre otros. Como muestra la Tabla 1, debe contener 2 caracteres, los cuales corresponden con uno de los siguientes valores normalizados:

Tabla 1:

Abreviaturas para tipo de vía

Elemento	Abreviatura
Carrera	KR
Calle	CL
Transversal	TV
Avenida	AV
Diagonal	DG
Autopista	AU
Vía	VIA
Circular	CIR
Pasaje	PJ

Numero nombre común de la vía principal: Valor numérico o nombre común que identifica la vía, en este caso la vía principal, por lo general las avenidas o vías principales tienen asociado un nombre común como por ejemplo: “REGIONAL”, “ORIENTAL”, “MEDELLIN”, “LAS PALMAS”, etc.

Letra, letra-letra o letra-número-letra que acompaña la nomenclatura principal: Campo alfanumérico, sirve para diferenciar las vías internas, generalmente siguen un orden lógico, ya sea alfabético o numérico o sea combinación de ambas.

Cuadrante (NORTE, SUR, ESTE, OESTE): Cuadrante geográfico en donde está ubicado el eje vial, indica el cuadrante al que pertenece en este caso la vía principal.

Número de la vía generadora: Valor numérico con que se identifica el eje vía, en este caso la vía generadora.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Letra-letra o letra-número-letra que acompañan la vía generadora: Campo alfanumérico, sirve para diferenciar las vías internas, generalmente siguen un orden lógico, ya sea alfabético o con números consecutivos o sea combinación de ambos.

Número de la placa: Valor numérico, generalmente indica la distancia en metros desde la intersección entre la vía principal y la vía generadora hasta el acceso al predio. Corresponde con el segundo valor de la placa domiciliaria o predial (número que esta después del guion).

Cuadrante (NORTE, SUR, ESTE, OESTE): Campo que indica el cuadrante al que pertenece en este caso la vía generadora, (IGAC, 2009).

2.7. ÁREA DE ESTUDIO

Se realizó una selección de área de estudio correspondiente al municipio de Medellín incluyendo todas sus comunas, teniendo en cuenta que la necesidad inmediata por parte del Bienestar universitario es conocer la dispersión o ubicación de los estudiantes que apoya el programa de presupuesto participativo, Figura 4.

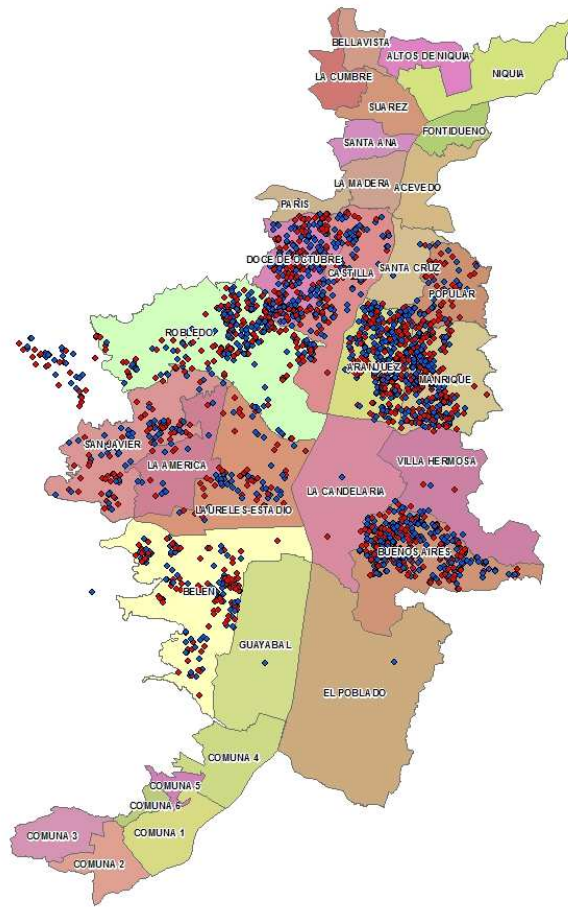


Figura 4. Base de datos ITM Geocodificada por comunas

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3. METODOLOGÍA

A continuación como se ilustra en la Figura 5 se describen los pasos que se siguieron para la elaboración del trabajo de grado,



Figura 5. Metodología

3.1 ESTADO DEL ARTE

Se realizó un estado del arte, presentado en el marco teórico, donde se condensó la evolución que han tenido los SIG, se recopiló información pertinente a la aplicación de los SIG en Colombia y en la educación; dicha información fue recopilada en bases de datos especializadas, manuales de ESRI y sitios WEB de las diferentes universidades en Colombia y el mundo.

3.2 CONSTRUCCIÓN U OBTENCIÓN DE DATOS DE REFERENCIA

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

El principal insumo para este proyecto es una muestra de 4010 registros de un total de 23.000 estudiantes de la base de datos del ITM, en formato de un libro de Excel proporcionado por Bienestar Estudiantil; la cartografía suministrada por el ITM, incluye los mapas físicos y viales de toda Colombia, los localizadores de direcciones, y el software ArcGis; se extractó la información correspondiente al área metropolitana del valle de aburra y municipios cercanos, esto con el fin de facilitar la carga y manipulación de los datos espaciales. Se generaron 3 archivos en formato Shape con la malla vial, la información de comunas y la información de los estratos.

Se verificó que como mínimo cada registro de dirección tuviera los siguientes 6 elementos básicos que se muestran en la Tabla 2 para que sea posible realizar la geocodificación:

Tabla 2:

Elementos de una dirección

Elemento	Valor
Tipo de Vía	Calle
Nombre o Número de Vía	6
Prefijo o Cuadrante	Sur
Número de Vía Generadora	73
Prefijo o cuadrante de Vía Generadora	A
Número de Placa	23
Ciudad o Municipio	Medellín

Al analizar la muestra de la base de datos de estudiantes del ITM, se encontraron algunas direcciones muy generales que no cumplían con estos 6 elementos como por ejemplo: “RURAL EL CORAZON”, “VEREDA EL UVITO CORREGUIMIENTO SAN CRISTOBAL” y “VEREDA EL UVITO”, ya que no incluyen información de la nomenclatura.

Direcciones como las siguientes, que incluyen comentarios y observaciones entre paréntesis tampoco pueden ser geocodificadas automáticamente:

“carrea 42b calle 88-46 (modificado para PP el 30 de enero de 2012 por YESID ESPINOSA)”; no es posible geocodificar por que contiene un comentario entre paréntesis y además, ArcGis no reconoce la palabra “carrea”; esta dirección debería ser corregida manualmente. Debería quedar así: Kr 42b 88-46

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

“CALLE 80 No. 44 - 89 (ACTUALIZADO EL 23 DE JULIO DE 2012 POR EDGAR HIDALGO)”, no es posible geocodificar por que contiene paréntesis, al eliminar los comentarios y los paréntesis, ArcGis puede geocodificar automáticamente.

3.3 DETERMINACIÓN DEL ESTILO DE LA DIRECCIÓN DE LOCALIZACIÓN

El estilo de dirección elegido es el propuesto por el IGAC, en su documento diseño e implementación del Sistema de Información Geográfica para el Ministerio de Educación Nacional. La cartografía adquirida por el ITM sigue este mismo esquema de nomenclatura, como se observa en la Tabla 3, en el cual se nombran los tipos de vía con las siguientes abreviaturas aplicables a la ciudad de Medellín.

Tabla 3:

Abreviaturas sugeridas

Elemento	Abreviatura
Carrera	KR
Calle	CL
Transversal	TV
Avenida	AV
Diagonal	DG
Autopista	AU
Vía	VIA
Circular	CIR
Pasaje	PJ

3.4. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN

El proyecto se centró en la Georreferenciación de una muestra de 4010 registros de estudiantes del ITM ubicados en la ciudad de Medellín. Los campos originales de la tabla son los siguientes: Tipo Documento, Documento, Carne, Sexo, Edad, Ciudad, Dirección, observaciones, otras, Barrio, Teléfono, Celular, Estrato, COLEGIO, Nombre Programa, Nivel, Promedio Acumulado, Fecha de Ingreso, Estado, Comuna, Numero, anterior

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Promedio Facultad, Créditos Asesorados, Créditos Aprobados, Total Periodos; el análisis y depuración de la información consistió en la organización y ordenamiento de los componentes de cada dirección y sus abreviaturas de acuerdo a la estandarización de las direcciones según la nomenclatura establecida por el IGAC.

3.5. LOCALIZACIÓN DE DIRECCIONES

La georreferenciación de la muestra se realizó con la herramienta Geocode del software licenciado de ArcGIS, permitiendo que los datos permanezcan intactos en todo este proceso. El procedimiento que ArcGIS utiliza para geocodificar permite crear una tabla a partir de los siguientes formatos: dBASE (.dbf), Valor separado por coma (.csv), Texto separado por tabulación (.txt), Hojas de cálculo de Microsoft Excel (.xls o .xlsx), INFO.

Para el presente trabajo se convirtió la muestra de la base de datos que se encontraba en Excel 2007(.xlsx) a un formato compatible con el ArcGis bajo la Extensión .xls de Excel 97.

Adicionalmente, se requiere que el campo Municipio se especifique en mayúsculas y sin tildes, de la misma forma que aparece en la cartografía proporcionada, porque el geocodificador del ArcGIS es sensible al uso de mayúsculas y minúsculas.

Tabla 4:

Correcciones manuales necesarias para la geocodificación fuente: elaboración propia

Anterior	Actual
Medellín	MEDELLIN
Abejorral	MEDELLIN
Girardota	GIRARDOTA SAN
San Cristobal (Medellín)	CRISTOBAL
Salgar	MEDELLIN
Agrado	MEDELLIN
Colombia	MEDELLIN
Miami	MEDELLIN
Bello	BELLO
Copacabana	COPACABANA
Itagüí	ITAGUI
Yali	MEDELLIN

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Barranquilla	MEDELLIN
La Ceja	MEDELLIN
Caucasia	MEDELLIN
Matanza	MEDELLIN
Jerico	MEDELLIN

Por otra parte se detectó que en la columna ciudad se encontraban 56 registros con municipios distintos a Medellín pero que la dirección y el barrio corresponden a localizaciones en la ciudad. En este caso, es suficiente con cambiar el contenido del campo ciudad a MEDELLIN para que los registros puedan ser geocodificados correctamente. Esto se debe realizar antes de importar la muestra al software ArcGis.

Para geocodificar en ArcGis se agrega la base de datos realizando clic derecho en *layers>Add Data*, luego se hace clic en *Add.*; luego clic derecho sobre la base de datos y clic en *geocode addresses*.

Los mapas adquiridos por el ITM cuentan con un juego de localizadores de direcciones los cuales están conectados a la malla vial incluida. Se selecciona el localizador de direcciones *Compuesto_FGDB_2013_Q2* y se da clic en OK, ver Figura 6.

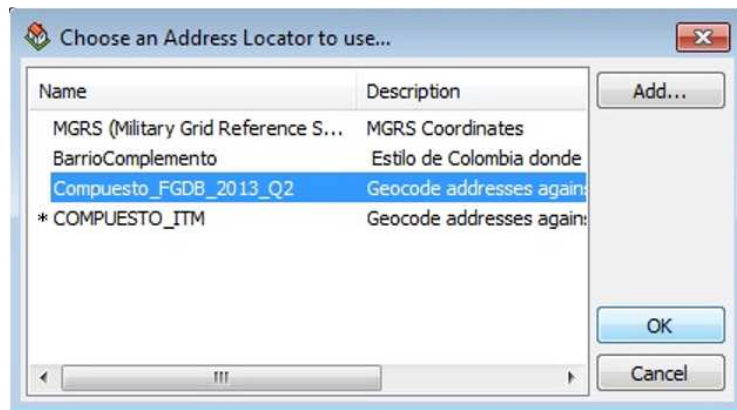


Figura 6. Localizador de direcciones

Se debe asegurar que el campo “Municipio” corresponda exactamente a la ciudad en la base de datos y el campo “Dirección” corresponda a la dirección, Figura 7.

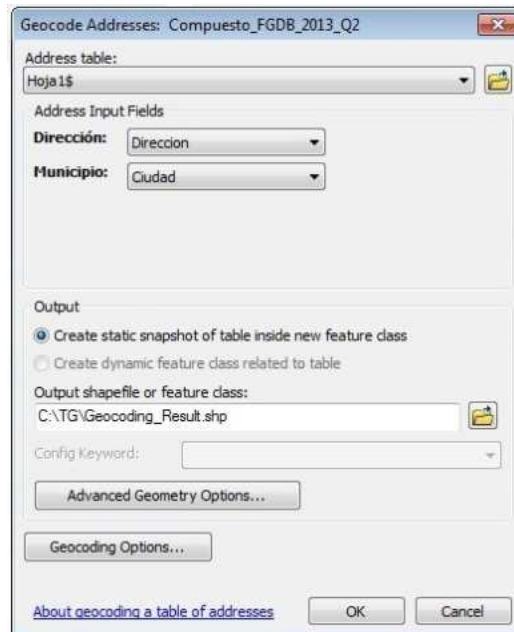


Figura 7. Opciones de Geocodificación

Si se hace clic en el botón *Geocoding Options*, se pueden variar los valores por defecto para obtener mayor cantidad de puntos geocodificados, Figura 8.



Figura 8. Parámetros de Geocodificación

Con los parámetros por defecto de ArcGIS (90%), se obtuvo un 59% de los registros geocodificados, Figura 9.

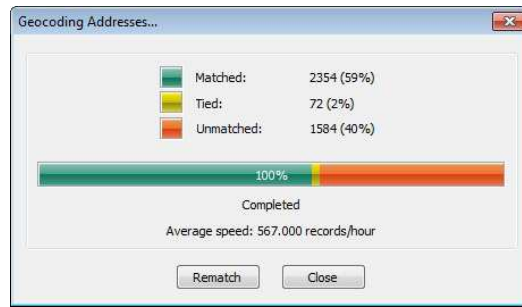


Figura 9. Geocodificación al 90%

Al variar el campo “*Minimum Match Score*” a 50%, es posible aumentar a un 72% el número de registros geocodificados.

Es posible aumentar la cantidad de registros geocodificados utilizando el servicio de geocodificación del municipio de Medellín, como se observa en la Tabla 5:, por medio del cual se obtuvo un porcentaje de 93.4% sin realizar modificaciones a la muestra.

Tabla 5:

Resultados obtenidos en la herramienta del Municipio de Medellín

Base de Datos utilizada	Cantidad de direcciones geocodificadas
Malla vial cruce invertido	5
Malla vial	56
EPM sin Interior	62
Catastro sin Interior	236
No Ubicada	265
EPM con Interior	290
Nomenclatura con Interior	1091
Catastro con Interior	2005
Total de Direcciones	4010

ArcGis tiene entre sus funcionalidades la implementación de un servidor Web en el cual se pueden prestar servicios de consultas geocodificadas y pueden ser consumidos por usuarios que tengan permisos para su uso. Se identificó que una de las inquietudes que tienen del área de bienestar es que usuarios administrativos puedan realizar este tipo de consultas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el SIG se creó el archivo tipo shape de puntos con 2873 registros geocodificados automáticamente de la base de datos de la muestra, como se observa en la Figura 10.

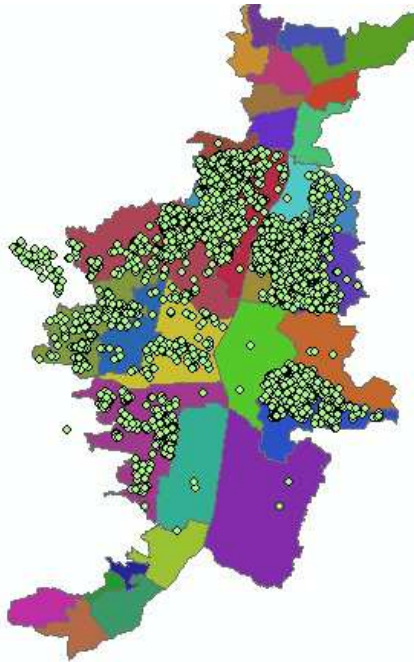


Figura 10. Archivo Shape de puntos geocodificados

Para dar cumplimiento al objetivo específico número 2 donde se plantea la necesidad de mantener la base de datos actualizada y estandarizada, es necesario, introducir la información de manera ordenada en un formulario que permita almacenarla en la base de datos, de forma similar como se muestra y se sugiere en el siguiente link de formato Google Docs: <http://goo.gl/forms/HDHBPFp9Ck>

En la Figura 11, se muestra el formato y los campos con menús desplegables que debe tener el registro de dirección y que no pueda ser cambiado por el estudiante.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

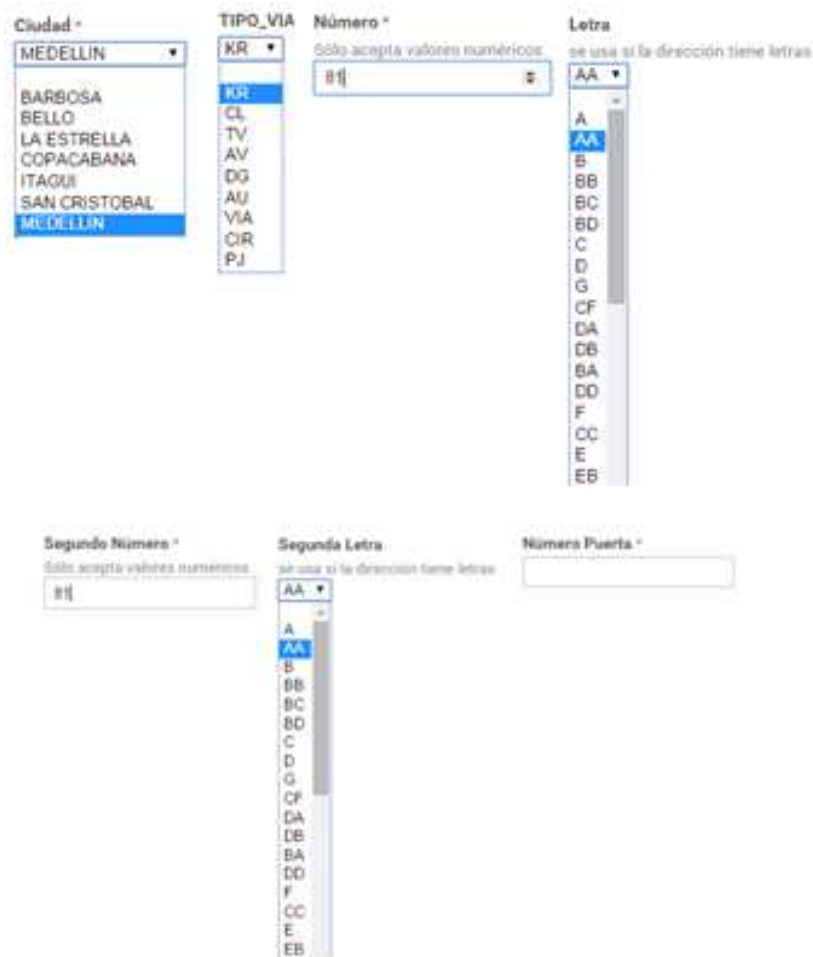


Figura 11. Campos de la Dirección

A continuación, se presenta la metodología que se debe seguir para mantener actualizada y estandarizada la base de datos con las siguientes etapas o fases:

Se debe realizar como mínimo una campaña semestral o anual de actualización de datos realizando amplia divulgación por todos los medios disponibles en el ITM. Se sugiere que se ofrezca algún tipo de incentivo como una rifa de un día de sol o algún incentivo llamativo que haga que los estudiantes se motiven a actualizar sus datos.

Seguir el estándar propuesto para la recolección de los datos de los estudiantes y modificar la manera en la cual se ingresan las direcciones a la base de datos del ITM.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Evitar ingresar en el campo dirección, cualquier información distinta a las direcciones de los estudiantes, de ser necesario se debe crear un campo adicional de observaciones donde se consigne información que pueda ser relevante.

Revisar manualmente las direcciones no geocodificadas y realizar las correcciones manuales pertinentes para proceder a su geocodificación.

Por medio de la información georreferenciada, se pueden realizar múltiples consultas espaciales, las cuales permiten determinar zonas de influencia dentro del área metropolitana, a continuación algunas de ellas:

La siguiente consulta “Sexo” = ‘Femenino’ AND “Edad” >= 20 AND “Edad” <= 30 despliega los Estudiantes mujeres que tienen entre 20 y 30 años (puntos en rojo), Figura 12.

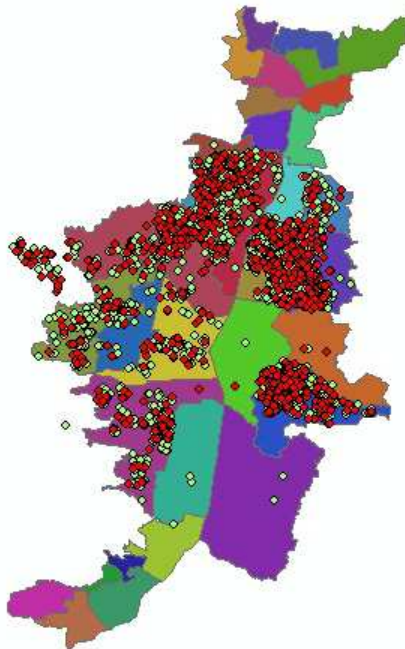


Figura 12. Consulta 1

Una vez realizada la geocodificación, es posible determinar zonas de influencia dentro del área metropolitana, por ejemplo: se puede realizar una consulta que despliegue los estudiantes mujeres que viven en el barrio Robledo (puntos en rojo), utilizando la consulta "Barrio" = 'ROBLEDO' AND “Sexo” = ‘Femenino’, ver Figura 13.

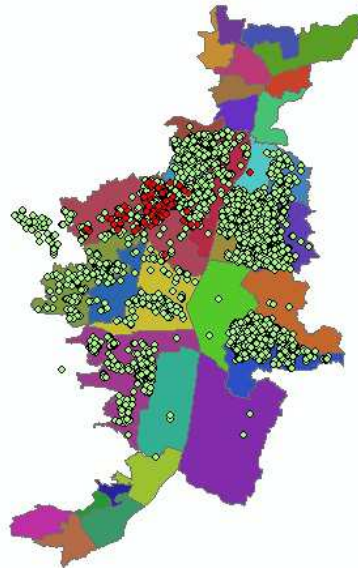


Figura 13. Consulta 2

También es posible determinar donde se encuentran ubicados los estudiantes entre los 20 y 30 años, ver Figura 14. Utilizando la consulta `Edad" >= 20 AND "Edad" <= 30`.

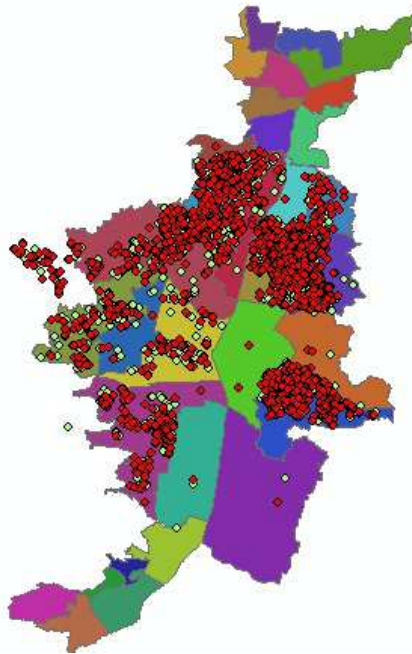


Figura 14. Consulta 3

Se obtuvo un archivo tipo tabla descrito en la Tabla 6 con los campos ya existentes en la muestra entregada y un grupo de campos nuevos creados por ArcGis.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 6:

Campos resultantes

Campos	
Nuevos	Campos Originales
Loc_name	Tipo Documento
Status	Documento
Score	Carne
Match_type	Sexo
Side	Edad
X	Ciudad
Y	Direccion
Stan_addr	observaciones
Ref_ID	otras
Pct_along	Barrio
Match_addr	Teléfono
ARC_Street	Celular
ARC_Zone	Estrato
	COLEGIO
	Nombre Programa
	Nivel
	Promedio Acumulado
	Fecha de Ingreso
	Estado
	Comuna
	Numero
	anterior Promedio Facultad
	Creditos Asesorados
	Creditos Aprobados
	Total Periodos

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Se propone una metodología específica para georreferenciar, estandarizar y mantener actualizado el campo dirección de la base de datos de estudiantes de ITM la cual incluye cambiar la forma como se toma el registro de las direcciones por parte de los estudiantes, realizar como mínimo una actualización de datos semestral y realizar corrección manual de las direcciones que no se logren geocodificar automáticamente.

Se consigue georreferenciar automáticamente un 72 % de una muestra de 4010 registros de la base de datos de estudiantes del ITM. Para lograr un mayor porcentaje de registros codificados puede ser necesario realizar algunas modificaciones en forma manual. Se realizan consultas que vinculan tanto información espacial como no espacial de los estudiantes del ITM. Se encontraron observaciones en el campo dirección, lo cual obstaculiza la capacidad del software para geocodificar las direcciones. Se propone a raíz de este análisis que se debe generar un campo adicional de Observaciones para que se registre esta información.

Para mantener actualizado el campo de dirección de la base de datos de estudiantes del ITM, se propone utilizar una plantilla similar a la presentada en este informe en formato Google Docs, donde se tomen los datos digitalmente, sin posibilidad de generar errores en captura de la información, de un menú desplegable establecido para mantener actualizado el campo de dirección de la base de datos y que esta información sea llevada directamente a la base de datos del ITM, la cual está diseñada por medio del motor de base de datos MySQL, se sugiere que la toma de datos a los estudiantes se realice por

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

medio de la página web del ITM la cual puede ser diseñada en lenguaje HTML, PHP, PEARL, entre otros.

Se realiza un estado del arte en el cual se profundiza en los temas de investigación y avances realizados en los SIG en el ámbito educativo nacional. Se evidencia que la mayor aplicación de los SIG se da en el tema medioambiental y en el apoyo a la comunidad. Actualmente universidades como Eafit, Universidad de Antioquia y Universidad de Medellín, están utilizando los SIG para la administración; de hecho esta aplicación se usará en Bienestar Universitario para apoyar el programa de presupuesto participativo el cual brinda apoyo a estudiantes de bajos recursos.

Se propone que el estilo de direcciones a utilizar se base en el propuesto por el IGAC, el cual rige toda la cartografía en el ámbito nacional y es el adecuado según la cartografía proporcionada por el ITM. Este estilo debe incluir algunas características obligatorias como: especificar el tipo de vía como “CL” para la calle, Kr para carrera y CIR para circular; no se puede incluir el signo del numeral, ni la letra “N” para representar el número de la dirección. Es importante resaltar que tampoco se pueden incluir observaciones en el mismo campo de la dirección, para esto, se recomienda crear un campo nuevo de Observaciones en la tabla.

Un desarrollo futuro que se puede derivar de todo este trabajo es llevar la información geocodificada a un servidor web y que las diferentes áreas administrativas del ITM puedan realizar consultas basadas en la información extractada. Habiendo codificado la muestra actual de la base de datos, se espera que la institución prosiga con el proyecto y realice la geocodificación del total de la base de datos de los estudiantes.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

- Buzai, G. D. (2007). "Dilemas de la relación Geografía-SIG entre la disciplina, la interdisciplina y la transdisciplina". *GeoFocus*, 5-7.
- Castillo, I. y. (2001). "Aplicación de los S.I.G al Marketing". *Revista Internacional de Ciencias de la Tierra*.
- Escobar, J., Betancur, T., Palacio, C., & Muriel, R. (2008). Los retos de la enseñanza de los sistemas de informacion geografica. *Gestión y Ambiente*, 11(3), 125-136.
- Espinosa, N., Monsalve, J., & Gómez, S. (2013). Análisis de la metodología de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la cartografía de la guerra en Colombia. *Tabula Rasa*(19), 315-353.
- IGAC. (2009). Diseño e implementación del SIG_MEN. *CIAF*, 11-12.
- Machado, P. y. (2008). *Proceso de Geocodificación Urbana*. Barcelona.
- Moraru, M. B. (2009). "Cartografiando la extensión de la globalización". *GeoFocus*, 1-18.
- Nieto, A. (2010). El uso didáctico de los sistemas de información geográfica en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tejuelo*, 9, 136-161.
- Otaya Burbano, L. A., Sanchez Zapata, R. d., Morales Soto, L., & Botero Fernandez, V. (2006). Los sistemas de informacion geografica SIG una gran herremienta para la sivicultura urbana. *Revista Facultad Nacional de Agronomia (Medellin)*, 3201-3216.
- Pachón, O. (07 de 10 de 2009). *Propuesta de Estándar de las Direcciones Urbanas para los Equipamientos del Ministerio de Educación*. Bogotá.
- Parra-Henao, G. (2010). Sistemas de información geográfica y sensores remotos. Aplicaciones en enfermedades transmitidas por vectores. *CES Medicina*, 24(2), 75-89.
- Svatoňová, H. (2002). SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.UN INSTRUMENTO DE LA GEOGRAFÍA. *Revista Educación y Pedagogía*, 14(34), 214-223.
- Wood, J. P. (1999). *Tree Inventories and GIS in Urban Forestry*. Blacksburg.
- Wu, M.-l., Wang, Y.-m., Wong, D.-c., & Hwang, M.-h. (2007). Blended tools for remote sensing education. *2007 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 2217-2219.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Zerger, A., Bishop, I. D., Escobar, F., & Hunter, G. J. (2002). A Self-Learning Multimedia Approach for Enriching GIS Education. *journal of Geogrphy in higher education*, 67-80.

FIRMA ESTUDIANTES *a/buit*
Arribas

FIRMA ASESOR *J.L.*

FECHA ENTREGA: 09-07-2015

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO___ ACEPTADO___ ACEPTADO CON MODIFICACIONES___

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____