

**FASE II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SOPORTE PARA EL SISTEMA
INTEGRAL DE TRANSPORTE MASIVO EN EL ÁREA METROPOLITANA
DE BUCARAMANGA**

**RAMIRO ANDRÉS HUERTAS BECERRA
IVÁN FERNANDO JEREZ QUINTERO
GERSSON ARMEL PEÑA VERA
CARLOS ALBERTO PEDRAZA PEREZ
LYDA ROCÍO PEÑARANDA CAMARGO
LINA MARÍA ROJAS VESGA
GERSON EDUARDO RUEDA RONDÓN
WILLIAM ANTONIO VILLAMIZAR TARAZONA
FAUSTINO ZAMBRANO PADILLA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2005

**FASE II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SOPORTE PARA EL SISTEMA
INTEGRAL DE TRANSPORTE MASIVO EN EL ÁREA METROPOLITANA
DE BUCARAMANGA**

**RAMIRO ANDRÉS HUERTAS BECERRA
IVÁN FERNANDO JEREZ QUINTERO
GERSSON ARMEL PEÑA VERA
CARLOS ALBERTO PEDRAZA PEREZ
LYDA ROCÍO PEÑARANDA CAMARGO
LINA MARÍA ROJAS VESGA
GERSON EDUARDO RUEDA RONDÓN
WILLIAM ANTONIO VILLAMIZAR TARAZONA
FAUSTINO ZAMBRANO PADILLA**

Proyecto de Grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director

**VICTOR MANUEL CASTELLANOS NIÑO
Ing. Vías y Transporte, Msc.**

Codirectores:

Ing. JORGE H. GÓMEZ

Ing. HERNÁN PORRAS

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2005

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	4
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	7
1.1. OBJETIVOS	7
1.1.1. Objetivo General	7
1.1.2. Objetivos Específicos	7
1.2. METODOLOGÍA	8
1.3. JUSTIFICACIÓN	8
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. TRANSPORTE.....	10
2.1.1. Sistema de Transporte	11
2.1.2. Zonificación	14
2.1.3. Estudios origen-destino (O-D).....	15
2.2. TRABAJO ESTADÍSTICO EN ESTUDIOS DE TRANSPORTE	16
2.2.1. Población y muestra.....	17
2.2.2. Muestreo	17
2.2.3. Unidades Muestrales.....	18
2.2.4. Base Teórica del Muestreo.....	18
2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN EN UNA MALLA VIAL	18

2.3.1.	Aforos de Tránsito	20
2.4.	MODELOS DE TRANSPORTE.....	21
2.4.1.	Modelos de Generación y Atracción.....	23
2.4.2.	Modelos de Distribución	24
2.4.3.	Modelos de Asignación	24
2.5.	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	32
2.5.1.	Aplicaciones de un SIG	33
2.5.2.	Modelos de Diseño.....	34
3.	DESARROLLO DE LA PRÁCTICA.....	39
3.1.	CAPACITACIÓN Y EMPALME DE LA FASE II.....	39
3.2.	ENCUESTA DOMICILIARIA	39
3.2.1.	Proceso Muestral	39
3.2.2.	Diseño de Muestreo Aplicado.....	42
3.2.3.	Recolección de direcciones en campo y entrega de cartas de presentación.....	43
3.2.4.	Recolección de la información mediante encuesta domiciliaria.	44
3.2.5.	Almacenamiento de encuestas domiciliarias en la base de datos	45
3.3.	INFORME COMPARATIVO DE ESTUDIOS SUBE Y BAJA EN EL AMB.	46
3.3.1.	Metodología de implementación del estudio	47
3.3.2.	Estimación del Tamaño Muestral	48
3.3.3.	Estimación de los factores de expansión	49
3.3.4.	Comparación y análisis de la utilización de la oferta.....	51

3.4.	INVENTARIO VIAL	55
3.4.1.	Características Operacionales	55
3.4.2.	Características Físicas	64
3.4.3.	Oferta y demanda de infraestructura vial	66
3.5.	MODELOS DE TRANSPORTE	67
3.5.1.	Ensayo de Calibración	71
3.6.	DISEÑO DEL SIG	73
3.6.1.	Modelos de Diseño.....	73
4.	MANUAL DE USUARIO DEL SIG	90
4.1.	INFORMACION GENERAL DEL SISTEMA.....	91
4.2.	REQUERIMIENTOS ADMINISTRATIVOS.....	91
4.3.	AMBIENTE DE TRABAJO Y CONOCIMIENTOS MÍNIMOS.....	92
4.3.1.	Módulo Administrativo	92
4.3.2.	Módulo de Consulta	93
4.4.	INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN	93
4.5.	ENTRADA A LA APLICACIÓN.....	94
4.5.1.	Conexión a la base de datos	97
4.6.	OPERACIÓN DE LA APLICACIÓN.....	99
4.6.1.	Menús	99
4.6.2.	Botones	107
4.6.3.	Consultas	109
	CONCLUSIONES	131

BIBLIOGRAFIA..... 135

ANEXOS..... 138

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipo para Modelo Lógico.....	37
Tabla 2. Ascensos y descensos en la Hora Pico	52
Tabla 3. Resultados Operacionales Avda. Quebrada Seca con Carrera 15 .	60
Tabla 4. Resultados Operacionales Calle 36 con Carrera 15	60
Tabla 5. Resultados Operacionales Calle 45 con Carrera 15	60
Tabla 6. Demoras en la Intersección Calle 45 con Carrera 15.	63
Tabla 7. Velocidades en la Carrera 15.....	64
Tabla 8. Características Físicas y Operacionales más importantes.....	65
Tabla 9. Vehículos por hora	66
Tabla 10. Resultados de Calibración	72
Tabla 11. Entidad Vivienda	74
Tabla 12. Entidad Persona	75
Tabla 13. Entidad Familia	76
Tabla 14. Entidad Persona_Viajes.....	77
Tabla 15. Entidad Viajes	78
Tabla 16. Entidad Persona_Vehículo.....	79
Tabla 17. Entidad Vehículo	79
Tabla 18. Entidad Sexo.....	80
Tabla 19. Entidad Nivel de Estudios	80
Tabla 20. Entidad Ocupación.....	81

Tabla 21. Entidad Ubicación en la Familia.....	82
Tabla 22. Entidad Licencia.....	82
Tabla 23. Entidad Estudia.....	83
Tabla 24. Entidad Ingreso.....	83
Tabla 25. Entidad Condición.....	84
Tabla 26. Entidad Pertenencia.....	84
Tabla 27. Entidad Medio.....	85
Tabla 28. Entidad Propósito.....	85
Tabla 29. Entidad Tipo_Vehículo.....	86
Tabla 30. Entidad Propiedad_Vehículo.....	86
Tabla 31. Entidad Persona.....	87
Tabla 32. Entidad Estaciones.....	88
Tabla 33. Entidad F_Expansión.....	88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplos de grados de Relación	36
Figura 2. Zonas trabajadas en la Fase I y II.....	40
Figura 3. Formulario creado para Tabulación de encuestas.....	46
Figura 4. Papeleta de Asignación Sube y Baja.....	50
Figura 5. Trazado de la Ruta 03- Lagos Estadio.....	51
Figura 6. Pasajeros Abordo en Hora Pico.....	53
Figura 7. Carga de Pasajeros en la Ruta (SITM II, 2005)	54
Figura 8. Carga de Pasajeros en la Ruta (SAIP, 2003)	54
Figura 9. Av. Q/seca con Carrera 15	58
Figura 10. Calle 36 con carrera 15.....	59
Figura 11. Calle 45 con carrera 15.....	59
Figura 12. Parámetros del Modelo.....	69
Figura 13. Matriz ($P_i * P_j$).....	70
Figura 14. Matriz distancia entre Zonas (L_{ij}).....	71
Figura 15. Modelo Entidad Relación (MER).....	73

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS.....	138
ANEXO A.....	139
Carta de presentación.....	139
ANEXO B.....	140
Formato encuesta domiciliaria	140
Formato diario de viajes.....	141
ANEXO C.....	142
Formato encuesta sube y baja.....	142
ANEXO D.....	143
Formato estudio origen-destino de pasajeros en encuesta sube y baja	143
ANEXO E.....	144
Formato para conteo vehicular	144
ANEXO F	145
Resultados de aforos de volumen vehicular	145
Intersección: Carrera 15 – Quebrada Seca	145
Intersección: Carrera 15 – Calle 36	146
Intersección: Carrera 15 – Calle 45	147
ANEXO G	148
Formato medición de demoras	148
ANEXO H.....	149

Resultados de capacidades y niveles de servicio	149
ANEXO I	150
Resultado de velocidades	150
Carrera 15 entre la puerta del sol y la Av. Queb. Seca, sentido S-N Y N-S	150
Calle 9 entre UIS y carrera 15, sentido E-W	150
Carrera 15 entre Av. Quebrada seca y Kennedy, sentido S-N y N-S	151
Autopista entre Provenza y Piedecuesta, sentido N-S y S-N.....	152
Carrera 27 entre Calle 56 y la UIS, sentido N-S y S-N	153
Carrera 33 entre Autopista y la UIS, sentido S-N y N-S.....	154
Formato para medición de velocidades de marcha y recorrido	155
ANEXO K.....	156
Identificación de tramos	156
Características físicas	158
Características operacionales.....	160

RESUMEN

TITULO

FASE II: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE SOPORTE PARA EL SISTEMA INTEGRAL DE TRANSPORTE MASIVO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA*

AUTORES:

Huertas Becerra, Ramiro Andrés
Jerez Quintero, Iván Fernando
Pedraza Pérez, Carlos Alberto
Peña Vera, Gersson Armel
Peñaranda Camargo, Lyda Rocío
Rojas Vesga, Lina María
Rueda Rondón, Gerson Eduardo
Villamizar Tarazona, William Antonio
Zambrano Padilla, Faustino**

PALABRAS CLAVES

Transporte, Área Metropolitana de Bucaramanga, Sistema de Información Geográfica, Transporte masivo, Infraestructura vial.

DESCRIPCIÓN

El desarrollo de la práctica empresarial abarca ciertos lineamientos que se consideran fundamentales a la hora de concebir un sistema de información de soporte para el sistema integral de transporte masivo en el área metropolitana de Bucaramanga, que como complemento a la primera Fase de este proyecto llevó a cabo el desarrollo en campo de las encuestas Domiciliarias, que recogen información valiosa de parámetros socioeconómicos de la población, así como de movilización dentro del área de estudio; parámetros que hacen posible realizar un ensayo de calibración a través del modelo de transporte de Gravedad, como un primer paso en la exploración de la modelación.

Si bien la población juega un papel importante dentro de un sistema de transporte, también lo hace su infraestructura vial, su caracterización física y operacional, la cual fue llevada a cabo en la Carrera 15 arteria principal del área metropolitana de Bucaramanga, así como en sus principales intersecciones viales, teniendo en cuenta conceptos como capacidades, niveles de servicio y velocidades en función de sus demoras.

La realización del trabajo en campo trae como producto la estructuración de un sistema de información compuesto por una base de datos creada en Microsoft Access y como plataforma de consulta ArcView 3.1, que permite la georeferenciación de los datos y módulos de consulta, este sistema incluye un manual de usuario que describe el ingreso a la aplicación y el manejo de las consultas que se puedan realizar.

El éxito de esta herramienta es el de mantener constantemente la información actualizada para así observar un sistema dinámico y fácil de consultar, ya que se pueden visualizar datos tanto de características socioeconómicas de la población como diario de viajes, y total de los mismos entre zonas.

Implementar esta herramienta beneficiaría la organización y el control del transporte masivo dentro del AMB.

*Trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial

**Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Director: Ing. Víctor Manuel Castellanos Niño, Codirectores: Ing. Hernán Porras Díaz e Ing. Jorge Hernando Gómez Gómez.

SUMMARY

TITLE: SECOND PHASE OF THE PROJECT: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A INFORMATION SYSTEM OF SUPPORT FOR THE INTEGRAL PLAN OF MASSIVE TRANSPORTS IN BUCARAMANGA METROPOLITAN AREA.

AUTHORS:

Huertas Becerra, Ramiro Andrés
Jerez Quintero, Iván Fernando
Pedraza Pérez, Carlos Alberto
Peña Vera, Gersson Armel
Peñaranda Camargo, Lyda Rocío
Rojas Vesga, Lina María
Rueda Rondón, Gerson Eduardo
Villamizar Tarazona, William Antonio
Zambrano Padilla, Faustino**

KEY WORDS

Transport, Metropolitan Area of Bucaramanga, Geographic Information System, Massive Transport, Vial Infrastructure

DESCRIPTION:

The development of the enterprise practice sandals certain lineaments that are considered fundamental when conceiving a system of support information for the integral system of massive transport in the metropolitan area of Bucaramanga that like complement to the first Phase of this project carried out the development in field of the Domiciliary surveys that pick up valuable information of the population's socioeconomic parameters, as well as of mobilization inside the study area. Parameters that make possible to achieve a calibration rehearsal through the model of transport of Graveness, as a first step in the exploration of the modelling.

Whether the population plays an important paper inside a system of transport, the infrastructure plays its part too, its physical and operational characterization, which was carried out in the fifteenth Career main artery of the metropolitan area of Bucaramanga, as well as in its main urban intersections, keeping in mind concepts like capacities, levels of service and speeds in function of its delays.

The realization of the work in field brings as product the structuring of a compound system of information for a database created in Microsoft Access and as consultation platform ArcView 3.1 that allows the georeferenciation of the data and modules of consultation. This system includes user's manual that describes the entrance detailedly to the application and the handling of the consultations that can be fulfil with it.

The tool success is to constantly keep actualized information in order to bring a dynamic and easy consulting system able to visualize information of road infrastructure, population's socioeconomic characteristics as well as their daily journeys.

* Degree Project in character of enterprise practice

** Physical-mechanical Engineer Faculty, Civil Engineering, Director: Eng. Víctor Manuel Castellanos Niño, Codirectors: Eng. Hernán Porras Díaz & Eng. Jorge Hernando Gómez Gómez.

INTRODUCCIÓN

Con el pasar de las décadas los países de América Latina han optado por imitar los sistemas de transporte masivo implementados en las grandes ciudades de los países desarrollados.

En Colombia se ha venido experimentando un aumento significativo en el volumen vehicular impulsado esencialmente por la gran publicidad dada al vehículo particular, lo cual conduce al uso del automóvil como principal medio de transporte, esto a su vez ha generado niveles de congestión, contaminación y otros problemas en la red vial, lo cual nos lleva a pensar que el automóvil no debe ser el principal medio circulante dentro del sistema ya que si se analiza la capacidad de este para transportar pasajeros en función del espacio utilizado de vía no es significativa, frente a la capacidad que ofrece un bus a la hora de transportar pasajeros.

En resumen se debe cambiar la concepción errada sobre el automóvil como solución al problema en el transporte urbano, ya que esta solo conduce a sistemas incapaces de operar con buenos niveles de capacidad y eficiencia.

Es así como se ha creado conciencia a nivel nacional acerca de esta problemática y grandes ciudades como Medellín y Bogotá ya han implementado sistemas de transporte masivo a raíz de la necesidad de descongestionar las vías, mejorar la comodidad del usuario en cuanto a rapidez y efectividad a la hora de viajar, disminuir la contaminación que amenaza la población de grandes y medianas ciudades obteniendo resultados significativos.

Bucaramanga y su área metropolitana ven la importancia de construir un sistema alternativo que permita mejorar los sistemas viales y así conectar la ciudad al desarrollo. Para esto se han documentado y se han realizado estudios que permiten justificar este proyecto.

El objetivo principal del trabajo realizado en la modalidad de práctica empresarial es el de diseñar e implementar un sistema de información geográfica que sirva como apoyo al sistema de transporte masivo en el AMB. Se busca facilitar el manejo de información presentando un proyecto dinámico que permita realizar consultas y una eficaz manipulación de datos, así como su actualización.

Para alcanzar esta meta se realizaron diferentes estudios tales como el análisis de movilidad en el área metropolitana de Bucaramanga por medio de encuestas O-D (Origen – destino) diseñadas en la Fase I de esta práctica, determinación de capacidad y niveles de servicio a través de conteos de tráfico y análisis de flujos y demoras sobre la troncal principal de metrolínea (diagonal 15), investigación acerca de modelos de transporte haciendo énfasis en el modelo de gravedad para el cual se realizó el ensayo de calibración a partir de los datos recogidos por medio de las encuestas domiciliarias y datos de consumo de energía suministrados por la Electrificadora de Santander .

Luego de realizar la recolección de información necesaria y hacer los análisis correspondientes se formulan conclusiones y se plantean sugerencias.

En este informe se muestran los procedimientos y metodologías que se llevaron a cabo para poder cumplir el objetivo general de la práctica empresarial, de la cual se puede decir que como proyecto de grado es un medio útil y eficaz para que el estudiante logre una formación integral en el ejercicio de su profesión, sirviendo de soporte a la comunidad y al entorno que lo rodea.

El grupo que conforma esta práctica espera dejar una base para futuros estudios.

ANTECEDENTES

El documento ha sido fundamentado principalmente en estudios realizados por SAIP, archivos de transporte masivo, sobre modelos de transporte, consultados en Internet, literatura suministrada por el profesor Víctor Castellanos, en donde se destaca el libro de Juan de Dios Ortúzar, la tesis realizada por Jaibel Leonardo sobre el modelo de gravedad, el Highway Capacity Manual, entre otros y el trabajo presentado por los integrantes de la Fase I.

La **Fase I** de la práctica empresarial conceptualizó el modelo lógico y físico del sistema integral de transporte masivo en el Área Metropolitana de Bucaramanga, elaborando un plan de trabajo que se desarrollo así:

- **Zonificación del AMB:** después de revisar zonificaciones hechas por diferentes entidades como la de SAIP, el DANE y Geotécnica. Finalmente se tomó como base la zonificación propuesta por el DANE agrupando los 129 sectores en 42 zonas en donde está comprendida Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuesta. Esta distribución se realizó de la siguiente manera:

Bucaramanga (28 zonas) : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28.

Floridablanca (7 zonas): 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35.

Girón (4 zonas): 36, 37, 38, 39.

Piedecuesta (3 zonas): 40, 41, 42.

- **Análisis y elaboración del formato de encuestas:** Para obtener una información completa sobre los distintos viajes realizados por la población del AMB, es decir, su desplazamiento entre las diferentes zonas se diseñó un formato utilizado en encuestas domiciliarias, teniendo en cuenta principalmente los parámetros socioeconómicos de la vivienda, así

como los viajes realizados por los integrantes del núcleo familiar, con sus respectivas horas de salida y de llegada.

De esta manera se logró resumir en este formato toda la información necesaria para así generar la matriz Origen-Destino (O-D), que es parte fundamental dentro de la concepción del problema de transporte que se está analizando.

Con el formato ya listo se efectuaron encuestas en cuatro de las cuarenta y dos zonas propuestas. Estas zonas fueron: 4, 18, 36, 41. Para el ingreso de esta información se generó una base de datos en Access, la cual se tabuló de forma manual.

Para facilitar la realización de las encuestas se creó un manual del encuestador donde se detalla paso a paso los parámetros que contiene el formato a utilizar en esta actividad.

- **Diseño del SIG:** Con los datos recolectados en las encuestas se generó parte de la matriz origen-destino que posteriormente debía ser complementada por la fase II del proyecto al realizar las encuestas de las 38 zonas restantes para poder obtener la matriz O-D completa, y así realizar el ensayo de calibración de un modelo de transporte.

Además se conceptualizó el modelo lógico y físico del SIG, permitiendo realizar diferentes tipos de consultas y establecer una relación entre objetos con sus respectivos atributos.

Debido a que la base de datos se creó en Access se hizo necesario enlazar esta información con ArcView porque este es el software en donde se diseñó el Sistema de Información Geográfica.

Con base en el avance realizado en la fase I, los estudios hechos por SAIP y las investigaciones necesarias para el desarrollo de los objetivos propuestos en la práctica empresarial se desempeña el trabajo en la fase

II con el fin de realizar un ensayo de calibración utilizando el modelo de gravedad y culminar el sistema de información geográfica.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo General

Diseñar e Implementar un sistema de información geográfica de soporte para el Sistema Integral de Transporte Masivo en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Hacer la revisión de la información correspondiente a las cuatro zonas ya estudiadas en la Fase I, de las 42 establecidas.
- Coordinar la recolección de los datos restantes para alimentar la base de datos del Sistema de Información Georeferenciada.
- Hacer un inventario de los enlaces naturales deducidos de los estudios previos, tanto de sus condiciones físicas como de operación.
- Revisar y complementar el modelo conceptual y lógico que sustentará el diseño del SIG con la implementación del modelo físico en las zonas restantes.
- Realizar el ensayo de calibración con los parámetros elegidos para el modelamiento del Transporte Masivo en el Área Metropolitana de Bucaramanga.
- Realizar un Aporte por cada grupo de trabajo.

1.2. METODOLOGÍA

Para realizar los objetivos propuestos, se plantea como metodología el desarrollo de las siguientes actividades:

- Revisar la información obtenida en la Fase I del Proyecto, plateando y realizando los ajustes del caso, hasta definir completamente la información que finalmente alimentará el sistema.
- Recopilar información socioeconómica, física y operativa que se traduce en determinar de la infraestructura vial la situación actual de los enlaces naturales entre las zonas respectivas, y a su vez los niveles de servicio de los diferentes cruces, logrando así obtener características físicas y operativas actualizadas.
- Continuar con el procedimiento planteado en la Fase I del Proyecto para la recolección de la información a través de encuestas domiciliarias en las zonas restantes.
- Una vez obtenida la información necesaria se realizará el ensayo de calibración del modelo de gravedad y la implementación del SIG.
- Cada grupo de trabajo realizará su aporte de la siguiente manera:
 - Grupo 1: Manual metodológico para el muestreo aplicado en encuestas O-D para estudio de transporte urbano.
 - Grupo 2: Metodología para determinación de Características Operacionales en Vías Urbanas y Suburbanas.
 - Grupo 3: Introducción a los modelos de transporte.

1.3. JUSTIFICACIÓN

La planeación del transporte tiene como objetivo general mejorar la calidad de vida de la población, en el cual el desarrollo urbano, armónico y

equilibrado constituye una pieza esencial para la modernización del país y para elevar el nivel de vida de la población.

Un sistema de información georeferenciada a través de la manipulación de información digital, es una poderosa herramienta para la toma de decisiones en la problemática moderna; por ello la utilización de este sistema que mantiene la información de una manera organizada de tal forma que sea fácil de manejar, pueda ser actualizada constantemente, haciendo que los costos de operación sean menores.

El SIG busca en forma conjunta la planificación, coordinación y formulación de soluciones en el Sistema de transporte, con el fin de satisfacer los requerimientos de la población; además el SIG de transporte ofrece la capacidad de visualizar, explorar, consultar y analizar datos en cuanto a espacio y tiempo, el SIG debe poseer una base de datos con información adecuada y necesaria para poder relacionar el sistema con el mundo real. A la vez, pueden comprenderse las relaciones geográficas, ganándose precisión en la solución de problemas, y obteniéndose a su vez nuevos resultados.

2. MARCO TEÓRICO

Al pretender realizar un Sistema de Información Geográfica se involucran una serie de conceptos fundamentales que permiten su diseño e implementación, como en este caso conceptos de Transporte, Sistemas de Transporte, aplicaciones estadísticas ligadas a estudios de transporte, Mediciones de flujo de tráfico y desde luego el mismo modelamiento, de modo que con la consecución de estos parámetros se logre la alimentación del sistema y que finalmente alcance su propósito.

2.1. TRANSPORTE

En Colombia el transporte se ha desarrollado en función de las necesidades que la población y el aparato productivo colombiano le han planteado en materia de movilización, ya que este es uno de los aspectos claves en el desarrollo de una región, puesto que en la medida en que personas y mercancías se puedan movilizar libremente y en óptimas condiciones por su territorio, así mismo se promueve el desarrollo económico y el mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos.

Un tipo de transporte es el de pasajeros el cual es un servicio básico para la población y por tal motivo debe garantizarse tanto en términos de movilidad, como de comodidad, de seguridad y accesibilidad.

El Estado ha implementado diferentes conceptos sobre la estructura del transporte a través de las diferentes leyes y reglamentaciones que ha expedido.

En este sector se presenta una preocupación constante por la exclusividad en la prestación del servicio de las unidades empresariales existentes, frente

a nuevas iniciativas, lo que se traduce en la exigencia constante de control en todos los aspectos del servicio, tales como creación de empresas, asignación de rutas, control de tarifas, y transporte informal.

2.1.1. Sistema de Transporte

La planificación y organización de un sistema de transporte en una ciudad implica una serie de estudios que permiten de una u otra forma obtener unos datos los cuales reflejan el comportamiento de movilidad de quienes hagan parte de ella.

Uno de los grandes problemas que afectan una ciudad es la falta de planificación y organización en su sistema de movilización, llevando a un caos en la manera como se maneja este sistema, además causando un retraso en la forma como una ciudad pueda crecer, y conllevando también a un estancamiento en la calidad de vida de sus ciudadanos.

La planificación de Transporte pasa por diferentes etapas, desde, la percepción de alguna falla o vacío en determinada área, la recolección de información relacionada con el área mencionada, el procesamiento de esa información, el diagnóstico de la situación actual, la identificación de los problemas, la concepción de probables soluciones, su análisis incluyendo prediseños y estudios de prefactibilidad, para al final efectuar las recomendaciones correspondientes junto con su plan de inversiones priorizado.

Durante toda esta serie de actividades, por lo general el planificador recurre a diversos tipos de instrumentos. Una de sus primeras preocupaciones es contar con la información dentro de un sistema de Base de Datos, que le permita en todo momento recurrir a ella para sacar información específica o general dependiendo de lo que busca

La información sobre los Sistemas de Transporte describe tanto su Oferta como su Demanda, destacando:

- Encuestas de Origen y Destino de Viajes realizadas en los centros urbanos de las diferentes áreas de estudio.
- Encuestas y recopilaciones destinadas a conocer patrones particulares de viajes. Por ejemplo, información de viajes con propósito.
- Información sobre población y actividades económicas, aspectos que inducen la producción de viajes urbanos.
- Recopilación y sistematización de información relativa al sistema económico y de transporte en el área.
- Mediciones de flujo de tráfico en las principales intersecciones.

La información sobre el Uso de Suelo Urbano caracteriza la oferta inmobiliaria y la localización de las diferentes actividades en una ciudad, como por ejemplo:

- Catastros de Oferta Inmobiliaria.
- Caracterización de los hogares y actividades económicas localizadas.
- Normativas de Regulación a la localización de actividades y provisión de Oferta inmobiliaria.

Consolidada la Base de Datos, la tarea que sigue es la de definir el método de análisis que seguirá el planificador durante todo su estudio, el cual dependiendo del tipo de información con que cuenta, de la habilidad y conocimientos del tema y, disponibilidad de herramientas de análisis, definirá si es que utilizará métodos y modelos manuales ó métodos que recurren al auxilio de modelos computarizados que una vez contruidos le permitan reducir el tiempo de análisis.

Se debe mencionar que dependiendo de la magnitud del problema a ser analizado la utilización de modelos sofisticados pueden ser o no

recomendables, es decir por ejemplo, si se está analizando solo un tramo vial dentro de corredores definidos y consolidados sin otras rutas alternativas, no se requiere construir un modelo de transporte pues, bastará que los análisis sean efectuados con los métodos manuales tradicionales y actuales, que no requieren de actividades novedosas de asignación de tráfico. En cambio, si se tiene que analizar el sistema de transporte de toda una región (grande o pequeña) la cual cuenta con un sistema que conforma una “trama vial” que ofrece diferentes alternativas de rutas de transporte entre cada par “origen-destino” definiendo una red de transporte, el uso de modelos computacionales de transporte sería apropiado dentro de las disponibilidades y de la profundidad del estudio.

La utilización de Modelos Computarizados de Transporte para estudios de Redes, era en una época un instrumento muy requerido en las actividades de planificación de transporte, por lo que tuvieron un enorme desarrollo y aplicación en su momento. Sin embargo, la construcción de estos modelos resulta costosa y consumía mucho tiempo de recopilación de información y posterior calibración, todo esto requería y requiere determinados conocimientos del analista. A favor de estos modelos se puede mencionar que una vez construidos y calibrados resultaban de gran ayuda en los análisis de diferentes situaciones y alternativas, actuales y futuras, reduciendo los tiempos de análisis enormemente.

Tampoco se puede dejar de mencionar que los modelos computarizados de antes han seguido evolucionando de tal manera que en la actualidad y a objeto de reducir los recursos humanos y financieros que se requieren, cuentan con utilitarios que permiten el uso de diferentes tipos de información disponible como puede ser: Matrices Origen-Destino, Volúmenes de tráfico en los enlaces, matrices parciales de generación y atracción de movimientos, etc. Con los cuales es posible realizar las modelaciones sin

recurrir a cuantiosos recursos humanos y financieros, además del tiempo que ello involucraba.

Se debe aclarar que los Modelos Computarizados de Transporte son solo herramientas de trabajo que se utilizan para simular situaciones reales; el éxito de su utilización depende del mayor grado de aproximación.

2.1.2. Zonificación

Uno de los procesos básicos en la implantación de un Sistema de Transporte es la zonificación que es la división de una región en zonas homogéneas. En este proceso generalmente se toman en cuenta los factores de uso de suelo, número de viviendas, población total, entre otros. Es recomendable evitar que los ejes viales coincidan con los límites de zonas, con el objeto de prevenir la asignación equívoca de viajes cuyo origen o destino se encuentre dentro de estas vías.

En el proceso de zonificación las zonas son las unidades básicas a las que quedan referidas las actividades de recopilación y análisis de datos para el desarrollo de los modelos básicos de planeación del transporte.

En zonas metropolitanas de magnitudes grandes se produce un desplazamiento de grandes masas de población y estas zonas mantienen interconectados a sus centros urbanos periféricos en redes a través de flujos productivos, financieros y de mano de obra, en los que las actividades económicas pueden determinar su vocación. Unas veces cobran importancia como industriales; otras, por sus servicios y comercios, y otras como centros financieros o de decisión, pero al funcionar de manera conjunta y eficiente, amplían el potencial de toda su región y de cada una de las partes. Planear y actuar con una adecuada gobernabilidad territorial permite controlar los problemas de la expansión urbana y mejorar la calidad de las zonas metropolitanas para hacerlas funcionar de manera eficiente. Lo anterior

permite que éstas puedan desempeñar un papel significativo en la economía nacional y mundial, y que los países cuenten con zonas metropolitanas capaces de asumir la función de ciudades globales con el potencial necesario en los ámbitos económico, social, tecnológico y cultural.

El transporte metropolitano aparece como un fenómeno de intensos flujos de origen-destino de bienes y personas, que posibilitan la interconexión entre las diversas zonas de la ciudad, para la realización de las actividades básicas. La movilidad metropolitana se encuentra determinada por diversos factores, destacando los siguientes: la oferta de transporte dentro de la economía local, las tendencias macroeconómicas, el aumento de la oferta automotriz y la globalización, entre otros.

Es así que el sistema de actividades de la población y su ubicación en la zona metropolitana, genera la necesidad de la movilidad que no reconoce límites administrativos y que es responsabilidad de las autoridades, facilitar los desplazamientos que se realizan en transporte público y en automóviles.

2.1.3. Estudios origen-destino (O-D)

Parte de esos estudios mencionados anteriormente son los estudios de origen- destino de transporte de pasajeros, los cuales permiten recolectar información por medio de encuestas, con miras a determinar las necesidades de movilización en una ciudad.

Estos estudios de origen – destino, pueden ser realizados por diferentes formas de encuestas ente las que se encuentran encuestas domiciliarias, sube y baja y las encuestas a usuarios con el objetivo de determinar los Orígenes y Destinos de viajes de la Población.

2.1.3.1. Viajes

Los viajes son determinantes en la recopilación de información de la población, debido a que caracterizan la movilización de la misma; cabe anotar que los viajes son desplazamientos entre puntos geográficos donde se concentran las actividades de los usuarios y se toman como tales cuando superan distancias mayores de 300 metros.

2.1.3.2. Encuesta Domiciliaria

La encuesta domiciliaria es la aplicación de un formulario de preguntas por medio de una visita realizada a las viviendas con el fin de recopilar información sobre los residentes y los viajes efectuados por ellos en un día dado.

2.2. TRABAJO ESTADÍSTICO EN ESTUDIOS DE TRANSPORTE

La Estadística es un método que enseña los procedimientos lógicos, prácticos y útiles a seguir para observar un fenómeno, recolectar, elaborar, analizar, interpretar y presentar datos del mismo fenómeno expresados en detalle o síntesis a través del número, cuadro, y gráfico, con sus correspondientes notas explicativas.

Es una disciplina cuya finalidad es:

- La reducción de datos", que es un proceso de sustitución de la masa de datos originales por un pequeño número de características descriptivas (Estadística Descriptiva).
- El análisis científico de datos experimentales y de los fenómenos observados (Inferencia Estadística).

Un concepto muy común y difundido, es el de la estadística referida a la ACUMULACIÓN DE DATOS que se recogen de las poblaciones humanas.

Es por eso que la estadística presenta un conjunto de procedimientos especialmente adecuados para que basados en un conjunto pequeño de datos, se tomen decisiones sobre el comportamiento del fenómeno, en el conjunto mayor de datos.

Dentro del procedimiento de muestreo requerido para realizar el estudio de Origen-Destino se debe manejar una serie de conceptos, los cuales son necesarios para contextualizar este proceso.

2.2.1. Población y muestra

Si se tratara con toda la población, el trabajo sería principalmente descriptivo y poco práctico para este estudio en particular. Por el contrario, si se trata con una muestra, el trabajo estadístico no solamente describe la muestra sino que también proporciona información respecto de la población muestreada.

2.2.2. Muestreo

El muestreo es una herramienta de la investigación científica. Su función básica es determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. El error que se comete debido al hecho de obtener conclusiones sobre cierta realidad a partir de la observación de sólo una parte de ella, se denomina error de muestreo. Obtener una muestra adecuada significa lograr una versión simplificada de la población, que reproduzca de algún modo sus rasgos básicos

Los elementos pueden ocurrir individualmente o en grupos en la población. Un grupo de elementos se llama unidad de muestreo.

2.2.3. Unidades Muestrales

Son las entidades o elementos sobre los cuales se realiza la medición sin permitir traslapos, esto con el fin de evitar realizar más de una medición sobre un mismo elemento. Como es el caso de las encuestas domiciliarias en donde a pesar de reunir información de todos los residentes en la vivienda, la unidad de muestreo es esta última.

2.2.4. Base Teórica del Muestreo

En el muestreo se encuentra un poderoso instrumento para predecir el comportamiento de los fenómenos masivos es decir, generalizar lógica y precisamente acerca de miles de valores que se han visto, sencillamente por la confianza proporcionada por ejemplo por 50 ó 100 de estos valores.

La teoría del muestreo que hace posible esta clase de inferencia tiene su fundamento en las características permanentes de los datos de masa, que pueden resumirse sencilla y precisamente por la frase **UNIDAD EN LA DIVERSIDAD**.

2.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y DE OPERACIÓN EN UNA MALLA VIAL

Las vías presentes en las principales ciudades colombianas están llegando al límite de su capacidad en especial por el exceso de oferta en el transporte público, por esto es de gran importancia organizar el transporte con sistemas eficientes, de bajo costo y menos contaminantes con el fin de garantizar un

óptimo funcionamiento de los sistemas viales en procura de una mejor calidad de vida.

Para la organización del transporte masivo se presentan alternativas como el bus, el metro, el tranvía entre otros. En ciudades como Bucaramanga y de acuerdo con estudios realizados en años anteriores una buena alternativa es la del bus, pues puede movilizar muchos pasajeros a costos relativamente bajos y utilizar una red vial existente en la ciudad.

Debido a esto las vías juegan un papel primordial para un buen desempeño del transporte, ese desempeño se ve reflejado en características como la capacidad y nivel de servicio que pueden ofrecer las vías y que a su vez dependen del volumen de tránsito circulante, la geometría ofrecida, los sistemas de control de tránsito, entre otras.

La determinación de estas características solo es posible con aforos de tránsito en sitios estratégicos.

La capacidad en un sistema vial se define como la máxima tasa de vehículos que pueden circular por un punto o una sección uniforme durante un periodo de tiempo determinado, bajo las condiciones prevalecientes del camino y de tránsito.

El nivel de servicio trata de describir las condiciones operacionales del volumen del tránsito que percibe el usuario. Originalmente, el concepto de nivel de servicio era definido como una manera cualitativa de medir las condiciones operacionales de un sistema vial, esta medida cubriría idealmente factores como velocidad, tiempos de viaje, demoras, libertad de maniobras, interrupciones del tránsito, comodidad y conveniencia y, seguridad. Pero para los especialistas de transporte, tienen mayor importancia las medidas cuantitativas de estos factores.

2.3.1. Aforos de Tránsito

Los aforos de tránsito son un complemento clave en el desarrollo de una buena encuesta origen-destino de viajes, ya que provee información indispensable para el proceso de validación de datos de la encuesta domiciliaria y también datos importantes para la modelación futura, a un costo relativamente bajo.

Este es el estudio de tránsito más común de cuantos se realizan, recibe en ocasiones la denominación de: aforo vehicular, conteo de vehículos, o mediciones de flujo vehicular. Consiste, en términos simples, en determinar cuantos vehículos cruzan un determinado lugar por unidad de tiempo, estas mediciones se pueden clasificar de acuerdo a los tipos de vehículos y de acuerdo a la dirección en la cual viajan. También pueden ser continuas (todo el día) o periódicas (por algunas horas abarcando antes y después de las horas pico).

Es indispensable determinar las características físicas y geométricas de los enlaces viales principales entre y dentro de las zonas de estudio, con el fin de evaluar las condiciones presentes en ellos y proponer posibles variaciones.

Los tópicos a observar son los siguientes:

- Ancho de calzada
- Número de calzadas
- Número de carriles
- Ancho de carril ancho de andenes
- Señalización
- Presencia de cunetas y bermas
- Sentido de la vía

2.3.1.1. Volumen de Tránsito

Se entiende por volumen de tránsito cierta cantidad de vehículos que transita por un camino, en determinado tiempo. Las unidades mas comúnmente usadas en los volúmenes de tránsito, son “vehículos por día” o “vehículos por hora”. La capacidad de un camino admite un volumen máximo de trabajo para ser considerado eficiente.¹

2.3.1.2. Velocidad de Recorrido

Es la velocidad con base en la distancia que se calcula como la distancia recorrida, desde principio a fin del viaje, entre el tiempo total que se empleó en recorrer. En este tiempo se incluye todos los tiempos en el que el vehículo haya variado la velocidad o se haya detenido por cualquier causa.²

2.3.1.3. Velocidad de Marcha

Es la velocidad que resulta de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento, la cual es mayor o igual a la velocidad de recorrido. Para obtener esta velocidad en un viaje normal, se debe descontar del tiempo total recorrido todo aquel tiempo en el que el vehículo se detuvo por cualquier causa.³

2.4. MODELOS DE TRANSPORTE.

Para llegar a la etapa del modelamiento del transporte se requiere contar con información de la población y sus características socioeconómicas y de movilización.

¹ Ingeniería de tránsito. Rafael Cal y Mayor, pág 160

² Ingeniería de tránsito. Rafael Cal y Mayor, pág 179

³ Ingeniería de tránsito. Rafael Cal y Mayor, pág 180

La complejidad de los sistemas de transporte ha mostrado la conveniencia de contar con herramientas analíticas que les permitan a los organismos encargados de la planeación, disponer de un adecuado conocimiento del sistema y poder hacer predicciones. Dentro de estas herramientas, el uso de modelos ha sido de gran utilidad en la identificación de soluciones o políticas, orientadas a lograr los objetivos propuestos para el sistema, constituyéndose en una gran ayuda para los procesos de planeación y toma de decisiones.

Un modelo es una representación simplificada de la realidad. Al hacer uso solamente de las características más importantes del mundo real, reduciendo su complejidad, es posible mejorar el nivel de entendimiento de la forma como el sistema funciona.

Los objetivos de la modelación del transporte pueden resumirse así:

- Incrementar el conocimiento acerca del sistema mismo y de cada uno de sus componentes
- Aumentar el número de alternativas para ser analizadas
- Identificar y cuantificar cambios en los patrones de viaje de la población
- Optimizar el diseño de cada una de las soluciones propuestas

En ese sentido, el uso de modelos dentro de la planeación del transporte tiene importancia en la medida en que permita un mejor entendimiento del comportamiento del sistema analizado, y contribuya a la generación y análisis de alternativas. Los desplazamientos de personas y de bienes, provocados por los diferentes usos del suelo, en cada uno de los cuales se desarrollan numerosas actividades, representan la causa originaria de muchos de los problemas de transporte. La mayoría de las actividades que atraen o producen desplazamientos no son fáciles de hacer coincidir en el espacio, y en consecuencia las personas y los bienes deben moverse de un sitio a otro.

La participación de la modelación está orientada generalmente a determinar la cantidad de viajes generados o atraídos por las diferentes zonas del área de estudio, a establecer la distribución de estos viajes entre las distintas zonas, a repartir los viajes entre los diferentes modos de transporte disponibles en el área, y finalmente, a estimar los flujos que, sobre cada tramo de la red de transporte, son obtenidos por cada modo de transporte utilizado. La modelación del sistema siguiendo los anteriores pasos es lo que comúnmente se denomina *modelo de transporte de cuatro etapas* o *modelo convencional de transporte*. En resumen, el objeto de la modelación consiste en establecer mediante técnicas matemáticas y estadísticas relaciones cuantificables entre las diferentes variables consideradas. Al suponerse que muchas de estas relaciones seguirán siendo válidas en el futuro, se podrán hacer las correspondientes proyecciones de viajes. Estas relaciones desagregadas tradicionalmente en cuatro fases, como se indicó antes, se incluyen dentro del ambiente de la modelación.

2.4.1. Modelos de Generación y Atracción

El objetivo básico de la primera etapa de la modelación, generación-atracción es la de predecir el número de viajes de personas y vehículos que son generados y atraídos por cada una de las zonas en las que se ha desagregado el área de estudio, para nuestro caso Bucaramanga y su Área metropolitana. Esta primera etapa está relacionada únicamente con el número de viajes que inician y finalizan en cada zona y no con la manera como se hacen las conexiones entre orígenes y destinos de viajes.

En términos generales, se trata de explicar la forma como se generan y atraen los viajes mediante la utilización de relaciones entre las características de los viajes y las del medio urbano.

Los modelos de generación de viajes generalmente se desarrollan de manera separada, por propósito, por modo de transporte, y por hora del día. Adicionalmente se basan en el supuesto de que los viajes son una función de tres factores:

- Patrones de uso de suelo.
- Características socioeconómicas de la población.
- Características del sistema de transporte.

2.4.2. Modelos de Distribución

Estos modelos buscan predecir flujos entre zonas origen y destino, dentro de los cuales se destacan dos tipos: modelos de factor de crecimiento y modelos gravitacionales.

En los primeros modelos se busca escalar la matriz ya existente de viajes con factores multiplicativos que nos van a determinar flujos entre las distintas zonas.

Los segundos llamados gravitacionales se basan en el principio de newton, de la separación entre dos cuerpos, es decir si dos zonas están mas distanciadas, entiéndase por distancia no únicamente la separación física, sino también factores como tiempo de viaje entre zonas, consumo de combustible, la producción de viajes entre dichas zonas se va a ver afectado.

2.4.3. Modelos de Asignación

Los modelos de asignación aportan elementos para identificar la oferta en el proceso de planeación del transporte. El sistema de la red, y en el caso de transporte público, las características de los servicios ofrecidos tales como frecuencia y capacidad, representan los elementos principales del lado de la oferta en el transporte.

Es útil considerar el sistema de transporte dentro de ese contexto. El lado de la oferta consta de una red de vías representada por los enlaces y sus costos. Los costos son una función de un número de atributos asociados con los arcos, por ejemplo *la distancia, la velocidad de flujo libre, la capacidad y una relación velocidad - flujo*.

El lado de la demanda consta de una indicación del número de viajes, por par origen – destino y modo, que se habrían para un nivel dado de servicio. En este contexto, uno de los elementos principales que define los niveles de servicios es, el tiempo de viaje, pero muchas veces los costos monetarios (tarifas, combustible) y atracciones como confort para el público también pueden ser relevantes. Si el nivel real de servicio ofrecido por la red de transporte llega a ser más bajo de lo estimado, entonces se podría esperar una reducción en la demanda y tal vez un cambio a otros destinos, modos y horas. La relación velocidad - flujo (o la generalizada de costo - flujo) es importante como relación entre el uso de la red y el nivel de servicio que puede ofrecer.

También se debe definir la red de transporte público en términos semejantes a los de la red privada. Sin embargo, ella debe contener especificación adicional de los servicios ofrecidos en términos de las rutas, capacidades, frecuencia e idealmente, aunque no es común en la práctica, su calidad, seguridad (formalidad) y regularidad.

En el caso de un sistema de transporte se puede ver que un equilibrio tiene lugar a varios niveles. El más sencillo es el equilibrio en la red de caminos donde los viajeros de una matriz fija de viaje buscan rutas para minimizar sus costos de viaje (los tiempos). Esto resulta en la prueba de rutas alternativas, explorando nuevas y tal vez se acostumbran a un modelo relativamente estable después de mucho ensayo y error.

Esta asignación de viajes a rutas produce un modelo de flujos de trayectoria y arco, los cuales se puede decir están en equilibrio cuando los viajeros ya no pueden encontrar rutas mejores a sus destinos: ya viajan en las mejores rutas disponibles. Este es el *equilibrio de la red de caminos*. Un fenómeno semejante, pero tal vez menos dramático, tiene lugar en las redes de transporte público donde los pasajeros pueden buscar rutas para reducir sus costos generalizados de viajar, los cuales están afectados por la congestión, los tiempos de espera y caminar, y los tiempos dentro de los vehículos.

Sin embargo, hay otros niveles de interacción. Cuando aumenta la congestión de autos, los autobuses que operan en los mismos caminos también sufren incrementos en los tiempos de viaje. Esto puede inducir a algunos usuarios de transporte público a cambiar sus rutas para evitar estas demoras. Estas decisiones interactúan con las de conductores de autos en la medida en que los arreglos nuevos pueden proveer capacidad adicional en algunos arcos y por lo tanto nuevos puntos de equilibrio. Estos son problemas del equilibrio en la *red multimodal*.

En un nivel aun más alto, el patrón de flujos resultante puede afectar las elecciones del modo, el destino y la hora de viajar. Cada uno de estos cambios en demanda inducirá a su vez cambios en los puntos correspondientes de equilibrio. En términos de modelación, el nuevo patrón de flujo produce niveles de servicio para rutas y modos los cuales pueden o no ser consistentes con los asumidos en la estimación de la (presunta) matriz fija de viaje.

Esto requiere la estimación de nuevo de la matriz y así la retroalimentación de los niveles nuevos de servicio en el proceso de estimación para obtener un nuevo estado. Puede ser necesario repetir el proceso de una manera sistemática hasta que se obtengan matrices de viajes con valores para los costos de viaje que sean consistentes con los flujos estimados para cada red.

Este nivel más alto es llamado *equilibrio del sistema* en comparación con el *equilibrio de la red*.

Considerando primero el problema de asignar una matriz fija de viaje a una red de caminos es necesario definir las características típicas de curvas velocidad - flujo o costo - flujo. Se divide el problema de asignación en un modelo de elección de ruta y la carga de la matriz de viaje en las rutas identificadas. Condiciones diferentes requieren métodos diferentes de cargar. Los métodos estocásticos (con elementos aleatorios) permiten variabilidad en la percepción de los conductores o en los costos de ruta. Los métodos deterministas más interesantes de asignación tratan de incluir de manera consistente el efecto de la congestión en la elección de rutas.

Modelización De La Red:

A partir de la red vial real, se selecciona un grafo, que garantice todos los posibles itinerarios coherentes entre cada par de centroides.

Centroide es la representación, en la red, del origen o el destino de un viaje. Un viaje entre zonas se convierte en una relación entre centroides.

La modelización de la red supone la descripción de ésta, de acuerdo con unas normas, las propias del programa informático que se emplee y que, en general, suelen ser:

- Nodos extremos del arco
- Distancia entre nudos
- Velocidad o tiempo de viaje
 - Tipo de vía
- Tipo de infraestructura
- Tipo de área atravesada El ajuste de la red consiste en comprobar que los itinerarios que permite establecer la red modelizada, corresponden

con la realidad, a través de la obtención de los caminos de costo/tiempo/distancia mínimos desde una serie de centroides seleccionados y su comprobación con los realmente seguidos por los usuarios.

Dados por la sucesión de arcos que los componen, los caminos pueden ser:

- De tiempo mínimo : t_{ij} .
- De distancia mínima : d_{ij} .
- De costo generalizado mínimo : $c_{ij} = a t_{ij} + b d_{ij}$.

Al finalizar el proceso de ajuste se tiene una descripción de la red objeto de análisis, manipulable informáticamente en base a programas de cálculo de caminos mínimos, de los que se puede obtener matrices de costos generalizados mínimos interzonas a utilizar en los modelos de distribución zonal.

Dentro de los métodos de asignación más conocidos se tienen los siguientes tipos:

- Todo o nada.
- Asignación estocástica a caminos alternativos.
- Asignación a caminos múltiples.
- Asignación por etapas con restricción de capacidad (curvas intensidad velocidad):
 - . Incremental.
 - . Volumen medio.
 - . De equilibrio.
- Asignación a caminos alternativos mediante curvas de reparto.

En los modelos de asignación todo o nada se asigna la totalidad de viajes en cada relación i-j al camino de tiempo, distancia o costo generalizado mínimo.

En redes urbanas, en las que existen entre cada par de zonas caminos alternativos muy similares, en los que en realidad se reparte el tráfico, el modelo todo o nada tiende a sobrecargar ciertos itinerarios y a descargar otros, no ofreciendo buenos resultados.

Una mejora de este sistema de asignación es el método Burrell, que es una asignación todo o nada, en la que se considera que el tiempo de viaje asignado a cada arco es un tiempo medio que los usuarios perciben con una desviación típica, de forma que cuando se construye el camino mínimo se establece el tiempo de viaje a través de un proceso aleatorio, en que el valor medio es el establecido en la red y la desviación típica la que se defina específicamente. Mediante este proceso es posible que los itinerarios entre dos parejas de zonas, que por el camino mínimo tendrían gran parte del itinerario común, tengan caminos diferentes o tramos comunes menores.

Otra mejora del todo o nada es la técnica Dial o asignación estocástica a caminos alternativos. En este método, se definen entre cada par de zonas dos o más caminos alternativos, repartiéndose el flujo existente en dicha relación entre dichos itinerarios, teniendo en cuenta el tiempo mínimo y el tiempo por cada uno de los itinerarios.

Cualquiera de estos métodos no tiene en cuenta la capacidad de las vías, pudiendo asignar tráfico a ciertos arcos superiores a la capacidad de la vía.

Un método que introduce dicho efecto es la asignación por etapas con restricción de capacidad. En este caso, la asignación se realiza en varias etapas, variando al final de cada etapa, las condiciones de funcionamiento del arco (tiempo de viaje) en función de la carga asignada y de la capacidad de la vía que representa el arco.

Ello exige en el proceso de modelización, tipificar cada arco de acuerdo con unos parámetros:

- Número de carriles
- Tipo de intersecciones: a desnivel, a nivel, a nivel semaforizado, etc.
- Entorno: rural, suburbano, urbano.
- Calzada: única o desdoblada

De forma que se le pueda asignar a una curva tipo Intensidad-Velocidad, que en función de la carga asignada permite obtener la velocidad media de circulación.

En este método, la operativa simplificada es como sigue:

- a) Se asigna, todo o nada o por el método Dial, el total de la matriz de viajes o un porcentaje de ésta.
- b) Se analiza, arco por arco, la carga asignada y en función de ésta y la curva Intensidad-Velocidad correspondiente se asigna una nueva velocidad.
- c) A la red con las nuevas velocidades se le vuelve a asignar la matriz de viajes bien en su totalidad, bien en un porcentaje de ésta.

Dentro de este método existen tres posibles sistemas de obtención de las cargas por arco:

- a) Incremental
- b) De Volumen Medio
- c) De Equilibrio

En el método Incremental se asigna, en la primera iteración, un porcentaje p_1 de la matriz de viajes. En base a los resultados de la asignación, se obtiene para arco la nueva velocidad, en función de las citadas curvas Intensidad-Velocidad, a la vez que queda precargado con el volumen asignado. Se repite de nuevo la asignación, con un porcentaje p_2 , analizando la carga del arco derivada de la precarga p_1 y la asignación p_2 , y se vuelve a modificar la

velocidad de recorrido, repitiendo el proceso de asignación con un porcentaje p_3 , hasta que $p_1 + p_2... + p_n = 100$.

En el método de Equilibrio, se repite el proceso de asignación n veces. En cada asignación se asigna la matriz completa de viajes y se modifica la velocidad de recorrido. Como resultado de asignación se considera la última asignación. Este sistema presupone que se consigue al final un equilibrio entre asignaciones y velocidades.

En el método de Volumen Medio, con una sistemática similar al de Equilibrio (en cada asignación se asigna el total de la matriz), la carga por arco viene dada por unos porcentajes preestablecidos de las asignaciones realizadas en cada iteración.

Un quinto método es la asignación mediante curvas de reparto, suponiendo que entre cada par de zonas existen, al menos, dos caminos alternativos, con sus propias características de tiempo, distancia, nivel de servicio (por ejemplo utilizando y sin utilizar la autopista de peaje, o una variante importante de trazado), y repartiendo los viajes a uno u otro itinerario en función de curvas de reparto, preestablecidos y que definen el porcentaje por uno u otro itinerario en función de variables tales como:

- Tiempo de viaje ahorrado
- Distancia ahorrada
- Razón de tiempos de viaje
- Razón de distancias de viaje
- Tiempo de viaje y distancia ahorrados
- Razón entre distancias y velocidades

Curvas que deben ajustarse en base a las observaciones de reparto que se producen en otras áreas o corredores similares.

Recientemente se han puesto a punto modelos de asignación que buscan explicar el funcionamiento de las redes en situaciones de congestión. Estas mejoras son, básicamente, de dos tipos:

- a) Modelos de asignación que tienen en cuenta las características de las intersecciones, incluyendo en el proceso de asignación estimaciones de las demoras producidas en éstas, apoyadas en la teoría de colas.
- b) Modelos de asignación dinámica que tienen en cuenta el efecto de las colas y demoras que se producen en las intersecciones congestionadas, en intersecciones próximas por bloqueo de éstas, así como el desplazamiento en la demanda en el tiempo por imposibilidad de ser canalizada por la oferta existente.

En uno y otro caso, la matriz de movilidad que se asigna corresponde a la matriz en la hora punta.

2.5. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Con el paso de los años se ha visto como ha aumentado el uso de los SIG en los diferentes campos volviéndose un tema importante, en el cual se han invertido gran capital tanto en el desarrollo de bases de datos georeferenciadas como en sistemas de información Geográfica como tal. Pasando de ser una sistema especializado manejado por pocas organizaciones para convertirse en una herramienta muy difundida ganando cada día más adeptos siendo fundamental en campos de planificación y gestión. Esto es debido principalmente a la facilidad al momento de adquirir los equipos los cuales con los años son más potentes y económicos siendo asequibles a cualquier tipo de persona; por otra parte, la importancia de la geografía en los diferentes campos de interacción del hombre al momento de la toma de decisiones.

Los SIG son una clase especial de sistema de información, usado para almacenar, recuperar, manipular, visualizar, analizar y modelar información de lugares sobre la superficie de la tierra: acerca de qué y dónde están las cosas. Sistemas que permiten conocer conexiones, topología, distancia, dirección, relaciones de inclusión y vecindad, flujo, difusión, jerarquía espacial, límites y patrones espaciales, relaciones entre variables espaciales, como por ejemplo: urbanismo-clima-topografía-formas del terreno-suelo, etc.

Otras definiciones de SIG:

- Un sistema para capturar, almacenar, comprobar, integrar, manipular, analizar y visualizar datos que están espacialmente referenciados a la tierra. (Chorley, 1987).
- Sistemas automatizados para la captura, almacenamiento, composición, análisis y visualización de datos espaciales. (Clarke, 1990).
- Un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para soportar la captura, gestión, manipulación, análisis, modelado y visualización de datos espacialmente-referenciados para resolver problemas complejos de planeamiento y gestión. (lectura NCGIA por David Cowen, 1989).

2.5.1. Aplicaciones de un SIG

La importancia de un Sistema de Información Geográfica se basa en la capacidad para construir modelos o representaciones del mundo real a partir de las bases de datos digitales y la utilización de esos modelos en la simulación de procesos en un determinado espacio y tiempo. La generación de modelos es una herramienta muy útil en el análisis y determinación de factores que son cruciales en la evaluación de posibles consecuencias de las

decisiones de planificación sobre los recursos existentes en el área de aplicación.

A nivel regional las aplicaciones de los SIG son amplias, como por ejemplo:

- Creación y actualización de la cartografía básica.
- Administración de servicios públicos (acueducto, alcantarillado, energía, teléfonos, entre otros)
- Formulación y evaluación de planes de desarrollo social y económico.
- Inventario y avalúo de predios.
- Atención de emergencias (incendios, terremotos, accidentes de tránsito, entre otros).
- Estratificación socioeconómica.
- Regulación del uso de la tierra.
- Control ambiental (saneamiento básico ambiental y mejoramiento de las condiciones ambientales, educación ambiental)
- Planificación y gestión de sistemas de transporte
- Evaluación de áreas de riesgos (prevención y atención de desastres)
- Localización óptima de la infraestructura de equipamiento social (educación, salud, deporte y recreación)
- Diseño y mantenimiento de la red vial.
- Sistemas catastrales y en las bases de datos medioambientales.
- Estudios de urbanismo y medio ambiente.

2.5.2. Modelos de Diseño

Cuando se desea implementar un sistema de información geográfica como una herramienta de soporte en un proyecto donde se manejen entidades espaciales, es necesario plantear un diseño en términos de modelamiento.

El diseño es la base para su posterior implementación y debe incluir el modelo conceptual, el modelo lógico y el modelo físico.

Además de unos objetivos claros, una justificación, y otros elementos típicos de la formulación de proyectos, el diseño de un SIG considera los siguientes elementos:

2.5.2.1. Modelo conceptual

Es la conceptualización de la realidad por medio de la definición de objetos de la superficie de la tierra (entidades) con sus relaciones espaciales y características (atributos) que se representan en un esquema describiendo esos fenómenos del mundo real. Para obtener el modelo conceptual, el primer paso es el análisis de la información y los datos que se usan y producen en la empresa que desarrolla el SIG; el siguiente paso es la determinación de las entidades y los atributos con las relaciones que aquellas guardan, de acuerdo con el flujo de información en los diferentes procesos que se llevan a cabo en un estudio.

Existen diversos métodos para desarrollar tanto el modelo conceptual como los demás modelos, por cuanto este es la base para obtenerlos; entre ellos tenemos:

- Entidad asociación (EA)
- Modelo Entidad Relación (MER)

En los SIG, sobre todo si tienen algo de complejidad, se debe pensar siempre en el MER que garantiza la organización de todas las entidades con sus relaciones en un solo esquema de representación de las cosas como son en la realidad. Con este modelo se obtiene un medio efectivo para mostrar los requerimientos de información, organización y documentación necesarios para desarrollar el SIG y las clases de datos que se estarán manipulando.

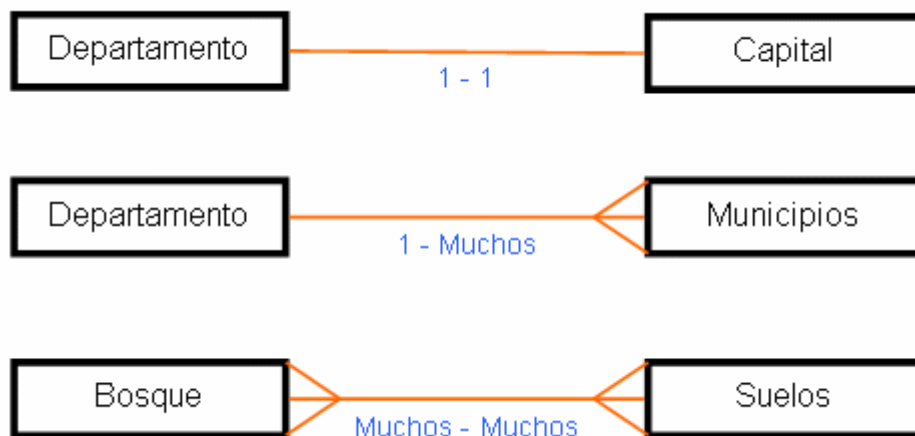
Grado de relaciones

UNO – UNO: Un registro en una tabla sólo tiene relación con un registro de otra tabla.

UNO A MUCHOS: Un registro en una tabla puede relacionarse con varios registros de otra tabla, pero cada uno de esos registros solo se puede relacionar con esa tabla.

MUCHOS – MUCHOS: Muchos registros de una tabla pueden relacionarse con muchos registros en otra tabla.

Figura 1. Ejemplos de grados de Relación



A su vez las relaciones pueden ser OBLIGATORIAS u OPCIONALES y obedecen a si la relación entre dos entidades debe darse o puede darse.

2.5.2.2. Modelo Lógico

Es el diseño detallado de las bases de datos que contendrán la información alfa – numérica y los niveles de información gráfica que se capturarán, con los atributos que describen cada entidad, identificadores, conectores, tipo de dato (numérico o carácter) y su longitud; además, se define la geometría (punto, línea o área) de cada una de ellas.

Como se trata de manipular en el sistema los elementos del paisaje, se tienen que codificar para poder almacenarlos en el computador y luego manipularlos en forma digital, dándoles un símbolo para su representación gráfica en la pantalla o en el papel.

En esta etapa se elaboran las estructuras en que se almacenarán todos los datos, tomando como base el modelo conceptual desarrollado con anterioridad. Se trata de hacer una descripción detallada de las entidades, los procesos y análisis que se llevarán a cabo, los productos que se espera obtener y la preparación de los menús de consulta para los usuarios.

Un modelo lógico típico es el que se muestra a continuación:

Tabla 1. Tipo para Modelo Lógico

NOMBRE	Nombre del campo			
LLAVE	Tipo de llave	Si es la clave propia de la tabla es PRIMARIA (PK)	Si es la clave que conduce a otra tabla es FORANEA (FK)	Si no es ninguna clave va como espacio en Blanco (-----)
TIPO	Tipo de campo	Number, String o caracteres, Date (fechas), Boolean (V o F) Campos con valores que combinan números y letras son también de tipo String		
LONG. MAX.	Número de caracteres máximo incluyendo espacios	4, 7, 10, etc.		
UNICIDAD	Indica la exclusividad o no del valor del campo	Si otra fila puede tener ese mismo valor es NO UNICO	Si el valor sólo puede ir en una fila es UNICO	
OBLIGATORIEDAD	Si tiene o no que ir un dato en el campo	Si el campo se puede dejar en blanco es NULO	Si el dato debe ser conocido es NO NULO	
EJEMPLO	Un ejemplo de cómo serían los datos de este campo o columna			

Una vez definido el modelo conceptual y lógico, se conoce cuáles mapas se han de digitalizar y qué información alfa – numérica debe involucrarse. Tanto

el modelo conceptual como el lógico, son independientes de los programas y equipos que se vayan a utilizar y de su correcta concepción depende el éxito del SIG.

2.5.2.3. Modelo Físico

Representa la materialización de los modelos anteriores, tanto en los equipos (con sus propias especificaciones), como en el programa a utilizar, igual manera se determina la forma de almacenamiento de los datos.

Según varios autores⁴, dicha información se almacena en cuatro conjuntos de bases de datos:

- Datos de imágenes: representan el terreno.
- Datos complementarios de Imágenes: símbolos gráficos y caracteres alfanuméricos georeferenciados.
- Datos Cartográficos: mapas temáticos.
- Información descriptiva.

⁴ Álvaro Carmona, Jairo Monsalve. "Sistemas de información Geográfica".

3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

3.1. CAPACITACIÓN Y EMPALME DE LA FASE II

Esta primera parte de la práctica es fundamental en el desarrollo posterior de la misma, puesto que se da a conocer los principales conceptos que van a formar parte de las diferentes etapas que se deben llevar a cabo en el proceso de complementación de la fase anterior.

La capacitación se realizó al inicio de la práctica, la cual fue a cargo de los integrantes de la fase I donde se dio a conocer el proyecto desarrollado por los mismos, haciendo énfasis en los pasos que se debían continuar para completar las cuarenta y dos zonas, siendo necesaria la presentación de la metodología para realizar las encuestas domiciliarias, los formatos de éstas, los conceptos y análisis para el desarrollo del proceso muestral, además se dio a conocer la base de datos generada con las cuatro (4) primeras zonas de información socioeconómica y de viajes de la población.

Las demás bases de datos eran deficientes y se tuvieron que corregir y complementar.

3.2. ENCUESTA DOMICILIARIA

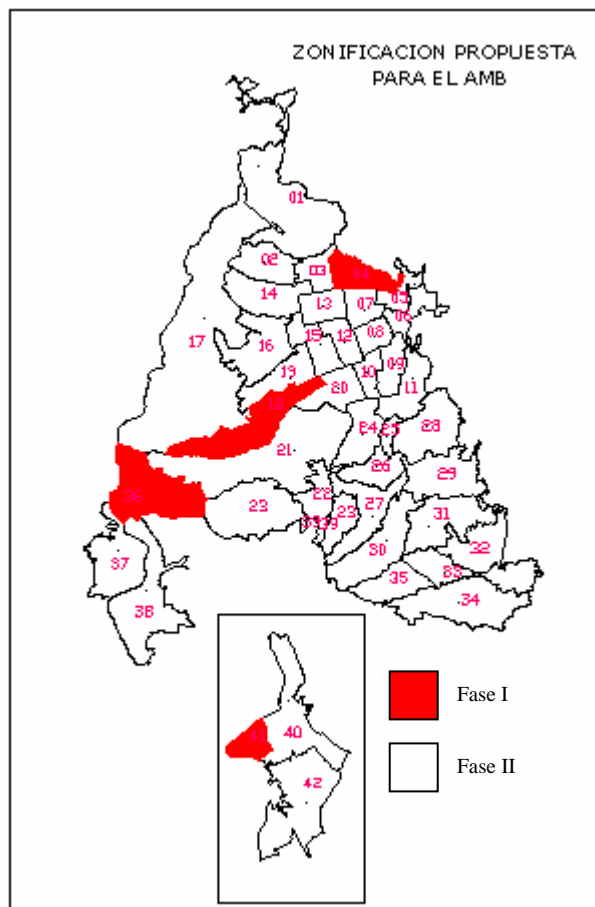
3.2.1. Proceso Muestral

Partiendo de la definición de la variable en estudio, que fue establecida en la fase I de este proyecto como la relación entre las personas que utilizan algún

medio de transporte en una vivienda y el número de residentes en la misma⁵, a su vez el marco poblacional el cual se fundamenta en la zonificación hecha al Área Metropolitana, se define la unidad de muestreo como la vivienda.

De la zonificación propuesta que resultó conformada por 42 zonas, distribuidas de la siguiente manera: 29 zonas de Bucaramanga, 7 zonas de Floridablanca, 3 zonas de Girón y 3 zonas de Piedecuesta, 4 zonas (4, 18, 36 y 41) fueron realizadas en la primera fase, quedando por cubrir las 38 zonas restantes (fig.2).

Figura 2. Zonas trabajadas en la Fase I y II.



Fuente: Elaboración Propia.

⁵ Proyecto Fase I: Diseño e implementación de un sistema de Información de soporte para el plan Integral de transporte masivo en el Área metropolitana de Bucaramanga

Para iniciar el trabajo en campo correspondiente a la parte de encuestas domiciliarias es importante obtener un número de viviendas por cada zona, siendo necesario escoger un tipo de proceso muestral que lleve a dicho valor.

En la fase II se analizó el proceso de muestreo realizado en la fase I (muestreo aleatorio simple estratificado) y se optó por utilizar el muestreo estratificado conglomerado debido a que este proceso presenta mayores ventajas tanto en tiempo como en calidad puesto que la muestra se hace más homogénea al subdividir la población por estratos y por manzanas facilitando el trabajo en campo, pues con este método las encuestas se realizan en un número determinado de casas por manzana, ahorrando tiempo y logrando disminuir costos.

Al realizar los cálculos se obtuvo una muestra aproximada de 70 viviendas por zona, especialmente seleccionada para representar la población total, y luego se escogieron las manzanas donde se distribuyen estas viviendas. Este valor se obtuvo al utilizar la fórmula que más adelante se presenta.

El error permitido es del 15%, pero con el afán de buscar una muestra más representativa y una mejor aproximación, en este caso se trabajó un valor del 12%, hallando así un “n” representativo.

Con base en la cartografía proporcionada por el DANE se actualizaron las manzanas de cada uno de los sectores DANE teniendo en cuenta la estratificación. Por zona son 70 encuestas, por consiguiente se distribuyeron las manzanas de acuerdo a su porcentaje de participación por estrato y por sectores.

3.2.2. Diseño de Muestreo Aplicado

3.2.2.1. Muestreo Combinado (Estratificado – Conglomerado)

El muestreo por conglomerados puede combinarse con el muestro estratificado, con el fin de que la población pueda ser dividida en estratos y de estos estratos pueda seleccionarse una muestra por conglomerado, que para este caso son manzanas y la unidad muestral se conserva como la vivienda.

Justificación del muestreo seleccionado

Las ventajas al aplicar el muestreo en cuestión son las siguientes:

- Al trabajar con muestreo estratificado se pretende disminuir la variación entre los elementos de la población, agrupándolos de acuerdo con rasgos similares, en este caso estratos socioeconómicos, que consecuentemente disminuyen la Varianza y por lo tanto su error.
- Al combinar el muestreo estratificado con el conglomerado se reducen costos y tiempo, que paralelamente a la estratificación homogenizan la muestra y permiten reducir el tiempo empleado en campo en el momento de la recolección de la información.

3.2.2.2. Tamaño de la muestra

Debido a que no se contaba con la desviación Standard de la población se trabajó con la desviación de la muestra y se aplicó la función t de *student*.

n : tamaño de la muestra
 N : tamaño de la población
 e : error aleatorio
 σ : desviación estándar de la población
 S : desviación estándar de la muestra

$$n = \frac{Z^2 * \sigma^2 * N}{Z^2 * \sigma^2 + e^{2*} (N - 1)}$$

$$n = \frac{t^2 * S^2 * N}{t^2 * S^2 + e^{2*} (N - 1)}$$

El tamaño de la muestra obtenido fue 70 viviendas por cada zona.

Error aleatorio de muestreo

El error aleatorio asumido para la muestra es de 0.12, dentro de un intervalo de confianza del 95%.

3.2.3. Recolección de direcciones en campo y entrega de cartas de presentación

Teniendo en cuenta que la encuesta es parte elemental de la práctica y que la colaboración de la comunidad es esencial, fue necesario enviar cartas de presentación para tener una entrada más fácil a cada uno de los hogares, y así disminuir la desconfianza que se pudiera generar.

Luego de realizar el proceso muestral y determinar el tamaño de la muestra se seleccionaron las manzanas aleatoriamente distribuyendo el número de viviendas por manzana; después de repartidas y con ayuda de la cartografía se procedió a hacer la visita de campo con el fin de recolectar las direcciones. Teniendo esto se visitaron nuevamente las zonas para entregar las cartas de presentación (**ver anexo A**) donde se informa a las personas el por qué de la encuesta, la necesidad de la veracidad de los datos y la importancia de los mismos y así llegar de una manera más cómoda a los hogares para que proporcionen la información requerida puesto que las

preguntas realizadas implican aspectos socioeconómicos y de movilización sobre la familia encuestada.

3.2.4. Recolección de la información mediante encuesta domiciliaria

Para obtener esta información era preciso crear un formato donde se pudiera recopilar los datos de mayor relevancia con el fin de realizar el ensayo de calibración del modelo.

La fase I realizó el formato de la encuesta domiciliaria y lo aplicó a cuatro (4) zonas en el Área Metropolitana de Bucaramanga. La fase II utilizó este formato agregándole una casilla donde se solicita el número telefónico de la vivienda encuestada (**ver anexo B**) con el fin de controlar la recolección de la información.

El formato de la encuesta consta de dos partes, la primera parte tiene que ver con los datos socioeconómicos y la segunda parte trata sobre la generación de viajes de los residentes del hogar.

Las 38 zonas restantes se distribuyeron entre los nueve (9) integrantes que conforman la fase II correspondiéndole a cada uno aproximadamente cuatro (4) zonas.

La recolección de la información se realizó los días martes, miércoles y jueves, ya que se consideraban como los días laborables más normales, antes que los estudiantes comenzaran su periodo de vacaciones y así garantizar que se tuviera un comportamiento regular de la población.

Después de tener las encuestas recolectadas se hizo una revisión de las mismas, verificando posibles inconsistencias y desde luego la veracidad de la fuente, haciendo uso de los números telefónicos registrados en ellas para comprobar que estuvieran correctas y de esta manera codificarlas.

3.2.5. Almacenamiento de encuestas domiciliarias en la base de datos

Se revisó la información tabulada en la base de datos que se obtuvo durante la primera fase y se detectaron algunas inconsistencias producto de equivocaciones en la digitación.

Al tener todas las encuestas codificadas se procedió a ingresar la información a la base de datos creada en la fase I, pero debido al inconveniente que se generaba al ingresar las encuestas dato por dato en cada una de las tablas y crear manualmente el código de identificación en cada una de ellas, fue necesario crear un formulario.

Con el propósito de facilitar el almacenamiento de la información recopilada por medio de las encuestas domiciliarias en la base de datos, se diseñó un formulario (ver Fig. 3) basado en las tablas creadas en Fase I, el cual consiste en el mismo formato presentado para el trabajo de campo en digital donde se tabula cada una de las encuestas y la información es enviada a las tablas correspondientes, es decir, enlaza y crea los códigos que identifican las viviendas, así como los viajes que genera cada una de las personas del hogar.

El formulario fue creado en el software Microsoft Access 97, el cual presenta grandes ventajas, puesto que agiliza el proceso de tabulación y ayuda a disminuir los errores al ingresar los datos al sistema ya que el programa genera el número de identificación de cada dato que se ingresa, evitando que se copie dos veces una encuesta.

Figura 3. Formulario creado para Tabulación de encuestas.

The image shows a software interface for data entry, titled "Vivienda". It contains several sections with form fields and dropdown menus:

- Vivienda:** Vivienda (001), Barrio (COMUNEROS), Direccion (CRA 18 # 6-62), Estrato (2), Zona (003), Tipo edif. (1), Familias (1), Pertenencia (1).
- FAMILIA:** No Familia (1898), Condicion (1), No personas (10), Observaciones (empty text box).
- PERSONA:** Persona (7804), Sexo (2), Edad (22), Estudios (5), Ocupacion (7), Ubicacion (2), Licencia (2), Estudia (1), Ingresos (2).
- VEHICULO:** Vehiculo (929), Propiedad (1), Tipo (1).
- PERSONA VEHICULO:** id_persona (9), Registro: 1 de 1.
- VIAJES:** Viaje (11514), Proposito (3), Medio (1), Frecuencia (5), Hora_salida (06:00:00 a.m.), Origen (003), Hora_llegada (06:20:00 a.m.), Destino (007), Registro: 1 de 2.

At the bottom, there are navigation controls for records, showing "Registro: 1 de 2573".

Fuente: Base de datos de encuesta domiciliaria, Elaboración Propia.

Una vez tabuladas la totalidad de las encuestas, la base de datos que se genera debe ser enlazada con el software ArcView donde se va a desarrollar el SIG.

Con esta base de datos terminada se llega a uno de los principales objetivos que es el de generar la matriz O-D de la muestra, para dar paso al ensayo de calibración del modelo.

3.3. INFORME COMPARATIVO DE ESTUDIOS SUBE Y BAJA EN EL AMB.

Los estudios de Sube y Baja, también conocidos como Ascenso y Descenso realizados por SAIP (Sistemas Andinos de Ingeniería y Planificación) en el año 2003, tienen la finalidad de determinar la carga de pasajeros a lo largo

de una ruta y obtener los Orígenes y destinos inmediatos de los viajes. Además de esto también permite determinar velocidades de recorrido y tiempos de viaje. Este informe tiene como objetivo presentar una comparación entre los resultados de la aplicación de la Encuesta Sube y Baja por parte de la Firma SAIP con estudios recientemente realizados por parte de los integrantes de este proyecto.

3.3.1. Metodología de implementación del estudio

La metodología consistió en la realización de una encuesta dentro del vehículo a usuarios con el propósito de obtener, de una forma veraz el desarrollo de los viajes de ellos en un día laborable normal. La base metodológica del estudio fue realizar la toma de una muestra de despachos a partir de una línea que presta servicio en la ciudad en este caso la ruta Lagos Estadio perteneciente a la Empresa Unitransa, allí se realizaron labores de aforo y encuesta, por lo que los resultados obtenidos implican factores de expansión de dos tipos que para este caso se tomaron los mismos utilizados por SAIP:

Expansión en el universo controlado. A partir de los viajeros subidos por despacho y de una encuesta a una muestra de viajeros, se expande la muestra de viajeros encuestados a los viajeros subidos por despacho, para un nivel de desagregación de línea.

Expansión en el universo total. Una vez expandida la muestra inicial al universo controlado, este se expande al universo total a partir del cociente entre el número de pasos o vueltas totales de autobuses dividido entre el número de pasos o vueltas de la muestra de la línea.

3.3.2. Estimación del Tamaño Muestral

Para la estimación del tamaño muestral se realizaron dos consideraciones estadísticas, una de ellas para determinar el número de pasajeros a encuestar, a partir de la ocupación media estimada de los viajes en el bus y la segunda para determinar el número de despachos a cubrir.

La primera estimación se realizó a partir de estudios realizados por SAIP de las tareas de frecuencia y ocupación visual utilizando una expresión empleada por la Secretaría de Tránsito de Bogotá, tomando el promedio de pasajeros movilizados por vehículo en la hora pico de la firma, el cual era de 60. Esta cifra se estimó considerando que la ocupación promedio observada era del 60%, lo cual significaba que el índice de rotación medio era de dos. Se debe anotar que esta aproximación resultó más alta a la obtenida en los estudios posteriores de campo, que indicó que el promedio de pasajeros movilizados por viaje era de 50.

$$mk = \frac{MKc^2}{c^2 + \{MK(\frac{d}{z})^2\}}$$

donde:

- m* : No. días encuestas, para este caso 1, dado que el seguimiento de la ruta se hizo para un solo día
- k* : No. viajes muestreados
- K* : No. viajes programados, asumidos en 60 por vehículo
- M* : No. días. Un día como se indicó.
- C* : coeficiente variación 0,35 (Molineros 1996)
- d* : 0,15 Precisión deseada, expresada en función de la media (Molineros 1996)
- z* : 1,96 para un grado de libertad mayor a 120 y un 95% de confianza.

De la expresión anterior se obtuvo el número de personas a encuestar en la hora pico, que sería cercana al 33% de los pasajeros que se estimaron en los aforos de ocupación visual realizados por SAIP, es decir se debía realizar la encuesta a uno de cada tres pasajeros.

Para la segunda estimación se aplicó la siguiente formula para estimar el total de encuestas a realizar tanto en la hora pico, como en el total diario.

$$n = \frac{Nz^2PQ}{E^2(n-1) + z^2PQ}$$

- Z* : 1,96 que corresponde al valor de T Student para un grado de libertad mayor a 120 y un índice de confianza del 95%.
- P* : 0,5 Probabilidad de que el seleccionado tenga el atributo.
- E* : 0,1 Error de la estimación, preferiblemente menor de 0,15
- Q* : 0,5 Probabilidad de que el seleccionado no tenga el atributo.
- N* : No. viajes, esperado en el periodo de tiempo de análisis

De este punto se definió realizar la muestra con una frecuencia de despachos no mayor a 8.

Para el caso en particular se realizó con una frecuencia de 7 despachos, SAIP lo realizó cada 5 despachos para el 20%.

3.3.3. Estimación de los factores de expansión

Para la expansión de los resultados de las encuestas y en general de los estudios de campo al periodo de hora pico, se utilizaron dos factores de expansión independientes como se mencionó anteriormente:

Un factor para expandir las encuestas en cada despacho al total de pasajeros del bus correspondiente. Este factor se estimó, dividiendo el total de pasajeros que subieron en el viaje sobre el total de encuestas realizadas.

El segundo factor, se utilizó para expandir los despachos controlados, al total de despachos efectuados en cada ruta en el periodo pico. Este factor se obtiene de dividir el total de despachos efectuados por periodo, tomado directamente en campo, por el número de despachos controlados.

La encuesta fue realizada el día 28 de Julio de 2003 por SAIP y el día 18 de marzo del presente año por parte de los integrantes del proyecto, entre las 6

y las 14 horas para ambos casos, en La Ruta Lagos Estadio de la Empresa de Transporte Unitransa S.A. con el fin de comparar resultados .

La papeleta (Fig. 4) se entregaba a cada usuario que abordaba el bus y se recogía al desembarco del mismo con el objeto de determinar dónde sube y baja

Figura 4. Papeleta de Asignación Sube y Baja

Ruta	
Despacho	
Fecha	
Zona Sube	
Zona Baja	

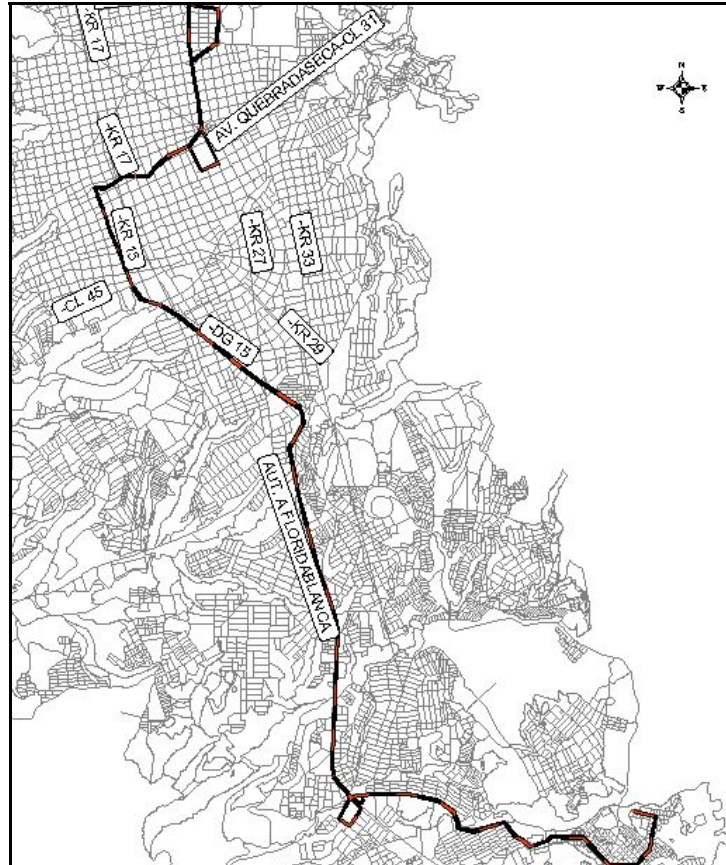
Fuente: Elaboración Propia

Al final de la jornada se contaba con la información de embarque y desembarque de pasajeros que se diligenció en el formato de Encuesta sube y baja (**Ver Anexo C**).

De la misma forma se realizó la encuesta a Usuarios de Origen-Destino, con el objeto de conseguir información de su forma arribo, ocupación, motivo y frecuencia de viaje que se diligenció en el formato de encuesta a Usuarios (**Ver Anexo D**).

3.3.4. Comparación y análisis de la utilización de la oferta

Figura 5. Trazado de la Ruta 03- Lagos Estadio



Fuente: Informe Final SAIP, 2003.

La Ruta Lagos Estadio (Fig. 5.) es una de las Rutas más representativas del AMB, ya que cubre una buena parte de Floridablanca y recorre dentro de Bucaramanga uno de sus corredores de más movilización, La Carrera 15.

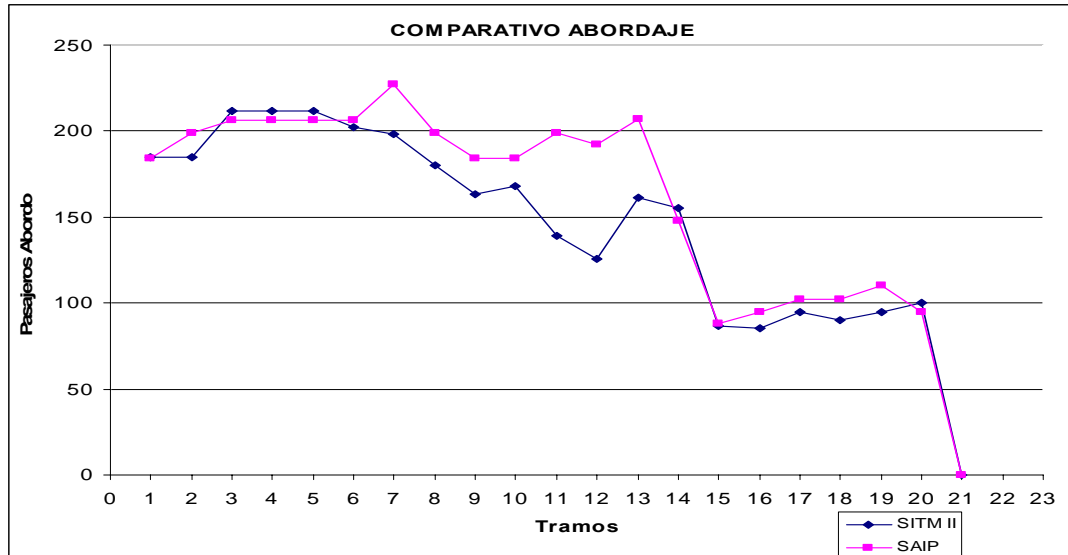
A continuación se presentan los resultados obtenidos en campo para despachos en la Hora Pico (7:00am a 8:00pm).

Tabla 2. Ascensos y descensos en la Hora Pico

			Estudio SITM II			Estudio SAIP		
	Tramos		S	B	Abordo	S	B	Abordo
1	Estación Caracolí	- Autopista	203	18	185	191	7	184
2	Autopista	- Cra 31 Nestlé	23	23	185	22	7	199
3	Cra 31 Nestlé	- Puente Provenza	27	0	212	7	0	206
4	Puente Provenza	- CAI Viaducto	5	5	212	0	0	206
5	CAI Viaducto	- Puente Conucos	0	0	212	0	0	206
6	Puente Conucos	- Intercambiador Pta Sol	0	9	203	0	0	206
7	Intercambiador Pta Sol	- Calle 56	5	9	198	7	0	227
8	Calle 56	- Calle 45	0	18	180	22	36	199
9	Calle 45	- Cra 21	123	140	164	147	162	184
10	Cra 21	- Cra 27 con Calle 32	14	9	168	0	0	184
11	Cra 27 con Calle 32	- Glorieta Estadio	25	54	139	22	7	199
12	Glorieta Estadio	- Cra 27 con Calle 14	0	14	126	0	7	192
13	Cra 27 con Calle 14	- Mesón de los búcaros	36	0	162	22	7	207
14	Mesón de los búcaros	- Cra 19 con Calle 24	14	20	155	0	59	148
15	Cra 19 con Calle 24	- Calle 45	68	136	87	80	140	88
16	Calle 45	- Calle 56	9	10	86	37	30	95
17	Calle 56	- Autopista Viaducto	14	5	95	22	15	102
18	Autopista Viaducto	- Puente Provenza	5	9	90	0	0	102
19	Puente Provenza	- Puente cañaveral	14	9	95	15	7	110
20	Puente cañaveral	- Puente cañaveral	14	9	100	7	22	95
21	Puente cañaveral	- Estación Caracolí	14	113	0	0	95	0
			607	607		601	601	

La ruta presenta sus mayores Ascensos y descensos en la zona de Origen y el centro de la ciudad de Bucaramanga para ambas situaciones. En los gráficos posteriores se observa en forma más descriptiva el comportamiento de las dos mediciones realizadas. El primer gráfico es un comparativo de abordaje en donde se ve el perfil de abordaje de ambos estudios, en el segundo y tercer gráfico se puede ver el perfil de carga de la misma ruta para los dos estudios realizados.

Figura 6. Pasajeros Abordo en Hora Pico



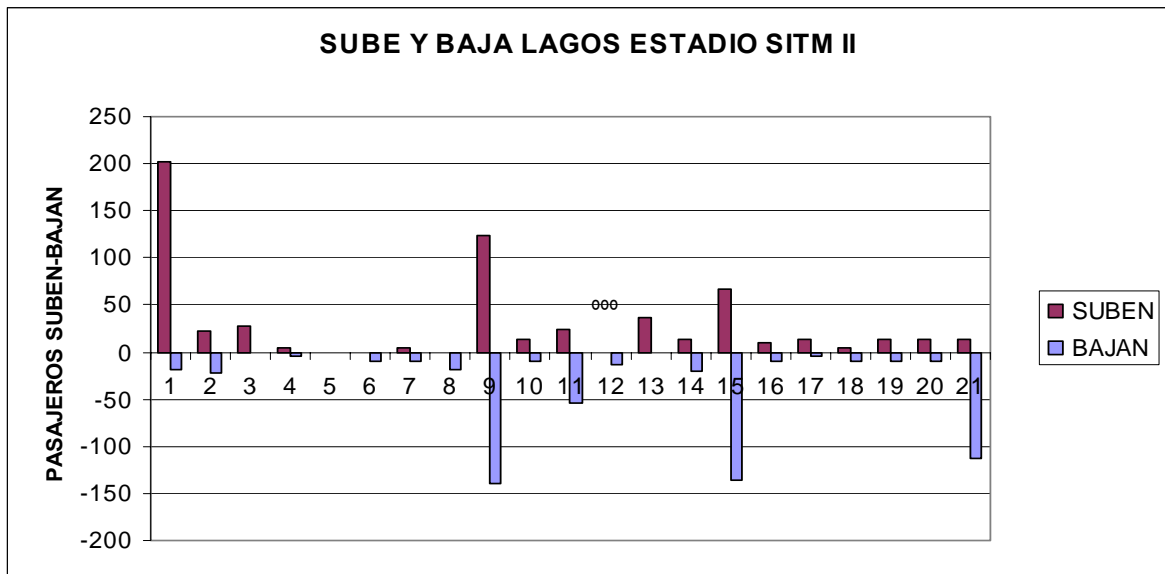
Fuente: Elaboración Propia

La Ruta conserva su más alto número de pasajeros abordo en su origen, es decir en el Sureste de Floridablanca y a medida que avanza decrece, casi en forma regular, aunque las dos gráficas presentan variaciones en la parte central de Bucaramanga comprendidas entre la Carrera 45 y carrera 21 del corredor de la Carrera 15, se presume que se deba a precisamente la disposición de nuevas rutas que en esta zona permitan la opción a los usuarios de optar por otra de ellas. Es necesario tener en cuenta que aunque este gráfico presente una similitud entre las dos líneas de abordaje, es importante observar el comportamiento de Ascenso y Descenso en forma más detallada a lo largo de la ruta, con el fin de determinar si se conserva o no la misma tendencia en la carga de pasajeros.

A continuación se presentan los gráficos que perciben de una forma más descriptiva el Ascenso y Descenso de pasajeros tanto del estudio realizado

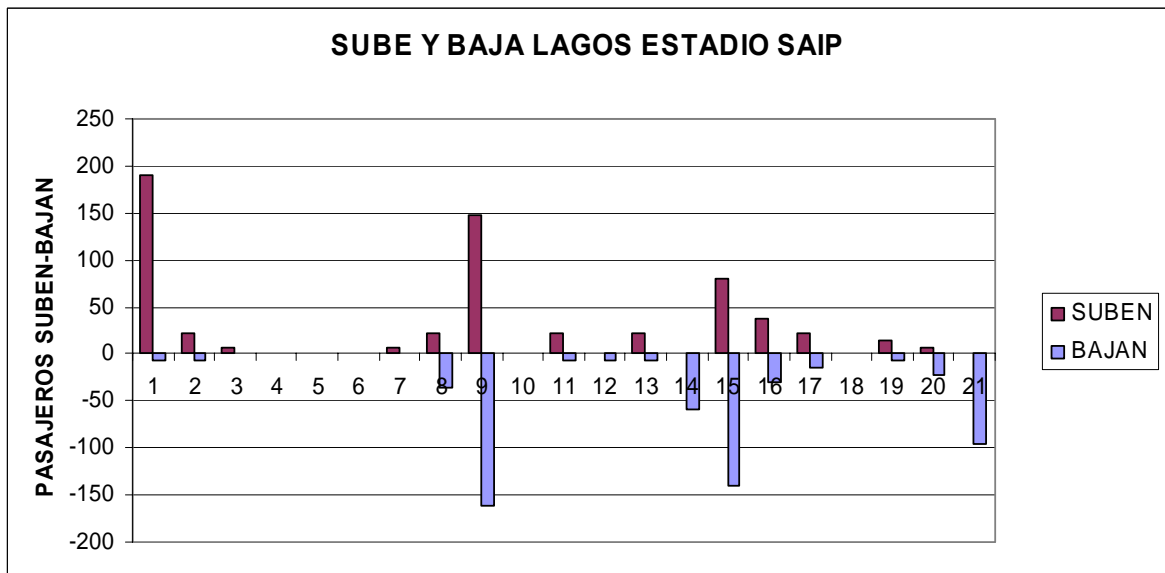
por SAIP en el año 2003 como del desarrollado por el Grupo de Proyecto SITM II de la Universidad Industrial de Santander, donde se corrobora la conservación del comportamiento de ascenso y descenso de usuarios.

Figura 7. Carga de Pasajeros en la Ruta (SITM II, 2005)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 8. Carga de Pasajeros en la Ruta (SAIP, 2003)



Fuente: Elaboración Propia

3.4. INVENTARIO VIAL

El inventario vial es un compendio de características presentes en la vía, las cuales pueden ser tanto físicas como operacionales.

3.4.1. Características Operacionales

Las características operacionales están referidas a las capacidades y niveles de servicio presentes en los cruces y tramos de la red vial, y para determinarlas se hace necesario llevar a cabo aforos de tránsito.

3.4.1.1. Aforos de tránsito

Con el fin de obtener óptimas soluciones al problema de transporte debido a congestiones y demás dificultades presentes se recomienda realizar conteos que permitan caracterizar el estado de los caminos en cuanto a capacidad vehicular como a calidad y comodidad del usuario al momento de maniobrar o efectuar un movimiento en la calzada.

Al realizar esta actividad satisfactoriamente es posible llegar a presentar sugerencias acerca de los ciclos del semáforo o mejoramiento de algunas vías proponiendo tal vez la ampliación de las mismas, o también la implementación de un sistema de transporte masivo.

Es por ello, necesario contar con personal capacitado para esta función, debido a que si se tiene una experiencia previa, el buen desempeño se va a demostrar con la calidad de trabajo, en la veracidad de los datos recogidos, y a su vez, si se tiene, ser comparados con estudios de esta clase anteriormente efectuados. Para esto los formatos a utilizar deben ser presentados y manipulados por las personas a cargo de la observación, en donde debe ir especificado cada uno de los movimientos permitidos en la

calzada. Los conteos son hechos en las intersecciones, cruces o secciones de las vías que se quieran caracterizar.

Para analizar el comportamiento en algunas vías se realizaron cuatro tipos de mediciones, de los cuales tres aforos se aplicaron en tres intersecciones sobre el corredor de la 15 y el cuarto sobre un tramo del mismo, las cuales se consideraron por ser las más representativas y críticas, ya que en esta vía se observa mayor afluencia de tránsito y congestión.

Los aforos realizados son:

- Volumen vehicular
- Flujo de saturación
- Demoras.
- Velocidades

Las intersecciones estudiadas son:

- Quebrada Seca con carrera 15 (**Fig. 9**)
- Calle 36 con carrera 15 (**Fig. 10**)
- Calle 45 con carrera 15 (**Fig. 11**)

El tramo estudiado es:

- Carrera 15 entre Quebrada Seca y la Puerta del Sol.

3.4.1.1.1. Volumen vehicular

El volumen de tránsito se obtiene realizando conteos puntuales directamente en el cruce. Este trabajo de campo consiste en la observación de vehículos que circulan por la intersección analizada discriminando en diferentes grupos, a su vez estos se clasifican según el tipo de automotor y cantidad de ejes

que posean como: automóviles, motos, camiones, buses y vehículos pesados.

El conteo se realizó en periodos donde se esperaría encontrar las horas pico, es decir, un volumen vehicular crítico o máximo para intervalos de tiempo, los cuales fueron: En la mañana de 6:00 a.m. a 8:30 a.m., al mediodía de 11:30 a.m. a 3 p.m. y en la tarde de 5:30 p.m. a 8 p.m.

El procedimiento para realizar estos conteos consiste en tomar intervalos de 15 minutos durante el tiempo establecido, por cada sentido y teniendo en cuenta los vehículos que giran y los que continúan. A medida que se van observando los vehículos, se van discriminando según las casillas propuestas en el formato de conteo de vehículos (**ver anexo E**), de esta forma se halla el total de los vehículos sumando la cantidad registrada en cada una de las casillas. La hora que presenta el volumen máximo de vehículos es la que se establece como la hora pico.

Para facilitar los cálculos se creó una hoja de cálculo en la que se ingresan los datos para obtener la hora crítica de la intersección, el volumen de vehículos que circulan y el FHVM (factor Horario de Volumen Máximo); en esta hoja los diferentes tipos de vehículos ya vienen afectados por los factores correspondientes⁶.

En cada cruce al final se obtiene tres horas pico, una para el intervalo de tiempo de la mañana, del mediodía y de la tarde, se selecciona la hora con mayor volumen vehicular, determinando finalmente la hora pico de la intersección, la cual es indispensable en actividades posteriores .

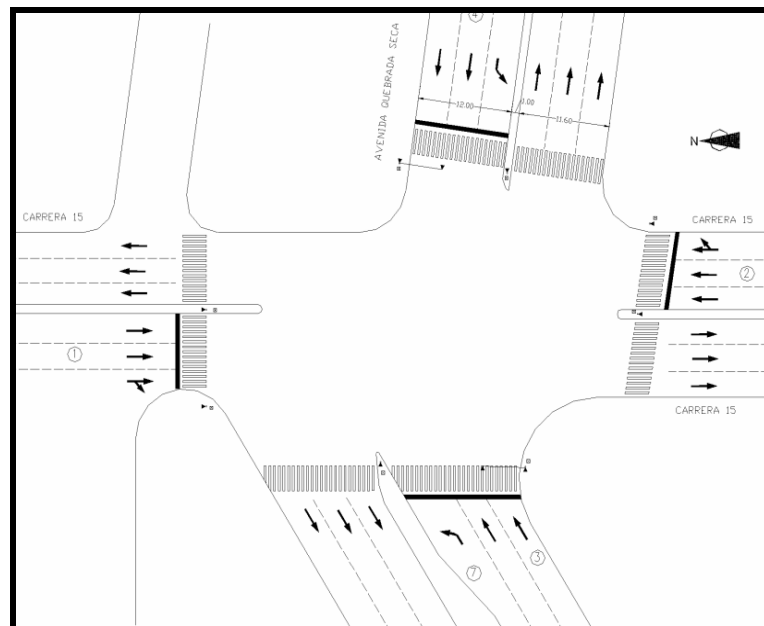
Los días en los que se realizaron los aforos fueron martes y jueves, porque se considera que se presenta un flujo normal en estos días. El proceso se

⁶ Aporte: Metodología para determinación de Características operacionales en vías urbanas y suburbanas adaptadas a las circunstancias locales.2005

desarrolló durante tres días, el martes se realizó la actividad en el cruce de la calle 36 con carrera 45, el jueves en la Quebrada Seca con carrera 15 y finalizando el martes de la siguiente semana en la calle 45 con carrera 15.

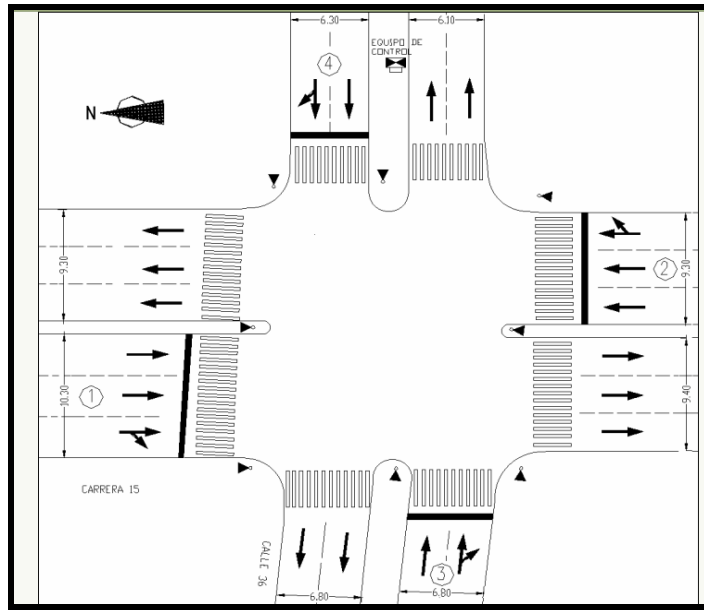
Luego de realizar los conteos sobre la diagonal 15 se obtuvo que la hora pico se presenta entre las 6:30 a.m. y las 8:00 a.m. aproximadamente en el sentido Sur-Norte (**Ver Anexo F**)

Figura 9. Av. Q/seca con Carrera 15



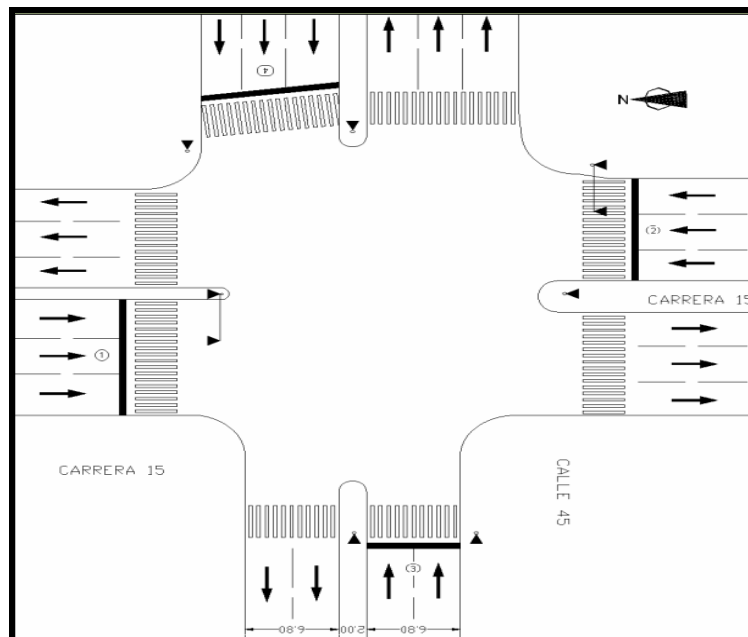
Fuente: Estudio SAIP enero 2004, estudio complementación y actualización. Estudios de Tránsito

Figura 10. Calle 36 con carrera 15



Fuente: Estudio SAIP enero 2004, estudio complementación y actualización. Estudios de Tránsito

Figura 11. Calle 45 con carrera 15



Fuente: Estudio SAIP enero 2004, estudio complementación y actualización. Estudios de Tránsito

Para cada intersección se presenta el sentido de flujo analizado, la jornada en la cual se realizaron los conteos, la hora pico, el volumen máximo horario, los vehículos pesados, el máximo flujo vehicular en intervalos de 15 minutos, el porcentaje de vehículos pesados y el Factor Horario de Volumen máximo.

Tabla 3. Resultados Operacionales Avda. Quebrada Seca con Carrera 15

Sentido de Flujo	Jornada	Hora Pico	Vol. Max Horaro	Veh. Pes.	Max. Flujo veh. / 15 min	% VP	FHVM
S - N	6:00:00	06:45:00 a.m.	1183	385	357	32,5%	0,83
	8:30:00	07:45:00 a.m.					

Tabla 4. Resultados Operacionales Calle 36 con Carrera 15

Sentido de Flujo	Jornada	Hora Pico	Vol. Max Horaro	Veh. Pes.	Max. Flujo veh. / 15 min	% VP	FHVM
S - N	6:00:00	07:15:00 a.m.	1114	281	301	25,2%	0,93
	8:30:00	08:15:00 a.m.					

Tabla 5. Resultados Operacionales Calle 45 con Carrera 15

Sentido de Flujo	Jornada	Hora Pico	Vol. Max Horaro	Veh. Pes.	Max. Flujo veh. / 15 min	% VP	FHVM
N-S	11:30:00	11:30:00 a.m.	1424	349	392	24,5%	0,91
	15:00:00	12:30:00 p.m.					

Los resultados presentados por SAIP para la estación Maestra Puerta del sol sobre la diagonal 15 son:

Sentido Sur – Norte: La variación horaria de la demanda permite establecer dos periodos de máxima demanda, el primero de **07:00 a 08:00 A.M.** con un valor de 7881 pasajeros y el segundo en el periodo de las 13:00 a las 17:00, cuyo valor máximo horario es de 5262 pasajeros.

Sentido Norte – Sur: En este sentido se presentan dos picos, el primero al mediodía y el segundo en la tarde, siendo este último el más fuerte. Los valores máximos presentados en estos periodos son de 6102 pasajeros de 12:00 a 13:00 y de 8867 pasajeros, de 18:15 a 19:15.

3.4.1.2. Flujo de Saturación

Para este tipo de conteo es necesario saber la hora pico de la intersección, ya que la actividad se debe realizar en este intervalo de tiempo. En este procedimiento se cuentan los vehículos que hacen parte de la cola (debe ser mayor de cuatro (4) vehículos) durante el tiempo de rojo del semáforo, a dichos vehículos se les contabiliza el tiempo que demora el eje trasero en cruzar la línea de intersección, este procedimiento debe realizarse en todos los ciclos del semáforo que se presenten en la hora pico del cruce.

Este es un valor importante en cuanto a determinación de capacidades y niveles de servicio de una vía.

Con la información recolectada, se puede calcular el flujo de saturación, que es el número de vehículos que circularían por el carril si el semáforo estuviese toda la hora en verde.

$$s = \frac{3600}{h}$$

s : flujo de saturación
 h : intervalo constante de saturación

$$h = \frac{(tvd - tvd_4)}{N - 4} * fvp * fg * fa * fp$$

tvd : tiempo que demora en pasar el último vehículo que estaba detenido en la cola, en segundos.
 tvd_4 : tiempo que demora en pasar el cuarto (4º) vehículo de la cola, en segundos.
 N : número de vehículos en la cola

El intervalo constante de saturación se debe afectar por los siguientes factores, los cuales son hallados en las tablas del HCM (Highway Capacity Manual'85):

fvp : factor por vehículos pesados (tabla 9-6).
fg : factor por giros a la izquierda (tabla 9-12) o a la derecha (tabla 9-11).
fa : factor por área (tabla 9-10).
fp : factor por pendiente (tabla 9-7).

3.4.1.3. Demoras

Para el cálculo de las demoras se debe realizar conteos en períodos de un minuto, los cuales se dividen en intervalos de 20 segundos, este conteo se realiza en la hora crítica de demanda de vehículos.

En este procedimiento se cuentan los vehículos que pertenecen a la cola en períodos de 20 segundos y de forma consecutiva, además se deben contar los vehículos que continúan cuando cambia a la fase verde durante el minuto, esto se repite a través de toda la hora pico. Esta actividad debe realizarse en intersección semaforizada.

Para realizar los conteos de demoras se debe utilizar el formato de demoras, **(ver Anexo G)**

Con estos datos se puede determinar específicamente el nivel de servicio de una vía, la cual se puede clasificar de Nivel A a Nivel F, según el nivel de servicio establecido se deben hacer sugerencias sobre las condiciones de operación y de diseño de la vía si es necesario.

Demora media de parada para el total de vehículos (DMP):

$$DMP = \frac{Vd * I}{Vc}$$

Vd : volumen de vehículos parados
I : intervalo de tiempo de muestreo (20seg)
Vc : volumen de vehículos que continúan

Las demoras más críticas se presentaron para la carrera 15 con calle 45 en sentido Oeste-Este, con una magnitud de 128 segundos por vehículo, también puede decirse que esta es la intersección más congestionada con un Nivel de Servicio F. (**Ver Anexo H**)

Tabla 6. Demoras en la Intersección Calle 45 con Carrera 15.

INTERSECCIÓN	Sentido	Volumen (VPH)	Hora pico	Flujo de saturación (VPHV)	Demoras (seg/veh)	Capacidad (veh/h)	Nivel de servicio
Calle 45 - Cra 15	O - E	1859	11:30:00 a.m. -	3046	128	1419	F
	E - O	913		4397	20	2049	C
	S - N	710	12:30:00 p.m.	3995	25	2134	D
	N - S	1491		4519	23	2414	C
	TOTAL				61,24		F

3.4.1.4. Velocidad

Para determinar la velocidad en una arteria, ésta se divide en segmentos cortos, los cuales deben ser recorridos a una velocidad moderada. Para realizar la actividad en campo es necesario contar con un vehículo y dos personas, el primero es el conductor, quien debe ir a la velocidad que permita la vía, mientras el segundo debe ir registrando tanto el tiempo que demora el vehículo en llegar de un segmento a otro como el tiempo que dura el vehículo detenido.

Mediante este procedimiento se halla la velocidad de recorrido y la velocidad de marcha. La velocidad de recorrido se calcula con el tiempo total de recorrido entre un segmento y otro mediante la formula que se presenta a continuación:

$$Vel\ de\ recorrido = \frac{x}{t}$$

x : distancia del segmento recorrido
 t : tiempo de recorrido del segmento

El tiempo que demora el vehículo detenido entre en intersecciones se tiene en cuenta para determinar la velocidad de marcha, el cual se le resta a la velocidad total de recorrido, siendo esta velocidad igual o mayor que la velocidad de recorrido. Se halla de la siguiente forma:

$$Vel\ de\ marcha = \frac{x}{t - t_p}$$

x : distancia del segmento recorrido
 t : tiempo de recorrido del segmento
 t_p : tiempo perdido por detención del vehículo

Continuando con el análisis de la Carrera 15, es allí donde se presentan las velocidades más bajas de los enlaces principales de la ciudad (**Ver Anexo I**), y el segmento más crítico se presenta en pleno centro de la ciudad de acuerdo con las cifras mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 7. Velocidades en la Carrera 15

TRONCAL	carrera 15	TRAMO	P_sol-Q_seca	
FECHA	30/03/2005	HORA	6:30-8:30am	
SENTIDO	S - N			
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL.DE RECORRIDO (KM/H)	VEL. DE MARCHA (KM)
PUERTA DEL SOL	CALLE 56	0.36	21.55	35.33
CALLE 56	Av. LA ROSITA	0.80	16.81	26.62
Av. LA ROSITA	CALLE 45	0.34	19.61	31.62
CALLE 45	CALLE 36	0.40	12.17	20.09
CALLE 36	Q/SECA	0.57	14.82	20.80

3.4.2. Características Físicas

Las características físicas de la vía son todos aquellos elementos propios del diseño geométrico, que tienen influencia directa o indirecta en la capacidad y el nivel de servicio, como los siguientes:

- Alineamiento horizontal y vertical: En el diseño en planta o alineamiento horizontal, es importante tener en cuenta las calzadas y las bermas. En el alineamiento vertical, la influencia de las pendientes es notable en la restricción de las velocidades que puedan desarrollar los vehículos, particularmente los de mayor peso.
- Calzada: Es la zona de la vía destinada a la circulación normal de los vehículos.
- Berma: Es la parte exterior de la vía, destinada a la parada eventual de vehículos, tránsito de peatones, bicicletas, etc., de manera que estos no interfieran con la circulación vehicular.

Para realizar un análisis de las características operacionales es necesario determinar las características físicas de cada intersección en estudio. La mayor parte de estos datos se pueden obtener de los estudios realizados por SAIP, otros como la pendiente se debe hallar en campo.

A continuación se presenta una tabla resumen con las características Físicas y de operación más importantes de algunos tramos del AMB, creándose la base de datos para el ingreso de la información.

Tabla 8. Características Físicas y Operacionales más importantes

Id_tram	Identificador del tramo
Tramo	Vía sobre la cual está ubicado
Inicio	Punto de inicio (1)
Final	Punto Final (2)
Longitud	Longitud del tramo en metros
No_Calzada	Número de calzadas
Ancho_Calzada	Ancho de Calzada en metros
Carriles_Calzada1	Número carriles en la calzada 1
Carriles_Calzada2	Número carriles en la calzada 2
Ancho_Carril1	Ancho de carril en sentido 1-2 en metros
Ancho_Carril2	Ancho de carril en sentido 2-1 en metros
Separador	Existencia de separador (SI/NO)
Ancho_Separador	Ancho del separador en metros
Ancho_Anden1	Ancho de anden en sentido 1-2 en metros

Ancho_Anden2	Ancho de carril en sentido 2-1 en metros
Estado	Estado de la carpeta asfáltica
Demarcación	Posee demarcación (SI/NO)
Sentido	Sentido o sentidos que posee el tramo
NDS1	Nivel de Servicio en sentido 1-2
NDS2	Nivel de Servicio en sentido 2-1
Volumen1	Volumen en Veh/hora en sentido 1-2
Volumen2	Volumen en Veh/hora en sentido 2-1
Vel_R1	Velocidad de recorrido en sentido 1-2
Vel_R2	Velocidad de recorrido en sentido 2-1
Vel_M1	Velocidad de Marcha en sentido 1-2
Vel_M2	Velocidad de Marcha en sentido 2-1

Fuente: Elaboración propia

Para acceder esta información a la base de datos, la malla vial se distribuyó en una serie de tramos (**Ver Anexo K**), con sus respectivas características.

3.4.3. Oferta y demanda de infraestructura vial

Tabla 9. Vehículos por hora

Carrera 15 entre Quebrada Seca – Calle 45		
	N-S	S-N
OFERTA	1548 Veh/H	1700 Veh/H
DEMANDA	72 Bus/H	73 Bus/H

La demanda esta dada en buses por hora; este valor se obtiene del número de viajes realizados en la diagonal 15 entre la Av. Quebrada Seca y la Calle 45 en la hora pico (7:00a.m. – 8:00a.m.), estos viajes se representan como pasajeros, los cuales se dividen en la capacidad que posee un bus, en este caso se consideró un bus patrón de 60 pasajeros, debido a que esta es la capacidad que manejan los buses en el Área metropolitana, dando como resultado buses por hora.

Para cotejar la oferta y la demanda desde un punto más objetivo se decidió realizar un ajuste a los valores obtenidos. El factor utilizado para buses es de 1.5 según tablas del Highway Capacity Manual en la conversión a vehículos

equivalentes, es así que el nuevo valor por cada sentido N-S y S-N será de 108 y 109.5 vehículos equivalentes, respectivamente.

La oferta es la capacidad actual del tramo en estudio dada en vehículos livianos por hora.

3.5. MODELOS DE TRANSPORTE

Luego de hacer toda la recolección en campo de los datos necesarios, se realizó el ensayo de calibración de un modelo. Para este trabajo se escogió el modelo de gravedad principalmente porque se ajusta al tipo de datos recogidos en la encuesta domiciliaria y no se pretendía profundizar demasiado en este campo de la modelación.

La expresión del modelo de gravedad es la siguiente:

$$V_{ij} = K * \frac{(P_i * P_j)^\alpha}{L_{ij}^\beta}$$

En donde se tiene:

- V_{ij} : Viajes que se generan en la zona i hacia la zona j .
- P_i : Población total de la zona i .
- P_j : Población total de la zona j .
- L_{ij} : Distancia entre centroides de la zona i a la zona j .
- K, α, β : Constantes a ajustar por medio de regresión lineal.

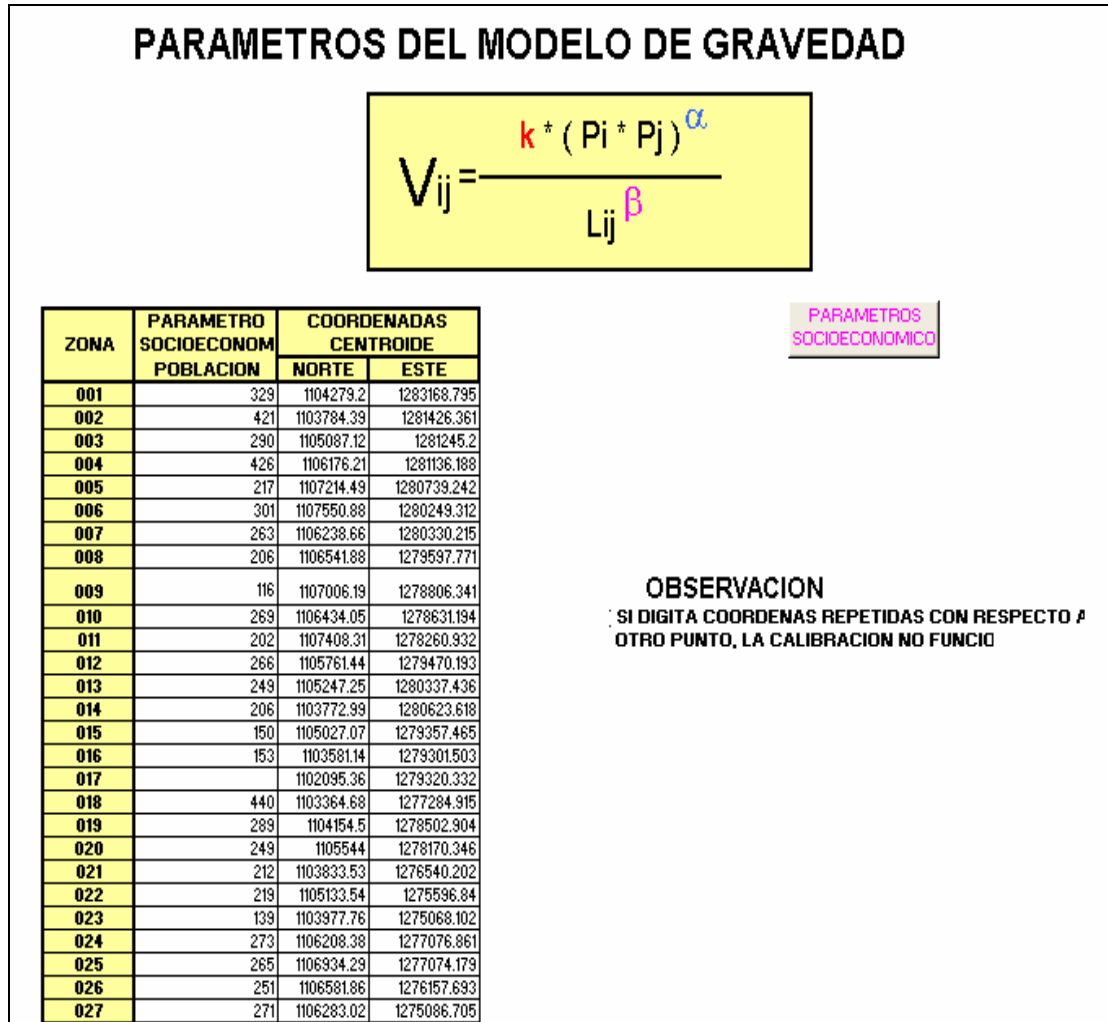
Se debe tener en cuenta que los parámetros escogidos en este caso como el de población y distancia entre centroides no son los únicos ya que se pueden tener en cuenta otros parámetros socioeconómicos en el Factor $(P_i * P_j)$, los cuales pueden ser consumos promedios en los servicios públicos por zonas, niveles de ingreso, tasa de motorización, entre otros. Además en la variable L_{ij} , también se pueden tener tiempos de viaje entre las zonas, costos de operación (combustible).

Este modelo es muy sencillo y se limita a explicar la producción de viajes de una zona a otra, y si se quiere tener una partición modal, se deben hacer regresiones por separado, es decir seleccionar los viajes por cada uno de los modos (medios de transporte que se tienen de la encuesta domiciliaria) y hacer los respectivos cálculos.

Dentro de este ensayo de calibración se realizó un ajuste con el parámetro de consumo de energía, manteniendo la variable L_{ij} , como distancia entre centroides ya que trabajar con el tiempo de viaje sería muy poco confiable, debido a que este concepto variaría dependiendo de las posibles rutas que se puede tomar para llegar de una zona a otra.

En la **figura 12** se muestra la expresión general del modelo ya explicado anteriormente, así como las poblaciones de cada zona obtenidas de la muestra, por medio de las encuestas O-D y la distancia entre centroides.

Figura 12. Parámetros del Modelo



Fuente: Calibración Modelo de Gravedad, Elaboración propia.

La **figura 3.12** muestra la matriz generada al realizar el producto $(P_i * P_j)$, es decir, multiplicar las poblaciones de cada una de las zonas entre si.

Figura 13. Matriz (Pi*Pj)

PRODUCTO DE POBLACIONES														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	...
1	NO APLICA	138509	95410	140154	71393	99029	86527	67774	38164	88501	66458	87514	81921	...
2	138509	NO APLICA	122090	179346	91357	126721	110723	86726	48836	113249	85042	111986	104829	...
3	95410	122090	NO APLICA	123540	62930	87290	76270	59740	33640	78010	58580	77140	72210	...
4	140154	179346	123540	NO APLICA	92442	128226	112038	87756	49416	114594	86052	113316	106074	...
5	71393	91357	62930	92442	NO APLICA	65317	57071	44702	25172	58373	43834	57722	54033	...
6	99029	126721	87290	128226	65317	NO APLICA	79163	62006	34916	80969	60802	80066	74949	...
7	86527	110723	76270	112038	57071	79163	NO APLICA	54178	30508	70747	53126	69958	65487	...
8	67774	86726	59740	87756	44702	62006	54178	NO APLICA	23896	55414	41612	54796	51294	...
9	38164	48836	33640	49416	25172	34916	30508	23896	NO APLICA	31204	23432	30856	28884	...
10	88501	113249	78010	114594	58373	80969	70747	55414	31204	NO APLICA	54338	71554	66981	...
11	66458	85042	58580	86052	43834	60802	53126	41612	23432	54338	NO APLICA	53732	50298	...
12	87514	111986	77140	113316	57722	80066	69958	54796	30856	71554	53732	NO APLICA	66234	...
13	81921	104829	72210	106074	54033	74949	65487	51294	28884	66981	50298	66234	NO APLICA	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	NO APLICA

Fuente: Calibración Modelo de Gravedad, Elaboración propia.

La figura 14 muestra la matriz generada al calcular para este caso particular la distancia existente entre cada una de las zonas.

Figura 14. Matriz distancia entre Zonas (Lij)

DISTANCIA ENTRE CENTROIDES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	NO APLICA	1811,3293	2086,3746	2780,3159	3810,3377	4384,8911	3449,2093	4227,5217	5144,66	5023,2699	5820,5211	3984,557
2	1811,3293	NO APLICA	1315,2663	2409,3596	3498,2451	3946,1203	2687,9346	3308,6975	4152,6538	3851,452	4811,7286	2781,2423
3	2086,3746	1315,2663	NO APLICA	1094,5341	2186,7089	2657,4214	1470,7986	2197,8039	3103,3663	2940,6227	3780,7109	1898,7767
4	2780,3159	2409,3596	1094,5341	NO APLICA	1111,5698	1635,9255	808,38919	1581,278	2473,2692	2518,2298	3128,1245	1716,851
5	3810,3377	3498,2451	2186,7089	1111,5698	NO APLICA	594,29576	1058,0836	1324,9015	1944,0915	2247,8759	2485,8771	1929,2083
6	4384,8911	3946,1203	2657,4214	1635,9255	594,29576	NO APLICA	1314,705	1201,0765	1542,3493	1966,1121	1993,4841	1951,6958
7	3449,2093	2687,9346	1470,7986	808,38919	1058,0836	1314,705	NO APLICA	792,72553	1706,2526	1710,2198	2376,9739	983,55553
8	4227,5217	3308,6975	2197,8039	1581,278	1324,9015	1201,0765	792,72553	NO APLICA	917,5794	972,57226	1593,0606	790,79841
9	5144,66	4152,6538	3103,3663	2473,2692	1944,0915	1542,3493	1706,2526	917,5794	NO APLICA	598,34908	677,61842	1410,7167
10	5023,2699	3851,452	2940,6227	2518,2298	2247,8759	1966,1121	1710,2198	972,57226	598,34908	NO APLICA	1042,2409	1075,3298
11	5820,5211	4811,7286	3780,7109	3128,1245	2485,8771	1993,4841	2376,9739	1593,0606	677,61842	1042,2409	NO APLICA	2043,1592
12	3984,557	2781,2423	1898,7767	1716,851	1929,2083	1951,6958	983,55553	790,79841	1410,7167	1075,3298	2043,1592	NO APLICA

Fuente: Calibración Modelo de Gravedad, Elaboración propia.

3.5.1. Ensayo de Calibración

Luego de tener los datos recolectados mediante las encuestas domiciliarias, se realizó una prueba de calibración del modelo escogido para determinar si esta expresión podía representar la movilidad o producción de viajes en el Área Metropolitana de Bucaramanga.

Esta prueba consiste en calcular las constantes del modelo utilizando el método de mínimos cuadrados, teniendo como principal referencia para corroborar la precisión de los cálculos la correlación que se obtiene. Este proceso es iterativo, hasta que se obtengan correlaciones dentro de valores aceptables (superiores a 0.80).

El primer ensayo se realizó para la totalidad de las zonas en estudio (42), obteniendo correlaciones por debajo de 0.40, es decir, muy bajas, por lo tanto se procedió a tratar de ajustar estos valores mediante las siguientes manipulaciones:

- Sustraer del total de zonas aquellas que se considera, dispersan los resultados. Para esto se consideraron las zonas que presentaban un comportamiento diferente a las demás (numero de viajes muy elevado). Estas zonas fueron: 004, 009, 015, este comportamiento se explica desde el punto de vista del uso de suelo, ya que en estas zonas se concentran actividades escolares, trabajo y comercio.
- Otro criterio fue el de la separación entre zonas, teniendo en cuenta la relación inversa entre viajes y separación, planteada por el modelo de gravedad. Entonces se sustraen las zonas “alejadas de las demás”, es decir, Piedecuesta, Floridablanca y Girón.

Todo este proceso conduce a valores más altos de correlación, los cuales se presentan en la tabla de resultados.

Tabla 10. Resultados de Calibración

Calibración #	ZONAS	K	α	β	CORRELACION
Calib 1	1 A 42	1.356.687	0.0652881	0.8157546	0.361145
Calib 2	7	111.97722	0.2359675	0.6138518	0.625050504
	9	13.754765	0.3030747	0.356259	0.480706
	15	17.362003	0.3324401	0.3151231	0.681478456
	21	25.647536	0.4702111	0.7320614	0.593961924
	RESTANTES	1.717259	0.4924906	0.5534175	0.435929131

3.6. DISEÑO DEL SIG

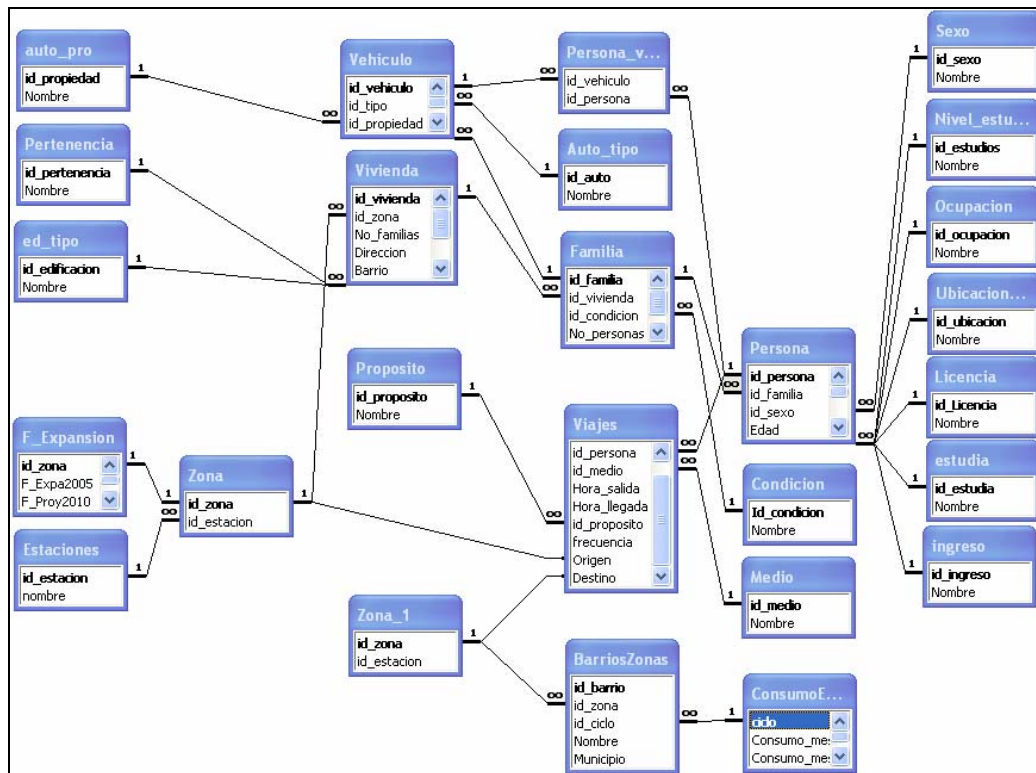
Contando con toda la información requerida, que incluye cartografía e información de la población y sabiendo qué información alfa-numérica debe poseer el sistema, de tal manera que ayude en la toma de decisiones, se procede a diseñar el SIG.

3.6.1. Modelos de Diseño

3.6.1.1. Modelo conceptual

Para la elaboración de este modelo, se basó en el Modelo de Entidad – Relación, debido a que presenta mejor organización de las entidades con sus relaciones. A continuación en la **figura 3.14** se muestra el diagrama de relación de las distintas entidades.

Figura 15. Modelo Entidad Relación (MER)



3.6.1.2. Modelo Lógico

ENTIDADES DEL MER

Tabla 11. Entidad Vivienda

NOMBRE ENTIDAD: VIVIENDA					
TABLA: VIVIENDA		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
id_vivienda	Número compuesto por el código del Municipio, zona de transporte, sector DANE, sección DANE, manzana DANE y el número consecutivo del predio por manzana.	LLP	N.N/ Único	Texto	20
No_familias	Número de Familias que viven en el hogar.		N.N	Numérico	20
Dirección	Dirección de la vivienda encuestada		N.N	Texto	80
Barrio	Barrio en el cual se encuentra la vivienda encuestada.		N.N	Texto	65
Estrato	Estrato al que pertenece la vivienda encuestada		N.N	Numérico	5
Id_pertenencia	Número consecutivo para el estado de pertenencia de la vivienda.	LLF	N.N	Numérico	5
id_zona	Número de la zona de transporte en donde se encuentra la vivienda encuestada.		N.N	Numérico	5

Tabla 12. Entidad Persona

NOMBRE ENTIDAD: PERSONA					
TABLA: PERSONA		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
id_persona	Número consecutivo que representa cada persona encuestada.	LLP	N.N/ Único	Numérico	20
Id_sexo	Identificador del sexo de la persona.	LLF	N.N	Numérico	5
Edad	Edad de la persona encuestada		N.N	Numérico	5
Id_ocupacion	Identificador de la ocupación de la persona encuestada.	LLF	N.N	Numérico	5
Id_estudios	Identificador del nivel de estudios de la persona encuestada.	LLF	N.N	Numérico	5
Id_ubicacion	Número que indica la ubicación que ocupa la persona dentro de la familia. (Jefe del hogar, hijo, hija, etc)	LLF	N.N	Numérico	5
Id_licencia	Número que indica si la persona posee o no licencia de conducción	LLF	N.N	Numérico	5
Id_estudia	Número que indica si la persona se encuentra estudiando actualmente o no.	LLF	N.N	Numérico	5
Id_ingreso	Identificador que indica el nivel de ingreso en el que se encuentra la persona encuestada.	LLF	N.N	Numérico	5
id_familia	Número consecutivo de las familias encuestadas	LLF	N.N/ Único	Numérico	20

Tabla 13. Entidad Familia

NOMBRE ENTIDAD: FAMILIA					
TABLA: FAMILIA		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
id_familia	Número consecutivo de las familias encuestadas	LLP	N.N/ Único	Numérico	20
No_personas	Número consecutivo de personas encuestadas		N.N	Numérico	20
Id_condicion	Lugar que ocupa la familia dentro de la vivienda (responsable o inquilino)	LLF	N.N	Numérico	5
id_vivienda	Número compuesto por el código del Municipio, zona de transporte, sector DANE, sección DANE, manzana DANE y el número consecutivo del predio por manzana.	LLF	N.N	Texto	20

Tabla 14. Entidad Persona_Viajes

NOMBRE ENTIDAD: PERSONA_VIAJES					
TABLA: PERSONA_VIAJES		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
id_persona	Número consecutivo de las personas encuestadas	LLF	N.N/ Único	Numérico	20
id_viaje	Número consecutivo que representa cada uno de los viajes realizados.	LLF	N.N	Numérico	20

Tabla 15. Entidad Viajes

NOMBRE ENTIDAD: VIAJES					
TABLA: VIAJES		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
id_viaje	Número consecutivo que representa cada uno de los viajes realizados.	LLP	N.N	Numérico	20
Id_medio	Número que indica el medio de transporte que utiliza la persona para realizar el viaje. (bus, automóvil, etc)	LLF	N.N	Numérico	5
Hora_salida	Hora en la cual se da inicio a una etapa de un viaje.		N.N	Fecha/Hora	
Hora_llegada	Hora en la cual se da término a una etapa de viaje.		N.N	Fecha/Hora	
Id_proposito	Número que indica el propósito por el cual se realizo el viaje.	LLF	N.N	Numérico	5
Frecuencia	Número que indica la frecuencia con que la persona realiza el viaje semanalmente. Este viaje conserva todas las características iniciales tales como hora, medio, propósito, etc.		N.N	Numérico	5
Origen	Número de la zona de transporte en donde se origino el viaje.		N.N	Numérico	5
Destino	Número de la zona de transporte en donde se término el viaje.		N.N	Numérico	5

Tabla 16. Entidad Persona_Vehículo

NOMBRE ENTIDAD: PERSONA_VEHICULO					
TABLA: PERSONA_VEHICULO		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
id_vehiculo	Número consecutivo que representa cada vehículo registrado en la encuesta.	LLF	N.N/ Único	Numérico	20
id_persona	Número consecutivo que representa cada persona encuestada.	LLF	N.N/ Único	Numérico	20

Tabla 17. Entidad Vehículo

NOMBRE ENTIDAD: VEHICULO					
TABLA: VEHICULO		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
id_vehiculo	Número consecutivo que representa cada vehículo registrado en la encuesta.	LLP	N.N/ Único	Numérico	20
Id_tipo	Número que representa el tipo de vehículo que poseen en el hogar. (Automóvil, Camion, Camioneta, etc)	LLF	N.N	Numérico	20
Id_propiedad	Número que representa el tipo de propiedad del vehículo. (empresa, particular, etc).	LLF	N.N	Numérico	20

Tabla 18. Entidad Sexo

NOMBRE ENTIDAD: SEXO					
TABLA: SEXO		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Idsexo	Identificador del sexo de la persona.	LLP	N.N	Numérico	5
Nombre	Campo en donde se escribe el nombre del sexo.		N.N	Texto	20

Tabla 19. Entidad Nivel de Estudios

NOMBRE ENTIDAD: NIVEL DE ESTUDIOS					
TABLA: NIVEL DE ESTUDIOS		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Id_estudios	Identificador del nivel de estudios de la persona encuestada.	LLP	N.N	Numérico	5
Nombre	Nombre de cada nivel de estudios. Primaria, Bachillerato, etc.		N.N	Texto	20

Tabla 20. Entidad Ocupación

NOMBRE ENTIDAD: OCUPACIÓN					
TABLA: OCUPACIÓN		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Id_ocupacion	Identificador de la ocupación de la persona encuestada.	LLP	N.N	Numérico	5
Nombre	Nombre de cada una de las ocupaciones.		N.N	Texto	20

Tabla 21. Entidad Ubicación en la Familia

NOMBRE ENTIDAD: UBICACIÓN EN LA FAMILIA					
TABLA: UBICACIÓN EN LA FAMILIA		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Id_ubicacion	Número que indica la ubicación que ocupa la persona dentro de la familia. (Jefe del hogar, hijo, hija, etc)	LLP	N.N	Numérico	5
Nombre	Nombre de cada una de las Ubicaciones. Jefe del hogar, hija, Pariente, etc.		N.N	Texto	20

Tabla 22. Entidad Licencia

NOMBRE ENTIDAD: LICENCIA					
TABLA: LICENCIA		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Id_licencia	Número que indica si la persona posee o no licencia de conducción	LLP	N.N	Numérico	5
Nombre	Nombre que corresponde a posee licencia o no posee licencia de conducción.		N.N	Texto	20

Tabla 23. Entidad Estudia

NOMBRE ENTIDAD: ESTUDIA					
TABLA: ESTUDIA		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Id_estudia	Número consecutivo que representa si la persona estudia o no actualmente.	LLP	N.N/ Único	Numérico	5
Nombre	Nombre que corresponde a estudia o no actualmente.		N.N	Texto	20

Tabla 24. Entidad Ingreso

NOMBRE ENTIDAD: INGRESO					
TABLA: INGRESO		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Id_ingreso	Identificador que indica el nivel de ingreso en el que se encuentra la persona encuestada.	LLP	N.N	Numérico	5
Nombre	Rangos en los que se dividieron los niveles de ingreso.		N.N	Texto	20

Tabla 25. Entidad Condición

NOMBRE ENTIDAD: CONDICION					
TABLA: CONDICION		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Id_condicion	Lugar que ocupa la familia dentro de la vivienda (responsable o inquilino)	LLP	N.N	Numérico	5
Nombre	Nombre de la condición en que se encuentra la familia encuestada.		N.N	Texto	20

Tabla 26. Entidad Pertenencia

NOMBRE ENTIDAD: PERTENENCIA					
TABLA: PERTENENCIA		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Id_pertenencia	Número consecutivo para el estado de pertenencia de la vivienda.	LLP	N.N	Numérico	5
Nombre	Indica el estado de propiedad de la vivienda (propia, arrendada, en curso de pago y prestada).		N.N	Texto	20

Tabla 27. Entidad Medio

NOMBRE ENTIDAD: MEDIO					
TABLA: INGRESO		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Id_medio	Número que indica el medio de transporte que utiliza la persona para realizar el viaje. (bus, automóvil, etc)	LLP	N.N	Numérico	5
Nombre	Nombre de los medio de transporte que utilizan las personas en sus viajes.		N.N	Texto	20

Tabla 28. Entidad Propósito

NOMBRE ENTIDAD: PROPOSITO					
TABLA: PROPOSITO		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Id_proposito	Número que indica el propósito por el cual se realizo el viaje.	LLP	N.N	Numérico	5
Nombre	Nombre de los diferentes propósitos de viajes. Entre ellos trabajo, hogar, estudio, entre otros.		N.N	Texto	20

Tabla 29. Entidad Tipo_Vehículo

NOMBRE ENTIDAD: TIPO_VEHICULO					
TABLA: TIPO_VEHICULO		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
id_vehiculo	Número consecutivo que representa cada vehículo registrado en la encuesta.	LLP	N.N/ Único	Numérico	20
Nombre	Nombre de los diferentes tipos de vehículo.		N.N	Texto	20

Tabla 30. Entidad Propiedad_Vehículo

NOMBRE ENTIDAD: PROPIEDAD_VEHICULO					
TABLA: PROPIEDAD_VEHICULO		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
Id_propiedad	Número que representa el tipo de propiedad del vehículo. (Empresa, particular, etc).	LLP	N.N	Numérico	20
Nombre	Nombre de los diferentes tipos de propiedad.		N.N	Texto	20

Tabla 31. Entidad Persona

NOMBRE ENTIDAD: PERSONA					
TABLA: PERSONA		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
id_persona	Número consecutivo que representa cada persona encuestada.	LLP	N.N/ Único	Numérico	20
Idsexo	Identificador del sexo de la persona.	LLF	N.N	Numérico	5
Edad	Edad de la persona encuestada		N.N	Numérico	5
Idocupacion	Identificador de la ocupación de la persona encuestada.	LLF	N.N	Numérico	5
Idestudios	Identificador del nivel de estudios de la persona encuestada.	LLF	N.N	Numérico	5
Idubicacion	Número que indica la ubicación que ocupa la persona dentro de la familia. (Jefe del hogar, hijo, hija, etc)	LLF	N.N	Numérico	5
Idlicencia	Número que indica si la persona posee o no licencia de conducción	LLF	N.N	Numérico	5
Idestudia	Número que indica si la persona se encuentra estudiando actualmente o no.	LLF	N.N	Numérico	5
Idingreso	Identificador que indica el nivel de ingreso en el que se encuentra la persona encuestada.	LLF	N.N	Numérico	5
id_familia	Número consecutivo de las familias encuestadas	LLF	N.N/ Único	Numérico	20

Tabla 32. Entidad Estaciones

NOMBRE ENTIDAD: ESTACIONES					
TABLA: ESTACIONES		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
id_estacion	Número consecutivo que identifica a cada estación	LLP	N.N/ Único	texto	3
nombre	Identifica a cada estación con el nombre respectivo.		N.N/ Único	texto	50

Tabla 33. Entidad F_Expansión

NOMBRE ENTIDAD: F_EXPANSION					
TABLA: VIAJES		TIPO: Alfanumérico		GEOMETRÍA: Ninguna	
CAMPOS	DESCRIPCIÓN	LLP/LLF	No Nulo /Único	Tipo de datos	Longitud Dato
id_zona	Número consecutivo que identifica cada una de las zonas.	LLP	N.N/ Único	Texto	3
F_Expa2005	Número que indica el factor por el cual se afecta cada una de las zonas muestreadas para ser expandidas a todo el universo.		N.N	Numérico	Doble
F_Proj2010	Número que indica el factor con el cual se proyecta la población al año 2010		N.N	Numérico	Doble
F_Proj2015	Número que indica el factor con el cual se proyecta la población al año 2015		N.N	Numérico	Doble
F_Proj2020	Número que indica el factor con el cual se proyecta la población al año 2015		N.N	Numérico	Doble

3.6.1.3. Modelo Físico

Es la implementación de los anteriores modelos en el programa o software seleccionado y los equipos específicos en que se vaya a trabajar y por esto se realiza de acuerdo con sus propias especificaciones. El modelo físico determina en que forma se debe almacenar los datos, cumpliendo con las restricciones y aprovechando las ventajas del sistema específico a utilizar.

La arquitectura es la encargada de indicar las especificaciones que deben poseer los componentes de la aplicación en lo concerniente a Hardware y Software para un óptimo funcionamiento, las cuales son:

- Procesador de 750 Mhz.
- Memoria RAM de 128 Mb.
- Memoria de 15 Gb.
- Ratón.
- Unidad reproductora de disco compacto de 52X.
- Monitor de 15”.
- Sistema operativo Windows XP.
- Microsoft Office Access 2000.
- Arcview 3.1.

4. MANUAL DE USUARIO DEL SIG

El desarrollo de este documento se hace necesario para la correcta manipulación del aplicativo, el cual se elaboró en cumplimiento del objetivo principal de la práctica empresarial en su segunda fase: **“Diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica de soporte para el plan integral de transporte masivo en el Área Metropolitana de Bucaramanga”**

En este manual se recopila y explica el manejo de la herramienta desarrollada para estructurar y consultar aspectos generales dentro del Área Metropolitana de Bucaramanga haciendo énfasis en generación y atracción de viajes los cuales se hacen necesarios para una correcta implementación de un sistema de transporte masivo.

La aplicación permite consultar diversos aspectos de la población como características socioeconómicas, totalización de viajes entre zonas, además permite consultar las características de operación de algunas de las vías principales, datos como las capacidades, niveles de servicio, entre otros.

La metodología a seguir por el usuario que utilice la herramienta será: seleccionar el tema sobre el cual desee consultar ya sea de zonas de los diferentes años, intersecciones, tramos y centroides, luego se da clic en el botón correspondiente y así observar la información que se encuentra almacenada mediante un cuadro de diálogo.

4.1. INFORMACION GENERAL DEL SISTEMA

- **Proyecto** : En ArcView un archivo *.apr que se puede definir de una forma clara como administrador de información ya sea gráfica o alfanumérica, ya que su contenido no es otra cosa diferente que las direcciones de la información que esta vinculada de forma permanente al proyecto que se esta trabajando, además de las características de visualización que se han personalizado al interior de éste, puede contener objetos personalizados como scripts, diálogos, conexiones a base de datos externas y/o conexiones a otras aplicaciones.
- **Shape**: son archivos diseñados especialmente para este software ya que maneja un concepto de archivos encadenados, nunca se encuentran solos y se acompañan como mínimo de dos archivos más. Los archivos de este tipo son los que se encargan de la forma que tiene la información grafica que se adicionan a cada proyecto.
- **View**: es para visualización a su vez formado por diversos tipos de información grafica agrupados en elementos conocidos como temas, los cuales vienen en archivos *.shp
- **Script**: son pequeños programas que se escriben en un lenguaje de programación propio, para este caso en Avenue y pueden ser agregados al ambiente gráfico de cualquiera de los objetos que se manejan en el programa a través de la modificación de los menús, barras de botones o herramientas.

4.2. REQUERIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

Para lograr un manejo exitoso de la herramienta, se recomienda las siguientes estrategias administrativas:

Difusión: Es necesario que el personal que manipule el SIG, conozca detalladamente el funcionamiento de la herramienta y la filosofía del sistema como tal.

Capacitación: Se debe asegurar que el personal encargado de operar el Sistema reciba capacitación, para poder garantizar el correcto uso de la herramienta.

Reglamentación: Debe convertirse en requisito el uso de la Aplicación, como parte de las funciones administrativas del personal.

Toda la información geográfica recolectada por las diferentes entidades del Área Metropolitana de Bucaramanga tiene un gran potencial de reutilización en otras áreas, actividades e instituciones.

4.3. AMBIENTE DE TRABAJO Y CONOCIMIENTOS MÍNIMOS

4.3.1. Módulo Administrativo

Para un mejor entendimiento del software y del aplicativo se sugiere que el usuario como mínimo debe poseer conocimientos en temas como:

- Uso de Windows 95-98
- Los programas básicos de computación
- Usos de las formas de aplicación del sistema
- Conocimientos de los procesos de registro y consulta de la Aplicación

Se sugiere que el usuario posea conceptos básicos de Arcview3.1 y de Microsoft Access para un mejor aprovechamiento de la aplicación.

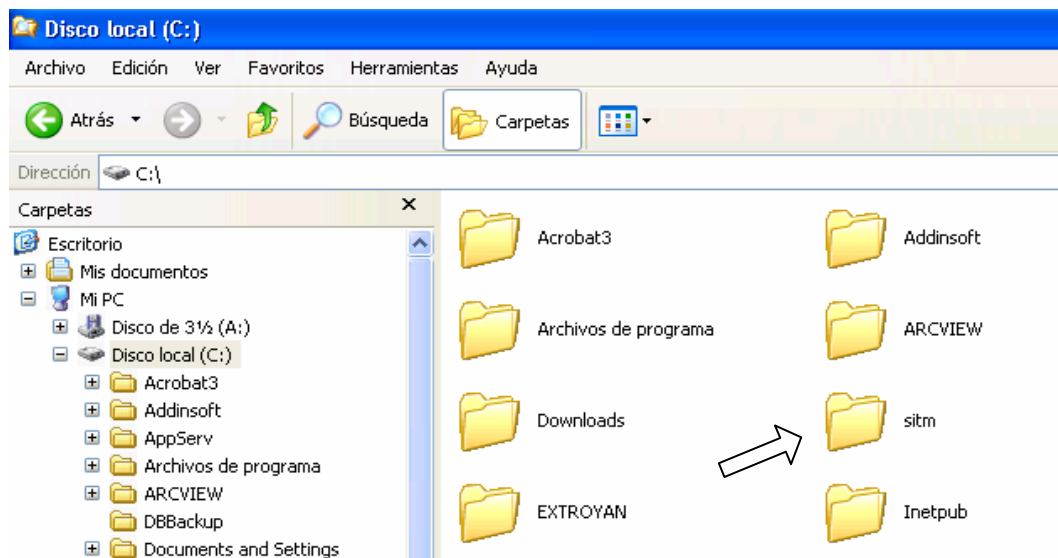
4.3.2. Módulo de Consulta

Para que la aplicación pueda tener un excelente desempeño se requiere un equipo potente y que cumpla ciertos requerimientos haciendo necesarios la instalación de los siguientes programas:

- Procesador Pentium III de 500 Mhz
- 128 MB de RAM
- 500 MB de espacio libre en disco.
- Sistema operativo Windows 98 o superior.
- ArcView 3.1
- Microsoft Access 97 o superior

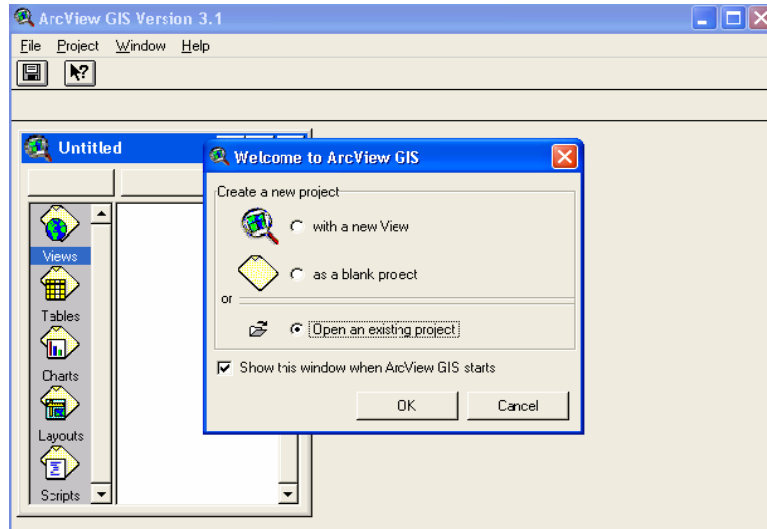
4.4. INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN

La aplicación se encuentra en un archivo auto extraíble o ejecutable, La carpeta sitm debe guardarse en C:

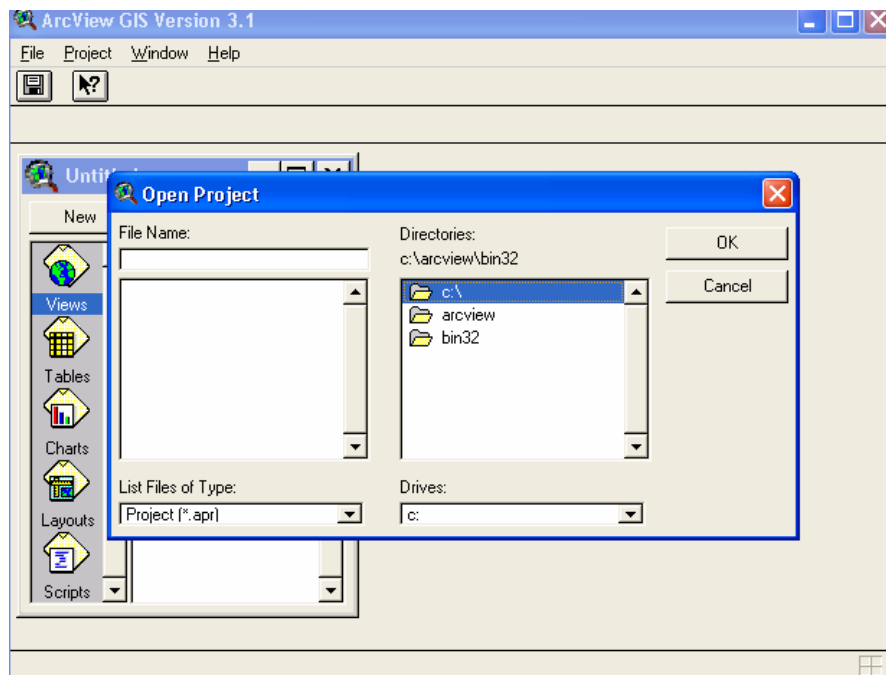


4.5. ENTRADA A LA APLICACIÓN

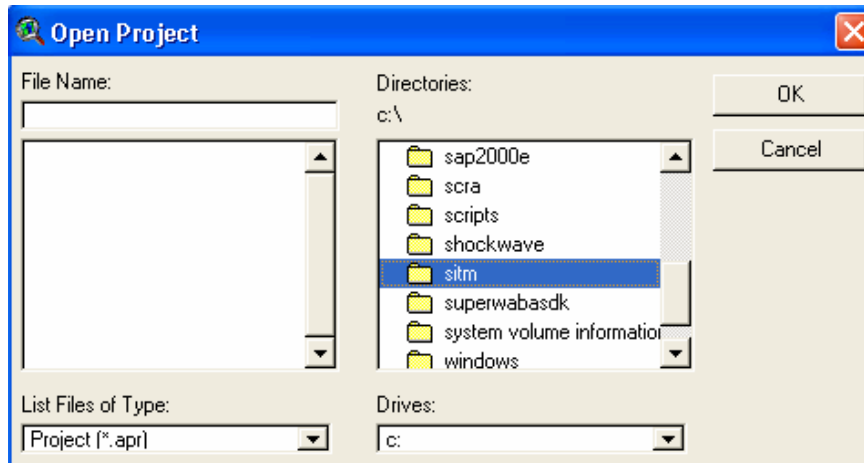
Luego de ser copiada en "C" se debe abrir ArcView.



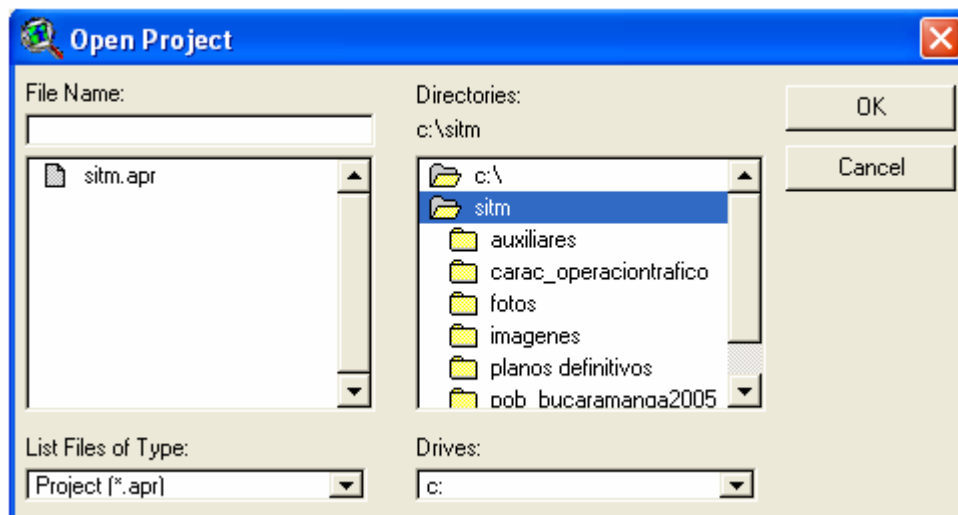
Se pica en abrir un proyecto existente (Open an existing Project) y se le da OK



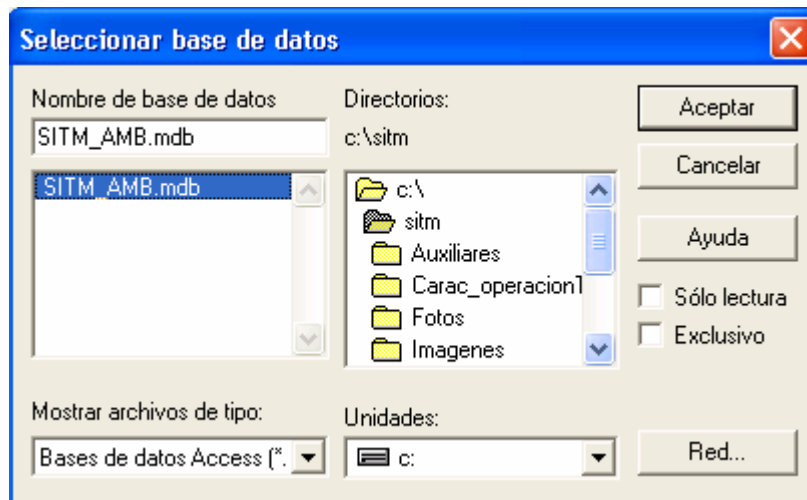
Luego en Directories se da doble clic en c:\ que es de donde se extrae el proyecto o se da clic en c:\ y OK, posteriormente doble clic en sitm



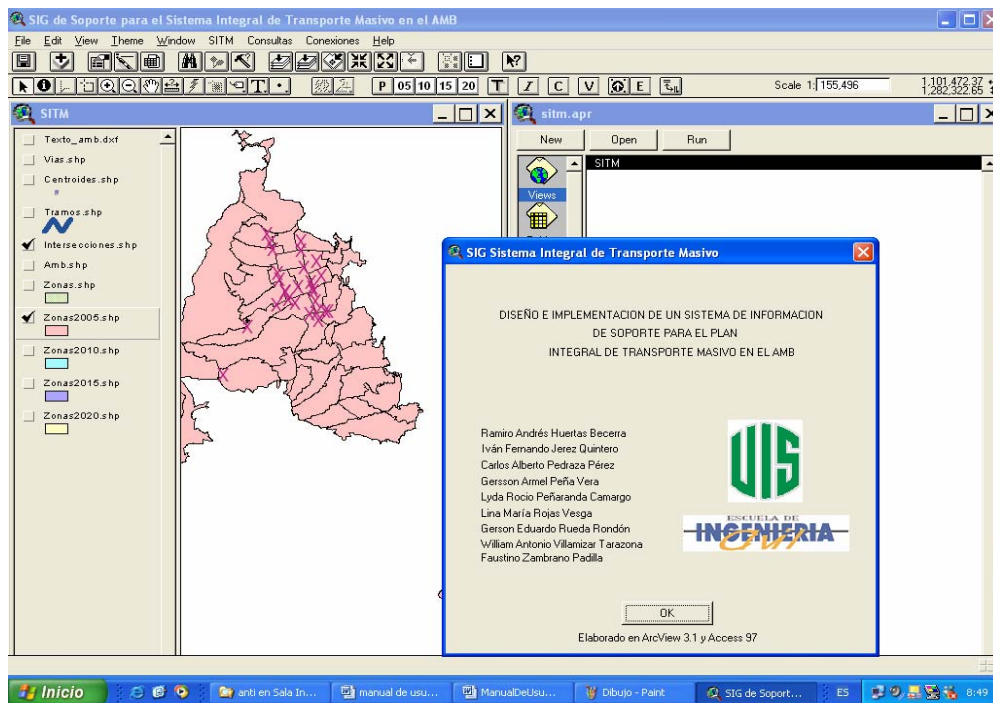
En File Name se da doble clic en sitm.apr



Se abre la ventana seleccionar base de datos, donde dice nombre de base de datos se da doble clic en SITM_AMB.mdb para conectar la base de datos

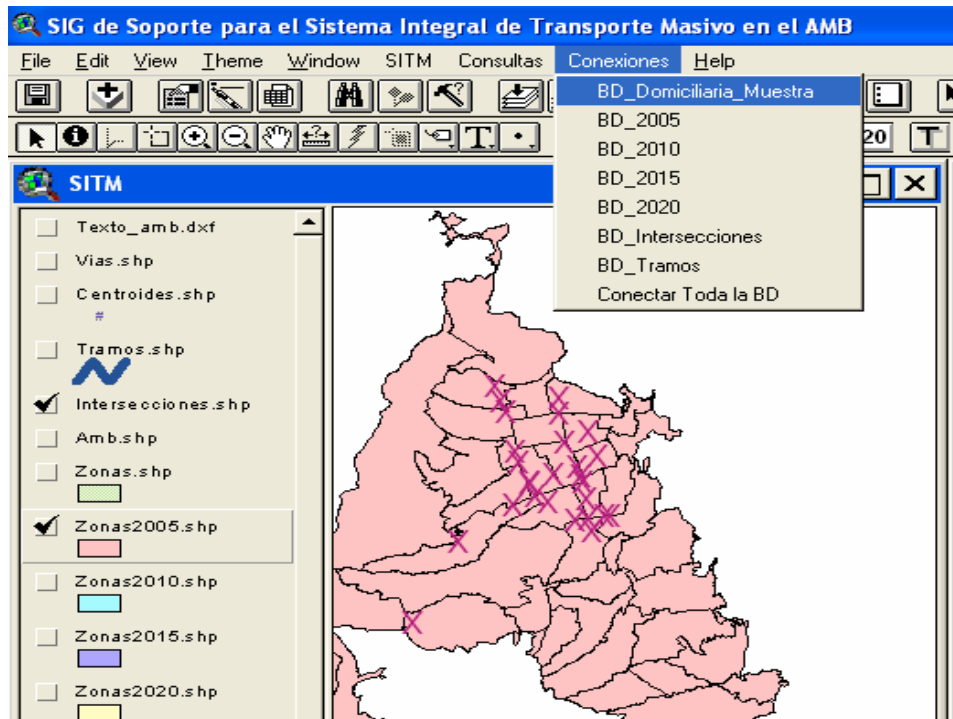


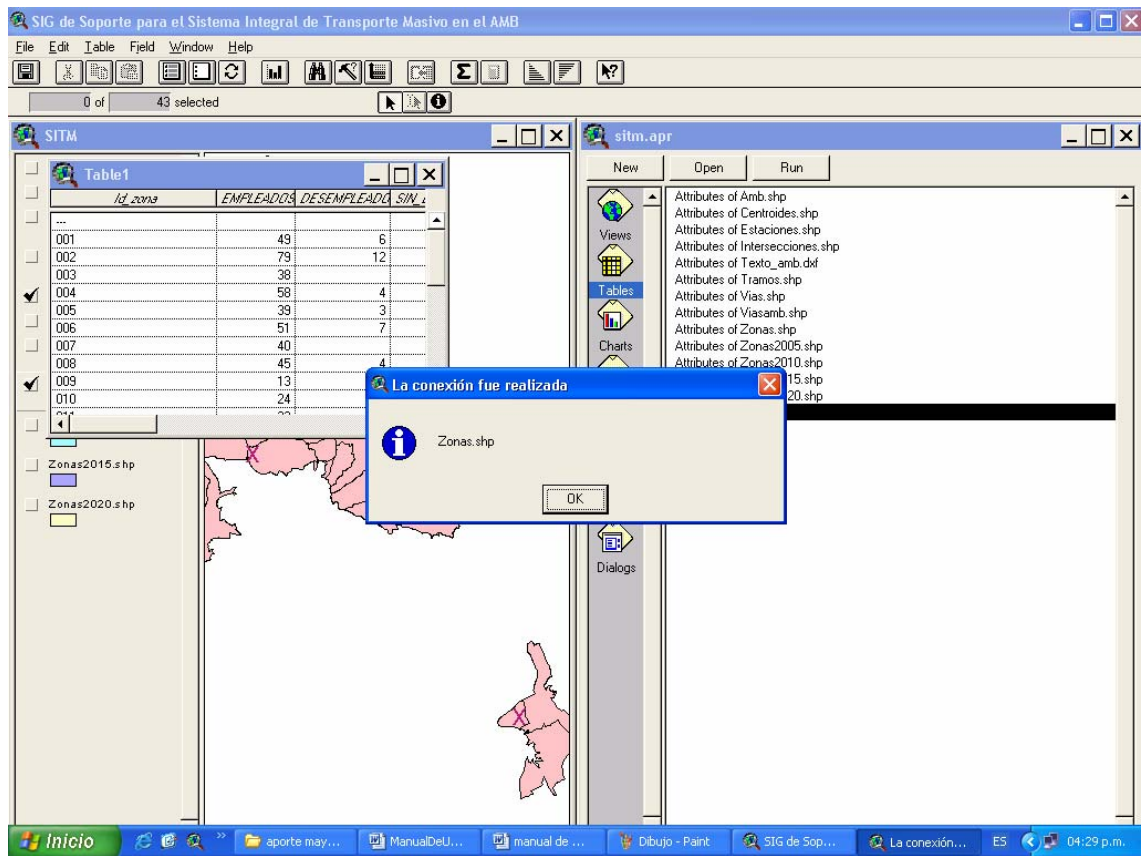
En la ventana de presentación se da OK y de tal manera se puede acceder al sistema



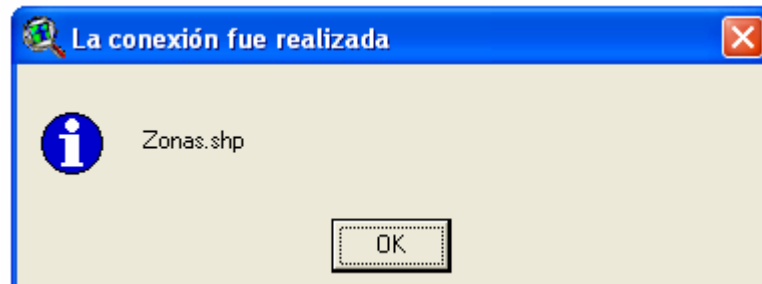
4.5.1. Conexión a la base de datos

En la barra de menú se abre Conexiones y dependiendo de que base de datos quiera cargar se da clic sobre la que se desee para este caso se da clic en BD_Domiciliaria_Muestra.

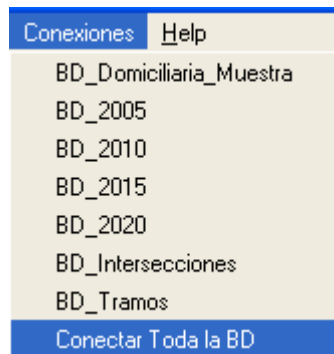




Y aparece una ventana que dice que la conexión fue realizada se le da OK



De igual manera para las diferentes conexiones que se desee hacer, si se quiere conectar toda la base de datos se da clic en Conectar Toda la BD y se da OK en la ventana La conexión fue realizada



De esta manera queda conectada toda la Base de Datos o la que se desee cargar.

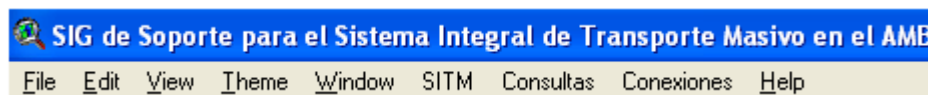
Observaciones:

- Si ya se ha realizado la conexión con las bases de datos no es necesario realizarla cada vez que se abra la aplicación.
- Sólo cuando se realicen modificaciones en las bases de datos se debe realizar la conexión.

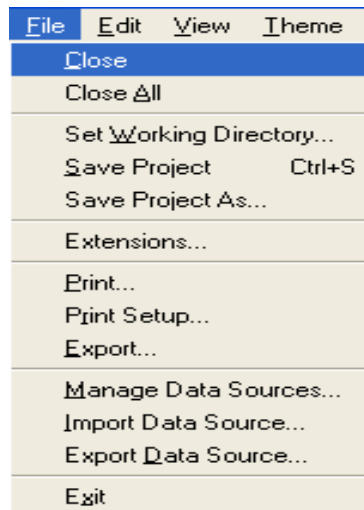
4.6. OPERACIÓN DE LA APLICACIÓN

4.6.1. Menús

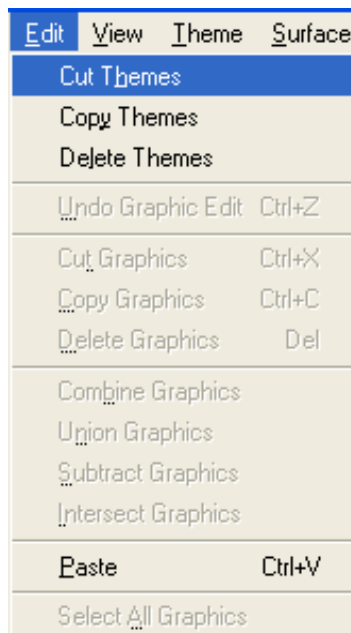
La barra de menús de la aplicación esta conformada por File, Edit, View, Theme, Surface, Graphics, Window, SITM, Consultas, Conexiones, Help.



A través del menú **File** se pueden cerrar ventanas (Close y Close All), darle una nueva ruta al proyecto (Set Working Directory), guardar cambios (Save Project, o save Project As), imprimir (Print), o salir de la aplicación Exit.

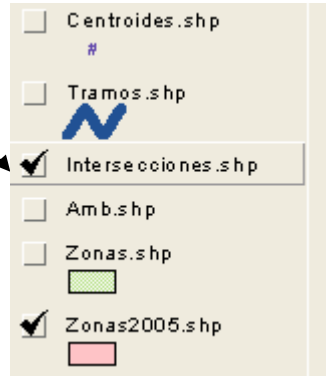


En el menú **Edit** se puede cortar, copiar, borrar o pegar el o los temas que estén seleccionados en la vista de temas



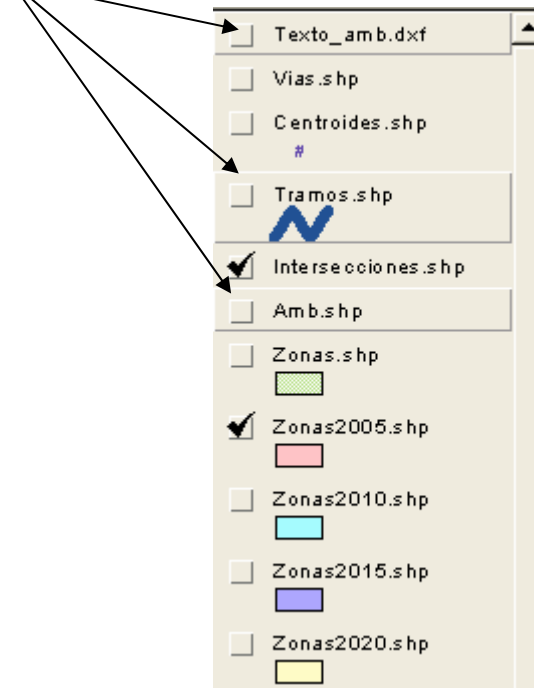
Selección de un tema: se ubica en el tema deseado y se hace clic

Un tema

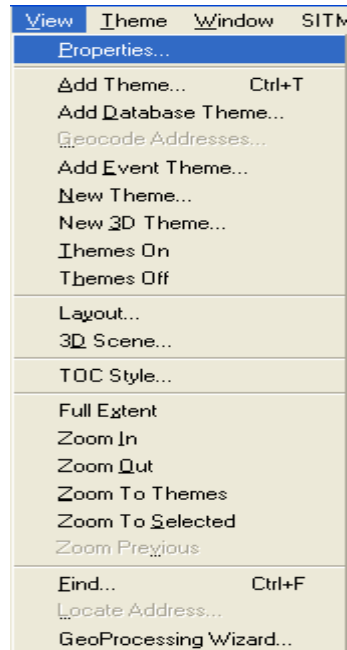


Para seleccionar varios temas se da clic en un tema, se deja oprimido SHIFT y se seleccionan los otros temas deseados. De esta forma se puede en el menú **Edit** ya con el tema o temas seleccionados cortarlos, copiarlos, borrarlos, o pegarlos

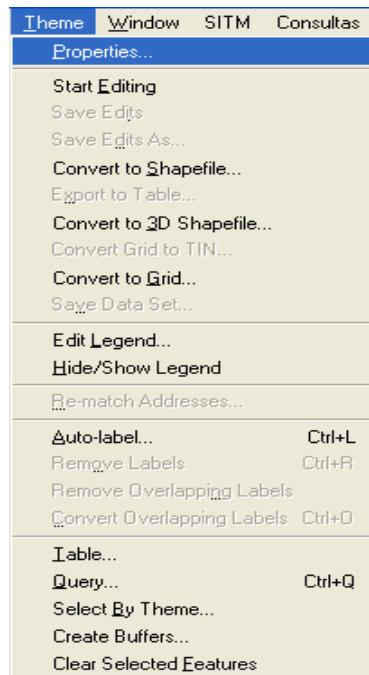
Varios temas



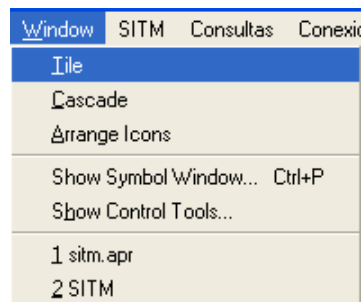
En el menú **View** se pueden crear y adicionar temas, así como adicionar base de datos, activar y desactivar y visualizarlos de la manera que se desee,



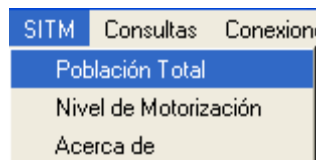
El menú **Theme** permite editar las propiedades y tablas de los temas que se creen en el SIG entre sus operaciones se pueden convertir los formatos importados (dwg, dxf) en formato shape (formato de ArView), además de la edición de las tablas que se generan para cada uno de los temas



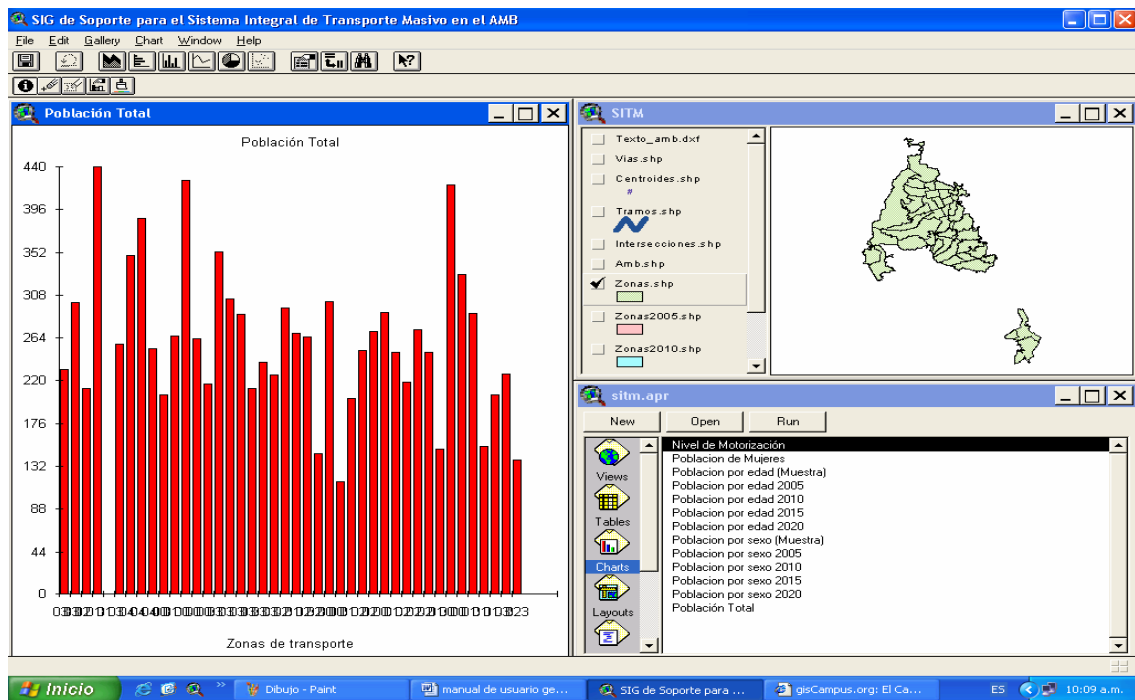
El menú **Window** muestra las ventanas activas de diferente forma, es conveniente dar la opción Tile para ver en la pantalla todas las ventanas activas.



El menú **SITM** muestra la población por zona y el nivel de motorización (número de autos), en Acerca se muestra un diálogo de presentación

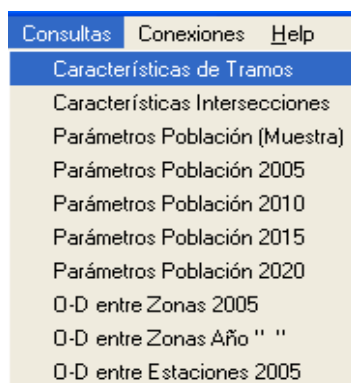


Población total por zona

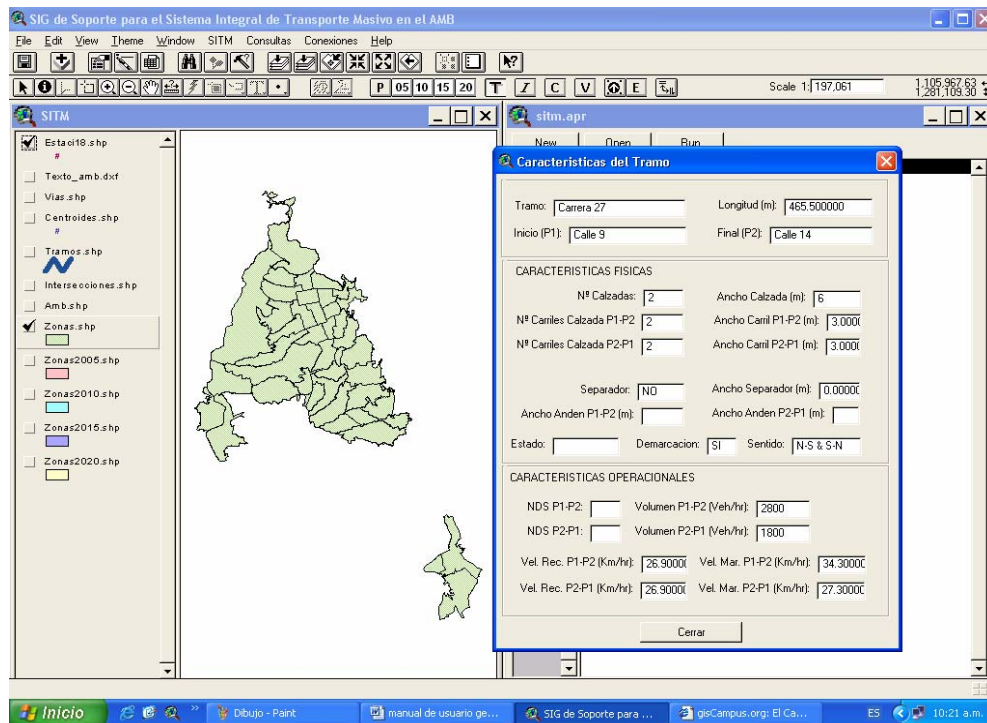


El menú **Consultas** muestra las posibles consultas que se pueden realizar, basta con seleccionar una de ellas y activar la vista correspondiente, posteriormente se da clic en el mapa para obtener la información requerida.

La forma de realizar cada una de las consultas se explica más adelante en CONSULTAS.



Si se desea consultar la información de un tramo en particular se da clic en Características de tramos, luego se abre una caja de diálogo que muestra las características del tramo seleccionado



Características intersecciones

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

INTERSECCION: Calle 45_Cra 15

Hora Pico = 11:30 am - 12:30 pm Sentido Pico = N - S

CAPACIDADES		NIVELES DE SERVICIO	
N - S =	2414	N - S =	C
S - N =	2134	S - N =	D
E - W =	2049	E - W =	C
W - E =	1419	W - E =	F

PENDIENTES

N - S (%) = -3.490 E - W (%) = 3.490
 S - N (%) = 1.7500 W - E (%) = -3.490

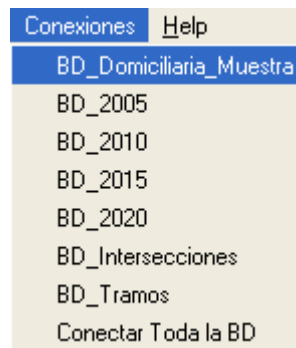
OPERACION DE LA INTERSECCION

Demoras en Interseccion (Seg/Veh) = 61,000000 **ESQUEMA**
 NDS en Interseccion = F **FOTOGRAFIA**

Cerrar

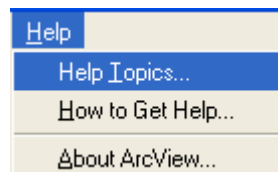
De igual manera para la consulta que se requiera.
















El menú **Conexiones** se utiliza para importar la base de datos creada en Access y dependiendo de la información se quiera cargar se da clic sobre la que se desee. De esta forma puede conectar toda la Base de Datos





Las Conexiones deben realizarse antes de cualquier consulta siempre y cuando la base de Datos haya sido modificada.

El menú **Help** sirve de ayuda es decir proporciona herramientas de búsqueda



	Botón que abre la tabla del tema que este activo
	Botón de búsqueda del tema seleccionado
	Botón de búsqueda avanzada
	Botón para enfocar la vista completa de los temas, Por ejemplo, si ha enfocado un par de veces su vista, puede hacer clic en este botón si desea ver la vista completa de nuevo.
	Botón para enfocar la extensión de los tema activos en su vista
	Botón para enfocar características seleccionadas. Enfoca la extensión de las características seleccionadas actualmente en los temas activos.
	Botón de enfoque. Enfoca desde el centro de una vista.
	Botón de alejamiento. Se aleja desde el centro de una vista.
	Botón para ir al enfoque anterior. Vuelve a la anterior extensión que usted tenía en su vista. Puede usar esta opción para volver los últimos cinco pasos.
	Botón para desactivar la ultima selección hecha.
	Botón de ayuda
	Botón de selección
	Botón de información
	Herramienta para enfocar. Para enfocar en el centro de una posición en particular en la vista, se hace clic en esta posición una vez seleccionada esta herramienta. Para ampliar un área en particular en la vista, arrastre una caja con esta herramienta sobre el área que se desee enfocar.
	Herramienta de alejamiento. Similar a la herramienta para enfocar pero se aleja desde la posición en cual se hace clic o el área seleccionada.

	Herramienta pan. Permite mover la vista, arrastrando la pantalla en cualquier dirección con el ratón.
	Medir. Este botón se utiliza para tomar distancias entre dos o más puntos.

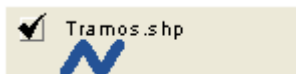
Los demás botones se explican posteriormente a medida que se realizan las consultas.

4.6.3. Consultas

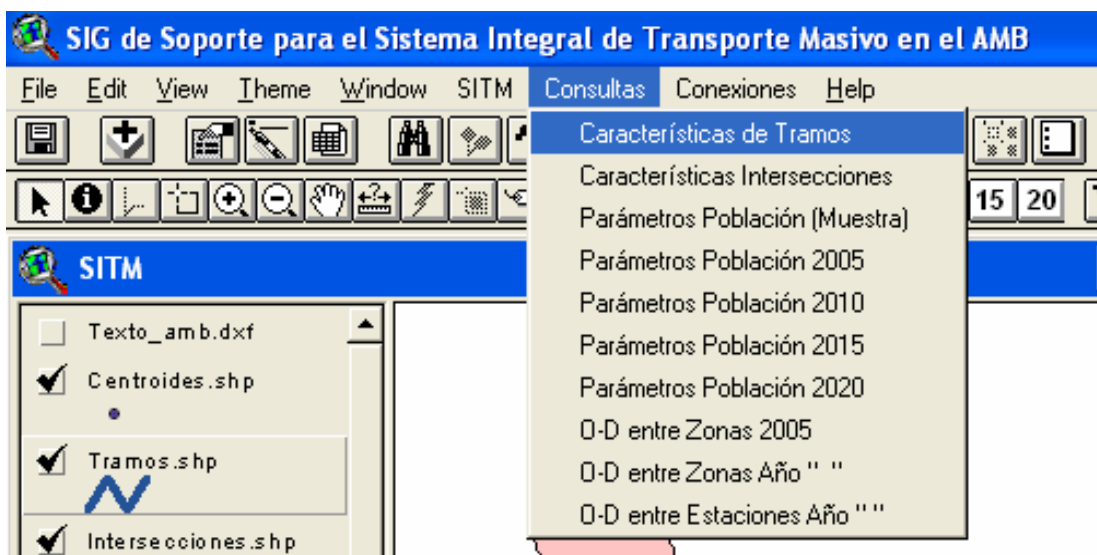
4.6.3.1. Características Físicas y de Operación en Tramos


Para realizar esta consulta se puede acceder desde el menú o desde el botón

Se debe activar el shape de tramos, para visualizar la selección.



En el menú Consultas se selecciona la opción Características de Tramos.

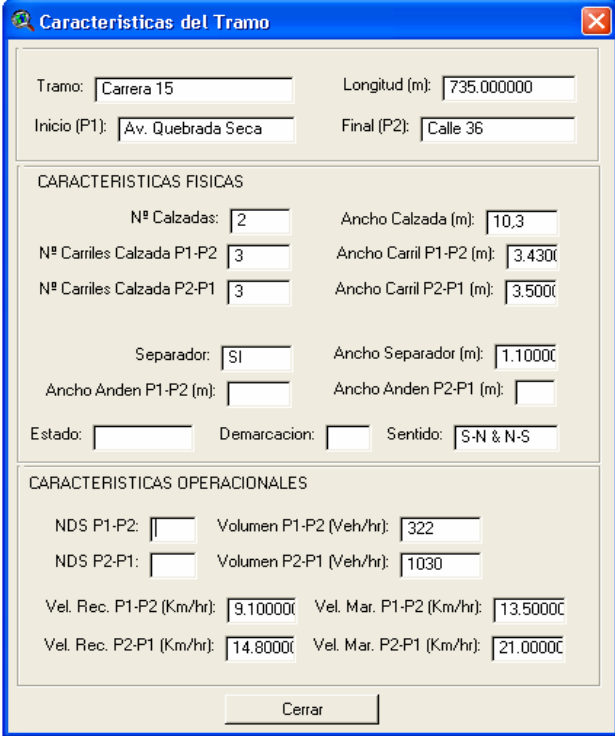


Se puede también abrir la consulta desde el  botón

Características_tramos

Esta consulta permite acceder al cuadro de dialogo de Tramo, en el cual se visualiza la información del tramo seleccionado, mostrando tanto sus características físicas como sus características de operación.

Se selecciona en el mapa el tramo que se quiere consultar, a continuación se muestra el cuadro de dialogo:



Características del Tramo

Tramo: Carrera 15 Longitud (m): 735.000000
Inicio (P1): Av. Quebrada Seca Final (P2): Calle 36

CARACTERISTICAS FISICAS

Nº Calzadas:	2	Ancho Calzada (m):	10,3
Nº Carriles Calzada P1-P2	3	Ancho Carril P1-P2 (m):	3.4300
Nº Carriles Calzada P2-P1	3	Ancho Carril P2-P1 (m):	3.5000
Separador:	SI	Ancho Separador (m):	1.10000
Ancho Anden P1-P2 (m):		Ancho Anden P2-P1 (m):	

Estado: Demarcacion: Sentido: S-N & N-S

CARACTERISTICAS OPERACIONALES

NDS P1-P2:		Volumen P1-P2 (Veh/hr):	322
NDS P2-P1:		Volumen P2-P1 (Veh/hr):	1030
Vel. Rec. P1-P2 (Km/hr):	9.10000	Vel. Mar. P1-P2 (Km/hr):	13.5000
Vel. Rec. P2-P1 (Km/hr):	14.8000	Vel. Mar. P2-P1 (Km/hr):	21.0000

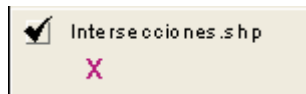
Cerrar

Para que en la tabla y en el mapa no quede seleccionado el tramo señalado se recomienda dar clic en el botón cerrar que aparece al final del cuadro de dialogo.

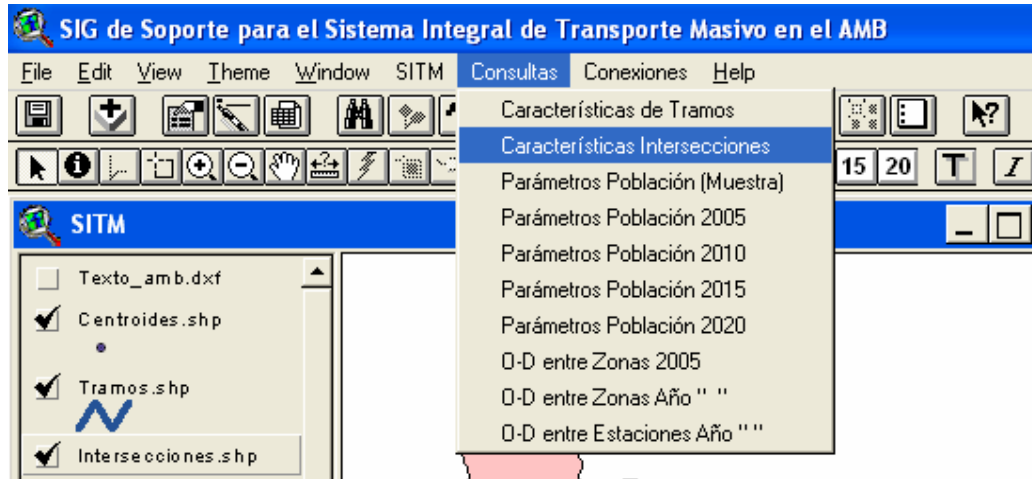
4.6.3.2. Características Físicas y de Operación en Intersecciones

Para realizar esta consulta se puede acceder desde el menú o desde el botón

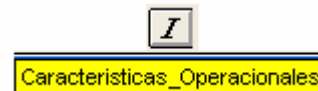
Se debe activar el shape de intersecciones, para visualizar la selección.



En el menú Consultas se selecciona la opción Características de Intersecciones.



Se puede también abrir la consulta desde el botón



Esta consulta permite acceder a las características operacionales de cada intersección por medio de un cuadro de dialogo, donde se observa la capacidad y el nivel de servicio, la pendiente y demás características de la intersección señalada.

Luego se pica en el punto o símbolo que representa la intersección de la cual se desee tener información.

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

INTERSECCION: QdaSeca_Cra 15

Hora Pico = 6:45 am - 7:45 am, Sentido Pico = S - N

CAPACIDADES		NIVELES DE SERVICIO	
N - S =	1548	N - S =	C
S - N =	1699	S - N =	D
E - W =	1255	E - W =	D
W - E =	2288	W - E =	C

PENDIENTES

N - S (%) = -7.000 E - W (%) = 8.750
 S - N (%) = -6.000 W - E (%) = -6.000

OPERACION DE LA INTERSECCION

Demoras en Interseccion (Seg*Veh) = 26.670000
 NDS en Interseccion = D

Haciendo clic en el botón de esquema se visualiza la intersección de forma gráfica, igualmente sucede con el botón fotografía, el cual muestra la foto de la intersección respectiva.

SIG de Soporte para el Sistema Integral de Transporte Masivo en el AMB

File Edit View Theme Surface Graphics Window SITM Consultas Conexiones Help

Scale 1:25,973

SITM

- Texto_amb.dxf
- Vias.shp
- Centroides.shp
- Tramos.shp
- Intersecciones.shp
- Amb.shp
- Zonas.shp
- Zonas2006.shp
- Zonas2010.shp
- Zonas2016.shp
- Zonas2020.shp

CARACTERÍSTICAS OPERACIONALES

INTERSECCION: Calle 45_Cra 15

Hora Pico = 11:30 am - 12:30 pm, Sentido Pico = N - S

CAPACIDADES		NIVELES DE SERVICIO	
N - S =	2414	N - S =	C
S - N =	2134	S - N =	D
E - W =	2049	E - W =	C
W - E =	1419	W - E =	F

PENDIENTES

N - S (%) = -3.490 E - W (%) = 3.490
 S - N (%) = 1.750 W - E (%) = -3.490

OPERACION DE LA INTERSECCION

Demoras en Interseccion (Seg*Veh) = 51.000000
 NDS en Interseccion = F

C:\sitm\Fotos\Calle45_Cra15_2.bmp

C:\sitm\imagenes\K15C45.bmp





CARRERA 15

Al finalizar la consulta se recomienda dar clic en el botón cerrar que aparece al final del cuadro de dialogo.

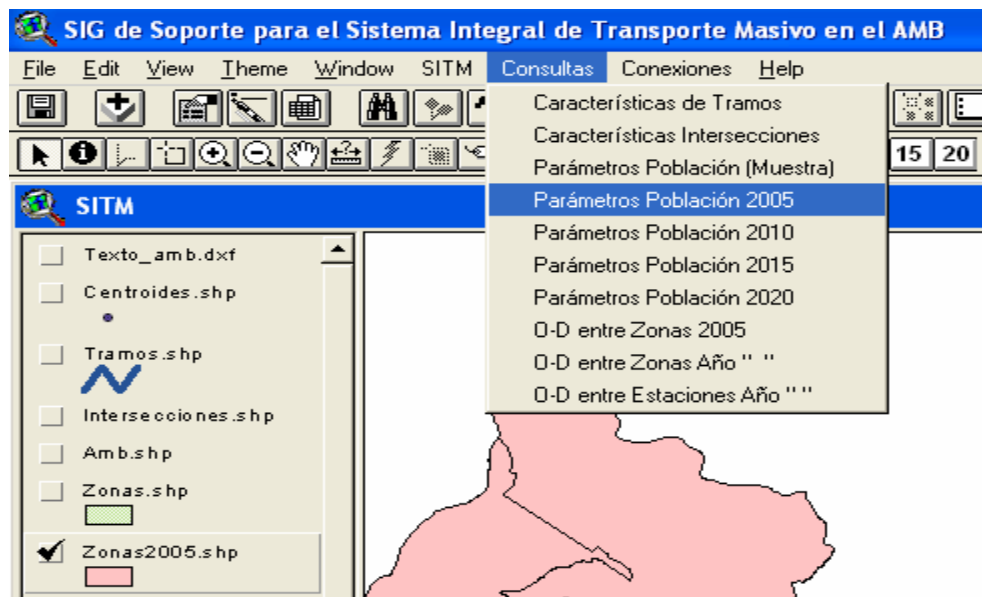
4.6.3.3. Parámetros Socioeconómicos de la población

Para realizar esta consulta se puede acceder desde el menú o desde el botón

Se debe seleccionar el shape de Zonas correspondiente al año que desee analizar para visualizar la selección

SHAPE	
<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas2005.shp 
<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas2010.shp 
<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas2015.shp 
<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas2020.shp 

Se selecciona en el menú Consultas y el ítem Parámetros Población según el año deseado.

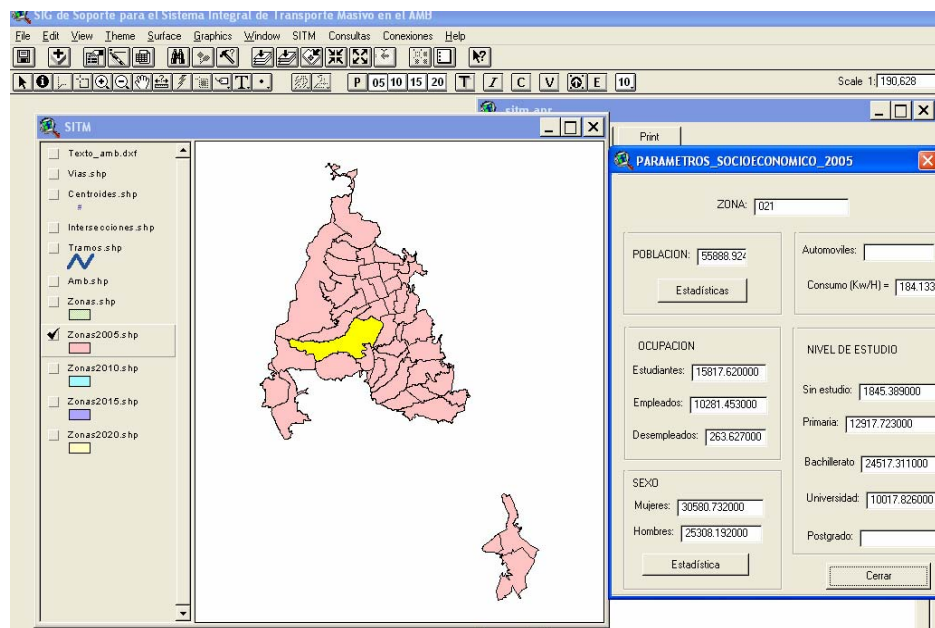


También se pueden utilizar los siguientes botones:



P	Muestra los parámetros socioeconómicos de los datos recolectados en la muestra.
05	Muestra los parámetros socioeconómicos de los datos recolectados proyectados al año 2005.
10	Muestra los parámetros socioeconómicos de los datos recolectados proyectados al año 2010.
15	Muestra los parámetros socioeconómicos de los datos recolectados proyectados al año 2015.
20	Muestra los parámetros socioeconómicos de los datos recolectados proyectados al año 2020.

Luego de activar el botón y el shape respectivo se puede consultar la información en la zona escogida haciendo clic sobre el mapa.



Se despliega entonces una caja de diálogo que muestra la información socioeconómica de la respectiva zona y el año correspondiente seleccionado.

PARAMETROS_SOCIOECONOMICO_2005

ZONA: 021

POBLACION: 55888.92

Automoviles:

Consumo (Kw/H) = 184.133

Estadísticas

OCUPACION

Estudiantes: 15817.620000

Empleados: 10281.453000

Desempleados: 263.627000

NIVEL DE ESTUDIO

Sin estudio: 1845.389000

Primaria: 12917.723000

Bachillerato: 24517.311000

Universidad: 10017.826000

Postgrado:

SEXO

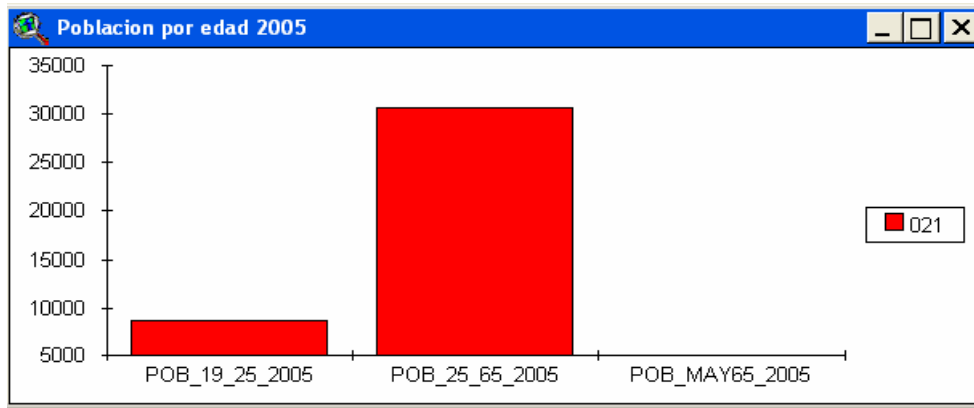
Mujeres: 30580.732000

Hombres: 25308.192000

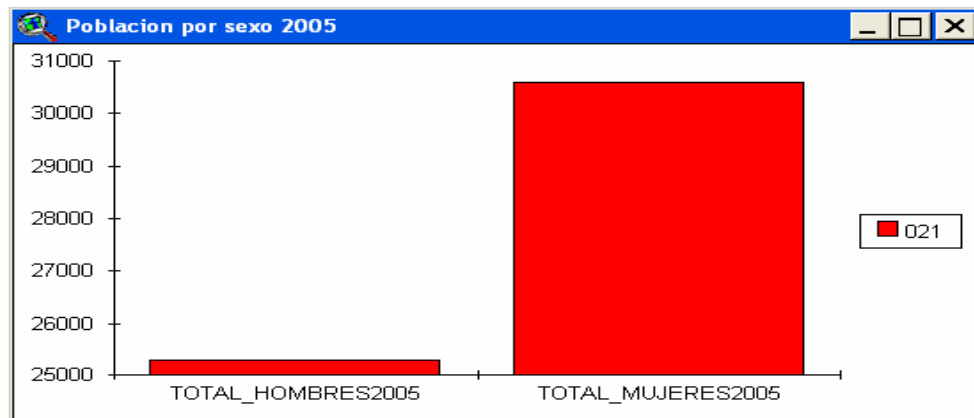
Estadística

Cerrar

Haciendo clic en el botón de Estadísticas, asociado a población se visualiza el siguiente Chart en diagrama de barras:



Haciendo clic en el botón de Estadística, asociado a sexo se visualiza el siguiente Chart en diagrama de barras:

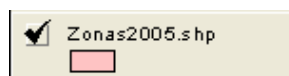


Al finalizar la consulta se hace clic en el botón Cerrar de la caja de diálogo para salir de la aplicación y desactivar la selección.

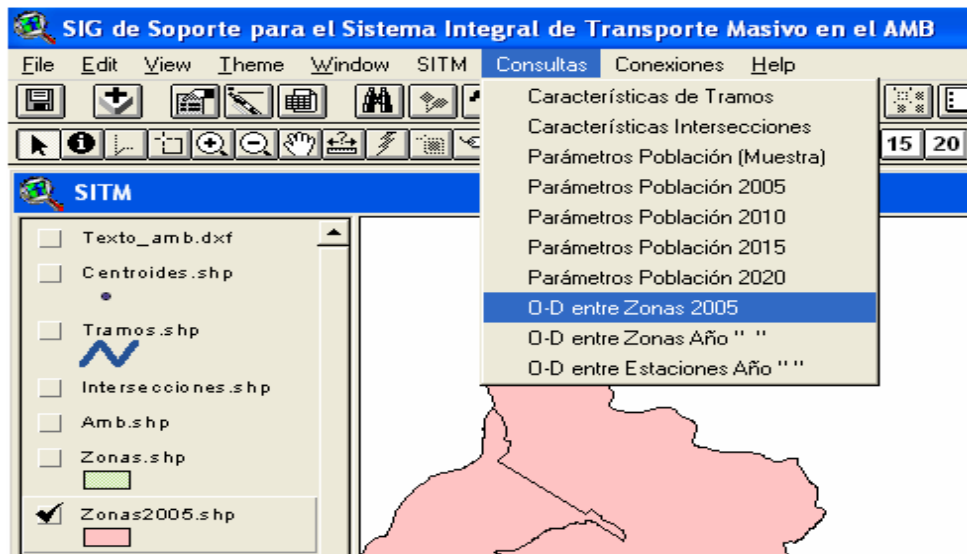
4.6.3.4. Origen-Destino entre Zonas 2005

Para realizar esta consulta se puede acceder desde el menú o desde el botón

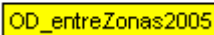
Se debe seleccionar el shape Zonas 2005, para visualizar la selección



En el menú Consultas se selecciona la opción O-D entre Zonas 2005.



Se puede también abrir la consulta desde el  botón.



La consulta permite visualizar los viajes que se presentan entre cada par de Zonas del AMB para el año 2005, discriminando a la vez entre viajes realizados en bus, auto y totales.

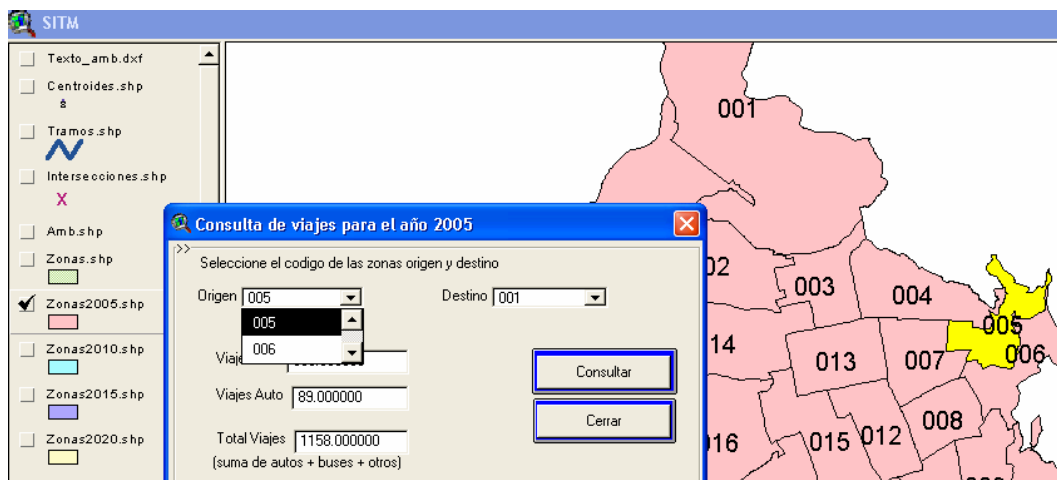
Origen	001	Destino	001
Viajes Bus	155.000000		
Viajes Auto	0.000000		
Total Viajes	232.000000		

(suma de autos + buses + otros)

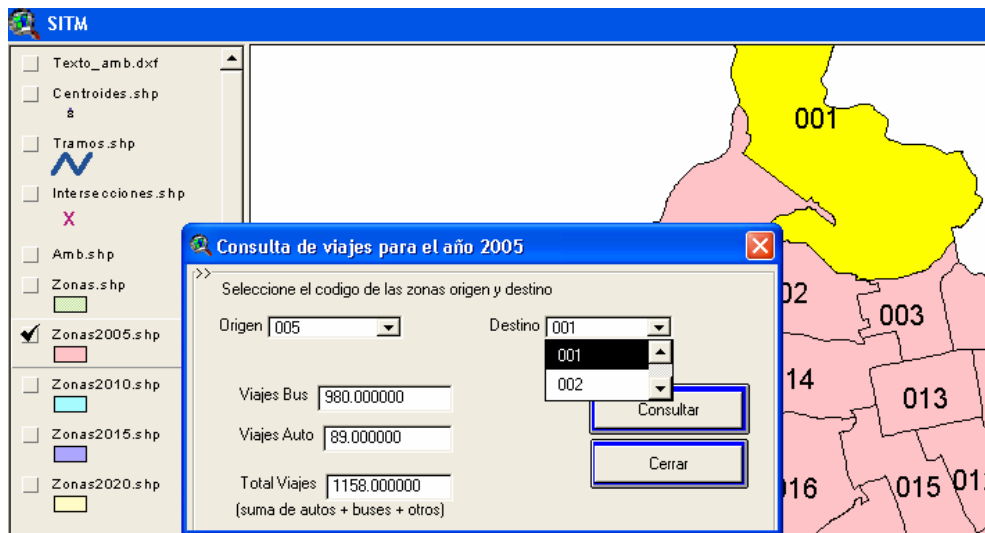
Esta ventana está conformada por dos listas desplegables (**Origen** y **Destino**), tres cajas de texto que corresponden a los respectivos viajes, en bus, en auto y los viajes totales, que incluyen a los anteriores y otros medios

como motocicleta, a pie o bicicleta; además de los dos botones **Consultar** y **Cerrar**. Para realizar la consulta se requiere seleccionar en las dos listas desplegables una zona origen y otra zona destino, con la ventaja de que al momento de realizar la selección tanto de Origen como de Destino se iluminarán en el tema en el orden en el que se seleccionen, si se selecciona primero el Origen se iluminará el Origen e inmediatamente se seleccione el Destino se apaga la selección de Origen y se enciende la de destino.

Paso 1: Escoger la zona Origen

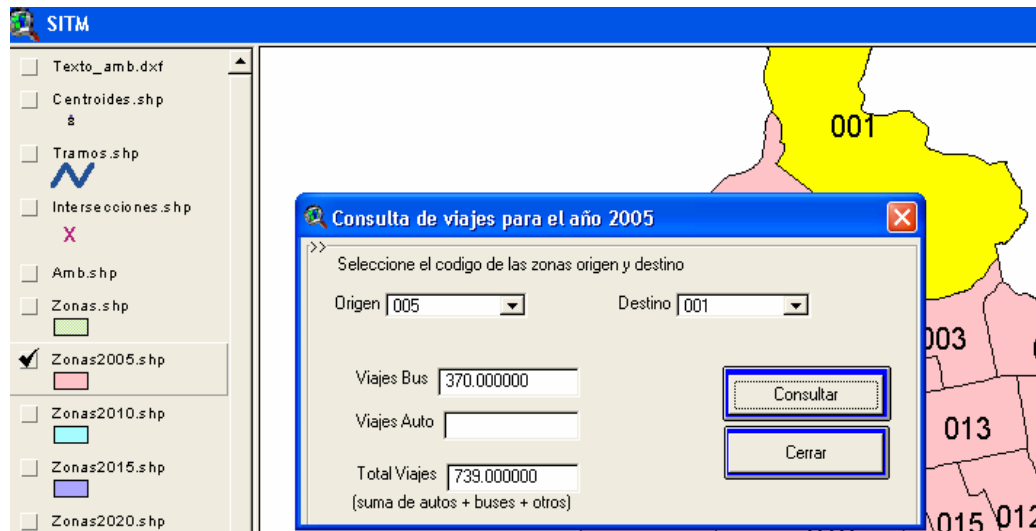


Paso 2: Escoger la Zona Destino



Como se puede observar para este caso se ha seleccionado la zona 005 como Origen y la zona 001 como destino, para culminar la consulta se pulsa el botón consultar e inmediatamente se ejecuta la búsqueda de los viajes.

Paso 3: Clic en Consultar



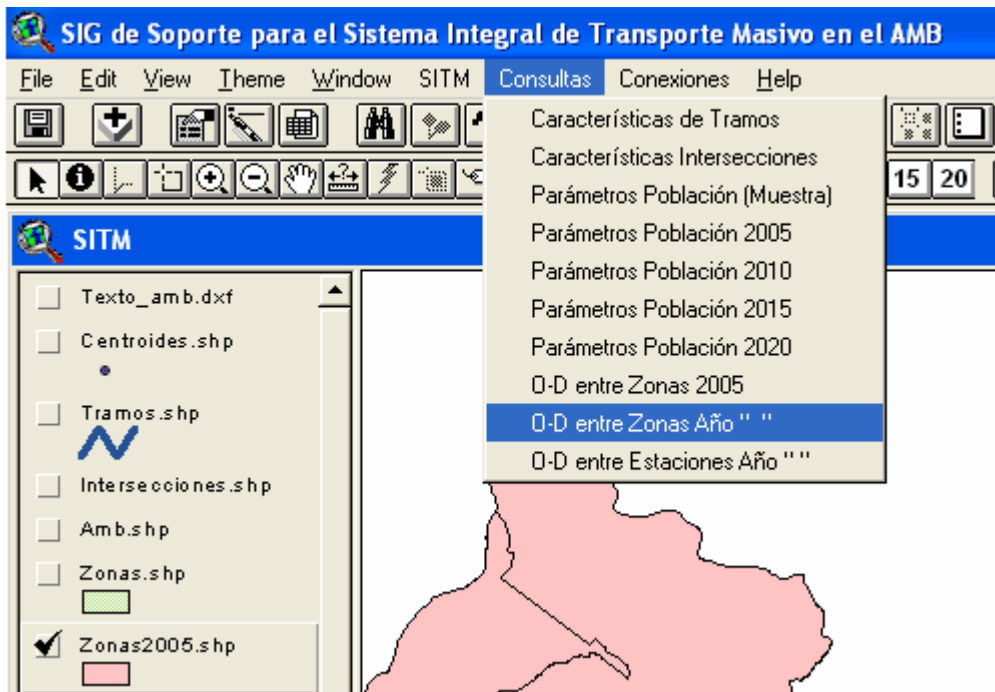
Para salir de la consulta se oprime Cerrar y se vuelve a la vista.

4.6.3.5. Origen-Destino entre Zonas Año “ “

Para realizar esta consulta se puede acceder solo desde el menú Consultas, se selecciona la opción O-D entre Zonas Año “ “.

Se debe activar el shape del año escogido para visualizar la selección.

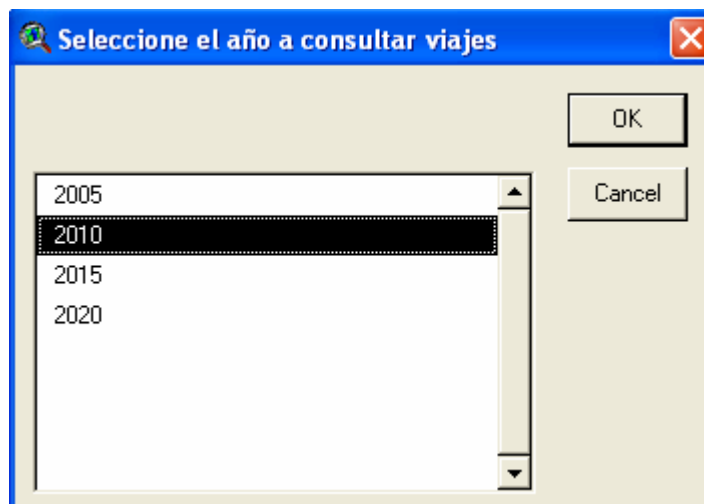
La consulta tiene el mismo fin que la consulta O-D entre Zonas 2005, ya que retorna el número de viajes entre pares de zonas Origen-Destino, sin embargo solo se registran datos de viajes totales, pero permitiendo realizar la consulta para periodos diferentes de tiempo(2005, 2010, 2015, 2020).



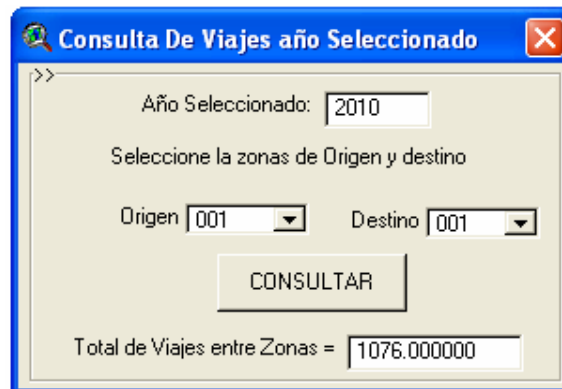
Consecuentemente con el clic en la consulta en cuestión se despliega una lista de opción que permite escoger el año a consultar viajes.

Luego se escoge el año, que para este caso es 2010 y se da clic en OK, si no se desea realizar la consulta, simplemente se cancela

Paso 1: Seleccionar el año a consultar viajes



Al realizar la selección del año aparece un cuadro de diálogo muy similar al presentado en la consulta O-D entre Zonas 2005. Cabe notar que por defecto estos cuadros abren siempre entre la zona 001.

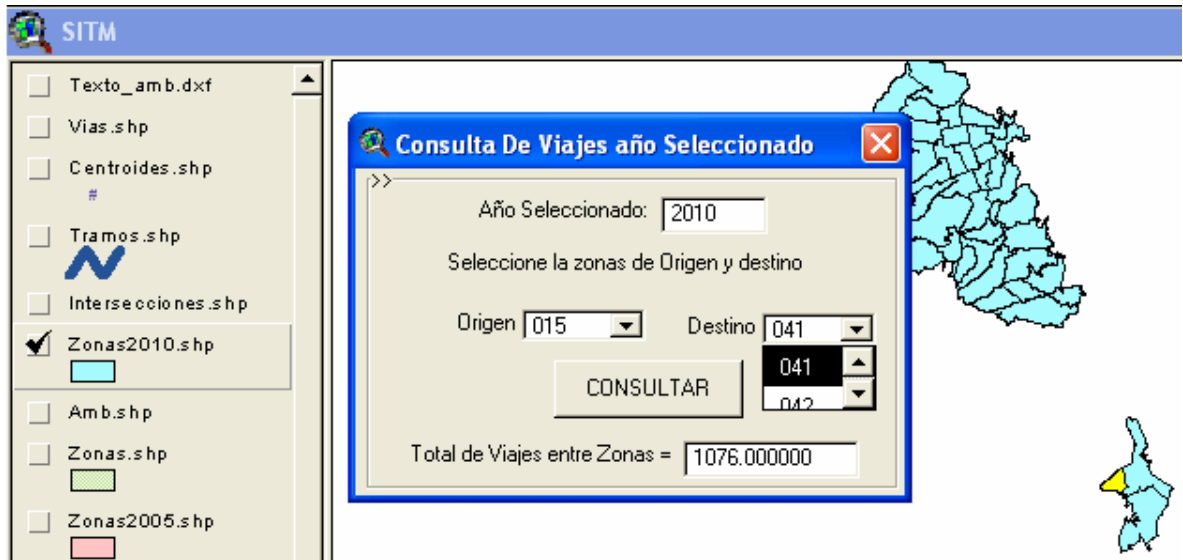


El cuadro de diálogo está compuesto en la cabecera por una caja de texto **Año Seleccionado** donde se corrobora el año seleccionado en el primer diálogo, seguidamente por dos listas desplegables (**Origen** y **Destino**) las cuales corresponden al par de zonas que se seleccione como Origen y Destino, el botón de **Consultar**, y por último otra caja de texto donde aparece el **Total de Viajes entre Zonas**.

Paso 2: Seleccionar la Zona Origen



Paso 3: Escoger la Zona Destino



Para realizar la consulta se escoge la Zona Origen y la Zona Destino en la lista desplegable, que para este caso son la 015 y 041 respectivamente, ofreciendo la ventaja de poder verificar espacialmente si las zonas que se tomen como origen y destino sean las deseadas.

Por último se da clic en el botón consultar para ejecutar la búsqueda que arroja el resultado de los viajes totales entre el par de zonas escogido.







Terminada la consulta se puede cerrar el diálogo y volver a la vista.

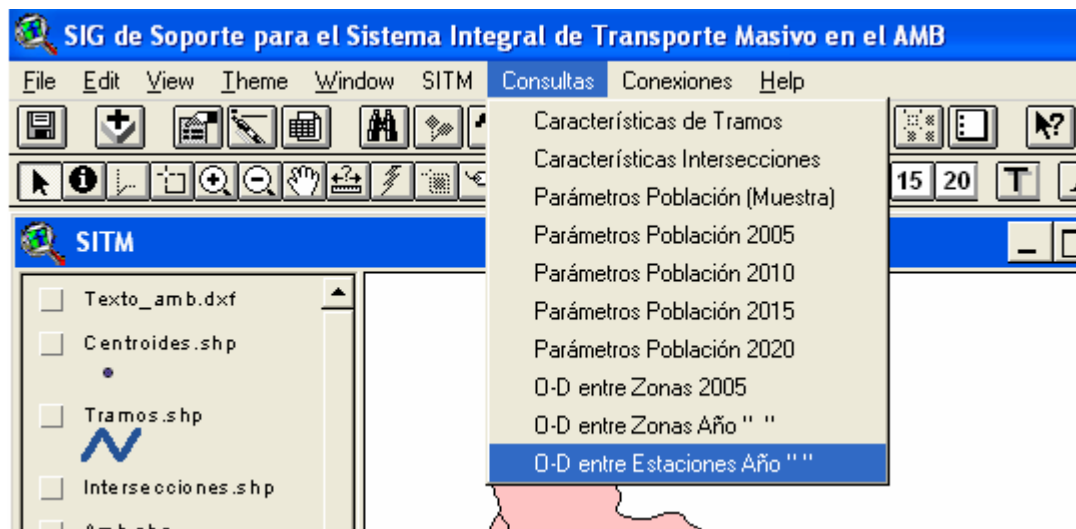
4.6.3.6. Origen–Destino entre Estaciones Año “ ”

Para realizar esta consulta se puede acceder desde el menú o desde el botón

Se debe seleccionar el shape de Zonas correspondiente al año que desee analizar para visualizar la selección

SHAPE	
<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas2005.shp 
<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas2010.shp 
<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas2015.shp 
<input checked="" type="checkbox"/>	Zonas2020.shp 

Se selecciona en el menú Consultas y el ítem O-D entre Estaciones Año “ ”

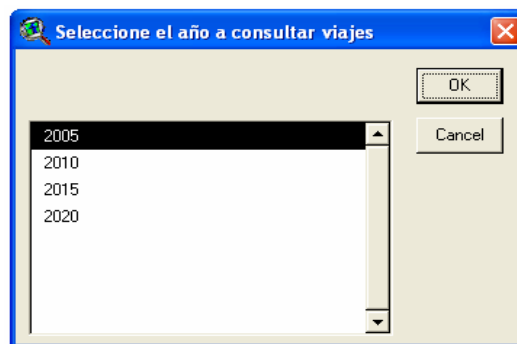


También se puede acceder a la consulta a través del botón

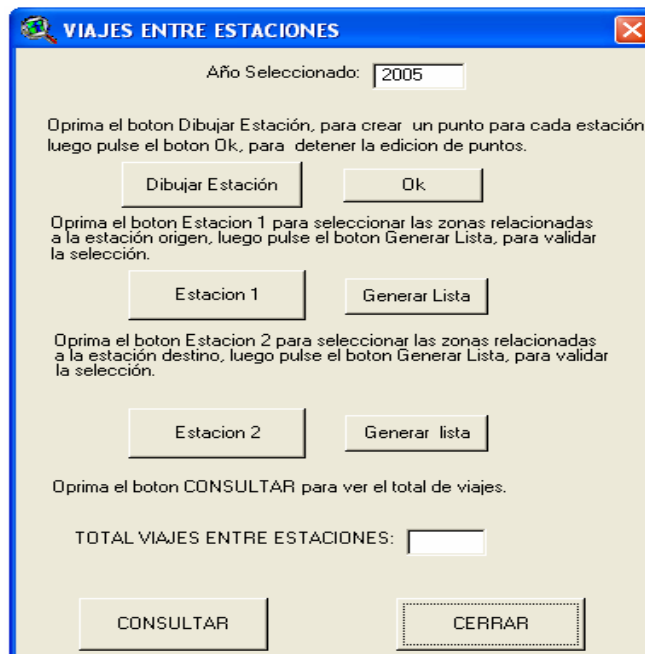


La consulta de Viajes Origen – destino entre estaciones o “polos de atracción de viajes” consiste en generar dos puntos de atracción de viajes y a estos asignar unas zonas para posteriormente calcular el número de viajes entre dichos puntos. Esta consulta se ha realizado para calcular los viajes para el año en curso, es decir para el año 2005.

Luego se escoge el año y se da clic en OK, si no se desea realizar la consulta, simplemente se cancela

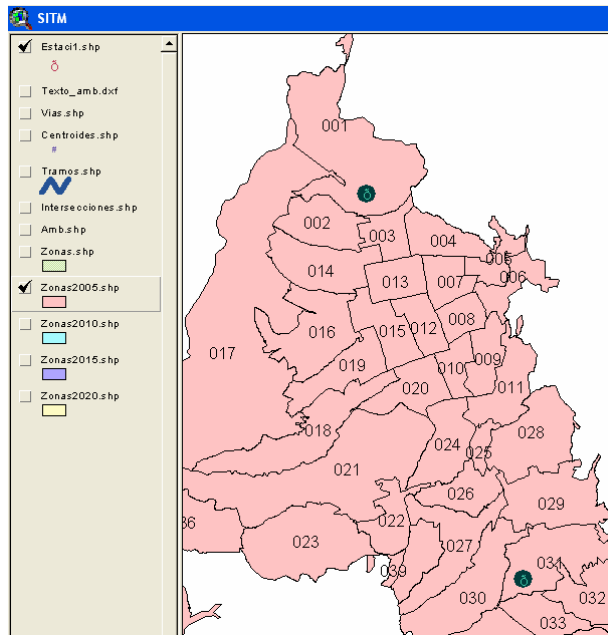


A continuación se despliega una caja de Diálogo con la cual se interactúa para hacer la consulta.

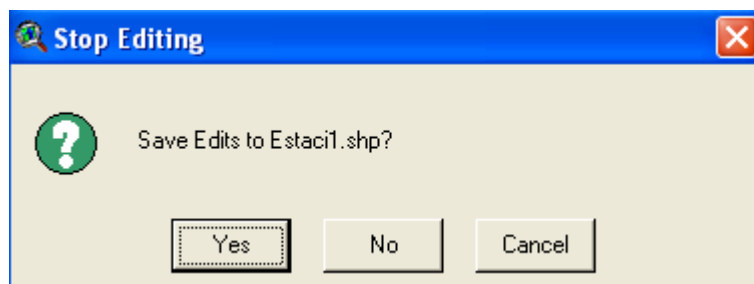


Se oprime el botón “Dibujar Estación” para generar los puntos Origen y Destino de las estaciones.

Posteriormente se dibujan los 2 puntos en el mapa, como se observa en la figura.

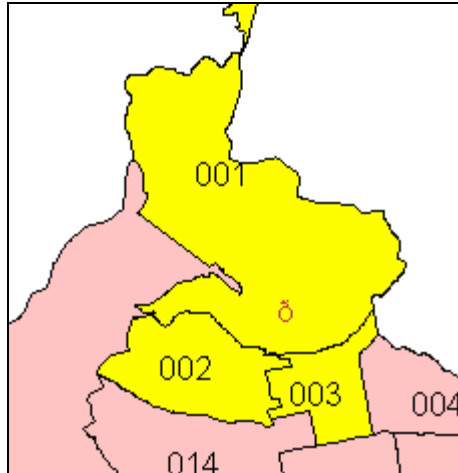


Se oprime el botón “Ok” para detener la generación de puntos, al hacer esto se abre una ventana que pregunta si se desea guardar la edición de estos puntos, se oprime ENTER o se da clic en “Yes”.

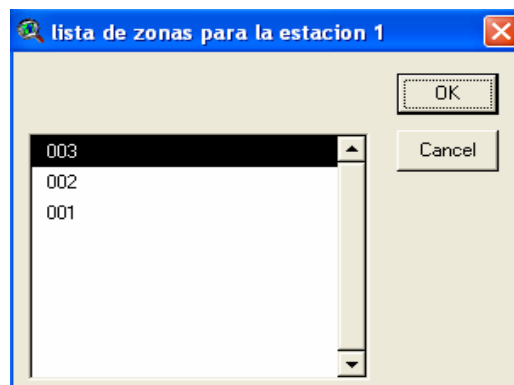


Se oprime el botón “Estación 1” para asignar las zonas que tendrán este punto en común para el arribo de pasajeros (Origen), basta con seleccionar

una zona para iluminarla en el mapa, si son varias zonas se mantiene presionada la tecla SHIFT mientras se realiza la asignación de zonas.



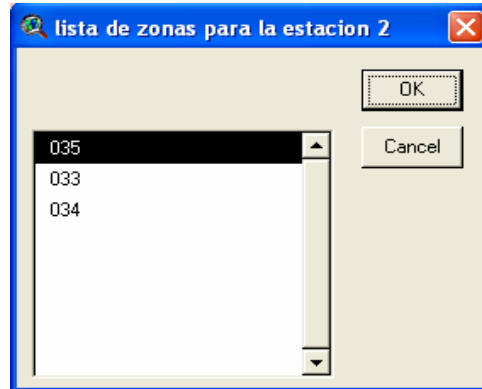
Se presiona el botón “Generar lista” para validar la asignación de las zonas seleccionadas a la Estación 1.



Si se acepta la selección se presiona OK.

Se oprime el botón “Estación 2” para asignar las zonas que tendrán este punto en común para la llegada de pasajeros (Destino), se selecciona primero una zona que esté influenciada por esta estación y las demás se seleccionan manteniendo presionada la tecla SHIFT hasta completar la asignación de zonas.

Se presiona el botón “Generar lista” para validar la asignación de las zonas seleccionadas a la Estación 2.



Si se acepta la selección se presiona OK.

Se oprime el botón “CONSULTAR” para calcular los viajes que van de la Estación 1 a la Estación 2.

TOTAL VIAJES ENTRE ESTACIONES: 2759

Notas:

- Si no se desean dibujar las estaciones pueden obviarse los pasos 3 y 4.
- Cada vez que genere o dibuje estaciones se creará un nuevo tema, pero pueden eliminarse si no se requieren.
- Si se desea cambiar las zonas asignadas ya sea a la estación 1 ó a la estación 2, basta con dar clic en los botones “Estación 1” o “estación 2” y hacer de nuevo la selección y posteriormente la consulta.

Terminada la consulta se puede cerrar el diálogo y volver a la vista.

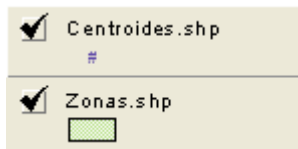
4.6.3.7. Centroides de Zonas

Para realizar esta consulta se puede acceder desde el botón.



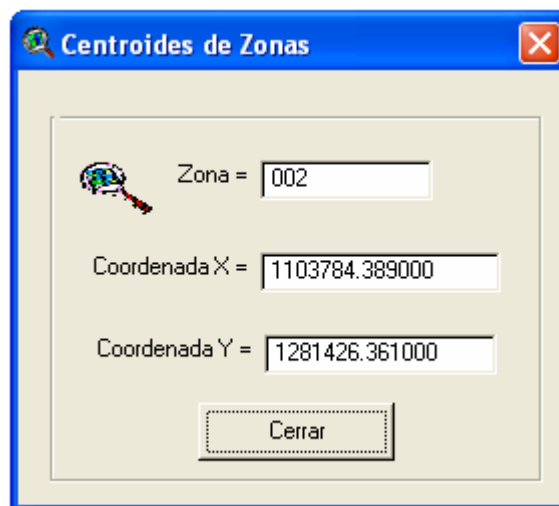
Centroides_Zonas

Se debe seleccionar el shape Zonas y el de centroides, para visualizar la selección.



La consulta permite visualizar un cuadro de dialogo en el cual se muestra información sobre la zona seleccionada y la ubicación de su centroide con coordenadas cartesianas (X, Y).

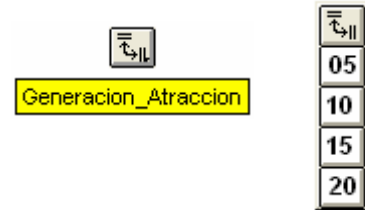
Se selecciona en el mapa el centroide de la zona que se quiere consultar, a continuación se muestra el cuadro de dialogo.







Terminada la consulta se puede cerrar el diálogo y volver a la vista.


4.6.3.8. Generación y Atracción de Viajes por Zona

Para realizar esta consulta se puede acceder desde el botón desplegable, según el año del cual se desea la información.

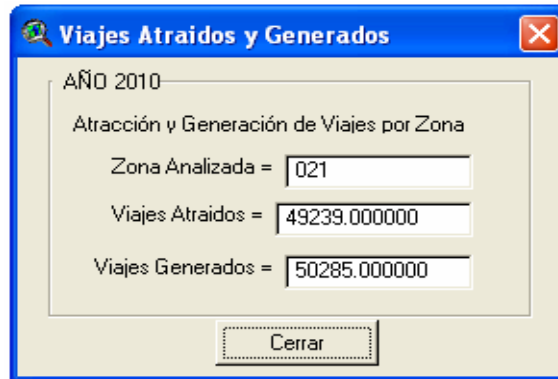


Se debe seleccionar el shape según el año a consultar, para visualizar la selección

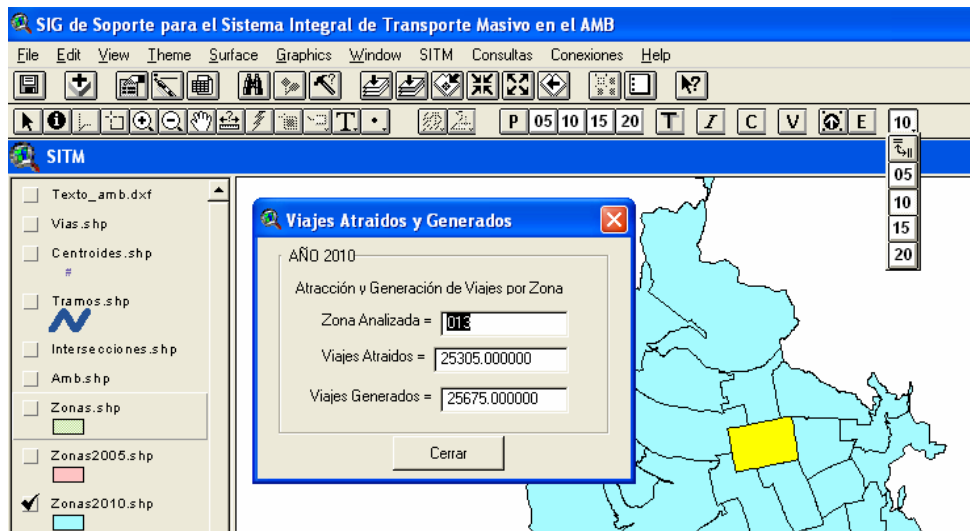
BOTON	SHAPE
05	<input checked="" type="checkbox"/> Zonas2005.shp 
10	<input checked="" type="checkbox"/> Zonas2010.shp 
15	<input checked="" type="checkbox"/> Zonas2015.shp 
20	<input checked="" type="checkbox"/> Zonas2020.shp 

BOTON	ACCION
	Despliega 4 diferentes opciones para viajes generados y atraídos por zona.
05	Permite visualizar un cuadro de dialogo en el cual se muestra información sobre la zona analizada y los viajes generados y atraídos por zona para el año 2.005.
10	Permite visualizar un cuadro de dialogo en el cual se muestra información sobre la zona analizada y los viajes generados y atraídos por zona para el año 2.010.
15	Permite visualizar un cuadro de dialogo en el cual se muestra información sobre la zona analizada y los viajes generados y atraídos por zona para el año 2.015.
20	Permite visualizar un cuadro de dialogo en el cual se muestra información sobre la zona analizada y los viajes generados y atraídos por zona para el año 2.020.

Luego se selecciona en el mapa la zona que se quiere consultar, a continuación se muestra el cuadro de dialogo.



A continuación se muestra el programa con el botón desplegado y la zona de la cual se consulta la información de los viajes atraídos y generados para el año 2010,



Terminada la consulta se puede cerrar el diálogo y volver a la vista.

CONCLUSIONES

- Se realizó la recolección de datos de información socioeconómica y de viajes de la población en las 38 zonas restantes. En total se obtuvo una muestra de 2577 encuestas en el Área Metropolitana, lo cual se considera una muestra representativa, alcanzando una cobertura del 90%. Durante la obtención de la información en campo se presentaron grandes inconvenientes en los estratos altos (5 y 6) por renuencia de la fuente.
- Los resultados obtenidos con el estudio puntual de Sube y Baja, aunque no son similares a los presentados por SAIP y no deben serlo por ser otro muestreo, conservan una tendencia clara en el abordaje y desembarco de pasajeros a lo largo de los tramos en estudio, poseen concordancia entre los puntos de mayor ascenso y descenso a lo largo del trazado de la ruta (**Ver Figura 6**), teniendo en cuenta el desfase en tiempo de los dos estudios, se observa la conservación del comportamiento debido en parte a que no han surgido nuevas rutas que puedan afectar la oferta del servicio considerablemente.
- Al realizar la comparación de los resultados obtenidos en los aforos de volúmenes de tránsito entre los estudios de SAIP y los determinados en este proyecto, se puede concluir que la hora pico obtenida es similar, es decir, en la jornada de la mañana aproximadamente de 06:30 a.m. a 08:00 a.m.
- Los Niveles de Servicio obtenidos son buenos para intersecciones en centros de negocios, en parte, por la presencia de cámaras de vigilancia, lo cual hace que el conductor se vea obligado a realizar maniobras de movimiento adecuadas, evitando así la congestión en el cruce.

- Las demoras de 128 seg/veh que se presentan la intersección de la Calle 45 con Cra 15 en sentido Oeste – Este se deben principalmente a la gran cantidad de vehículos que deben usar esta vía para retomar la carrera 15 y a que el tiempo en verde no es suficiente para despachar los vehículos que arriban al cruce, haciendo que se formen largas colas de vehículos en la hora pico.
- La velocidad de marcha es significativamente mayor que la de recorrido, lo cual indica que existen altas pérdidas de tiempo, generando congestión vehicular, en especial en la carrera 15 en el tramo comprendido entre la Av. Quebrada seca y la puerta del sol en sentido Sur-Norte, debido a la presencia de gran cantidad de buses y al irrespeto de las señales de tránsito tanto de conductores como de peatones.
- La velocidad óptima se da cuando la velocidad de recorrido es similar a la de marcha, para disminuir la diferencia entre estas velocidades se sugiere sincronizar los mecanismos de control de tránsito a lo largo del trayecto e implementar un sistema ordenado de transporte masivo, siendo deseable para la comodidad del usuario.
- Al realizar la comparación entre la demanda y la oferta en la diagonal 15 se observa que existe una sobreoferta, es decir, las condiciones de la vía y el manejo de la semaforización es bueno, por lo tanto en la actualidad el problema que se presenta es la mala organización de los buses y demás automóviles que obstaculizan las maniobras de manejo generando congestión vehicular.
- Se creó una base de datos con el inventario vial, algunas de las características físicas se tomaron de los estudios realizados por SAIP y la Dirección de Tránsito, y las características operacionales fueron determinadas en campo, estos resultados se observan en el SIG.

- El ensayo de calibración del modelo de gravedad, arrojó valores de correlación muy bajos, debido principalmente a que el uso de un modelo de producción de viajes como este no permite representar adecuadamente la movilidad en un área metropolitana ya que se aplica de una mejor manera en viajes por carretera.
- Teniendo en cuenta la gran información que brinda la encuesta domiciliaria, se recomienda buscar otros modelos para expresar la producción de viajes como pueden ser los de Factores de Crecimiento, a través de los cuales se escala la matriz existente de viajes (obtenida de la encuesta) y se genera una nueva matriz cuyos términos han sido afectados por los factores que se calculan con anterioridad.
- Otra solución a plantear es la de una regresión teniendo en cuenta como unidad generadora de viajes la vivienda y no la zona como tal, es decir, tratar de discretizar el planteamiento.
- Se puede pensar en alcanzar una mayor efectividad del sistema, por medio de una recepción de datos automática a través de las empresas prestadoras de servicios públicos, que permitan medir indirectamente un parámetro socioeconómico como el nivel de ingreso y así entrar a generar matrices origen-destino sin recurrir a encuestas O-D, las cuales resultan muy costosas.
- El sistema de Información diseñado cumple con las expectativas generadas ya que permite manipular el tipo de información necesaria para llevar a cabo un estudio de transporte, a través de todas las bases de datos creadas, las cuales pueden ser alimentadas en un futuro.
- Para un estudio posterior se recomienda complementar la información contenida en las bases de datos que sustentan el SIG.

- Finalmente se recomienda implementar el SIG en una plataforma más avanzada que tenga un lenguaje de programación fácil de usar, como es el caso de ArcGis 9.0.

Justificación de un sistema de Transporte Masivo

- Por razones de crecimiento poblacional y niveles de motorización en un futuro se incrementa el volumen vehicular haciendo que los niveles de servicio decaigan y se tenga mayor dificultad y tiempo en el desplazamiento.
- Al comparar las velocidades de marcha y de recorrido en los tramos, se observa que es conveniente aumentar estas velocidades debido a que la geometría de estos tramos lo permiten y así mejorar la comodidad del usuario.

BIBLIOGRAFIA

- Smith, P.J., Rao, J.N.K., Battaglia, M.P. and Daniels, D. (2004). Evaluation of adjustments for partial non-response bias in the US National Immunization Survey. *Journal of the Royal Statistical Society, A*, 167, 141-156.
- Wang, Q. and Rao, J.N.K. (2002). Empirical likelihood-based inference in linear models with missing data. *Scandinavian Journal of Statistica*, 29, 563-576.
- Aitor Smith, P.J., Rao, J.N.K., Battaglia, M.P. and Daniels, D. (2004). Evaluation of adjustments for partial non-response bias in the US National Immunization Survey. *Journal of the Royal Statistical Society, A*, 167, 141-156.
- Aitor Puerta Goicoechea (2002). Imputación basada en árboles de clasificación; EUSTAT
- LAAKSONEN, SEPPO (2001). "How to Find de Best Imputation Technique? Tests with Various Methods."; Statistics Finland.
- KUEHL, Robert O. (2001). *Diseño de Experimentos 2ª. Ed.*; Thomson Editores
- PEREZ LOPEZ, César (2000). *Técnicas de Muestreo Estadístico*. México, Alfaomega Madrid, Ra-ma.
- RAFAEL CAL Y MAYOR. *Ingeniería de Tránsito*. Editorial Representaciones y servicios de ingeniería S.A. México D.F. sexta edición. 1982. pág 160.

- BOX, Paul C. y OPPENLANDER, Joseph. Manual de estudios de ingeniería de tránsito. Editorial Representaciones y servicios de ingeniería S.A. México D.F. cuarta edición. 1985. pág 110.
- PROGRAMA DE ASISTENCIA TÉCNICA EN TRANSPORTE URBANO PARA LAS CIUDADES MEDIAS MEXICANAS. Secretaria de Desarrollo Social (SEDESOL). Tomo XII Manual de estudios de ingeniería de tránsito.
http://www.sedesol.gob.mx/subsecretarias/desarrollourbano/sancho/manuales/manuales_normativos_vialidad/Tomo12.PDF
- HIGHWAY CAPACITY MANUAL. Capítulo IX y XI. 1985
- Daganzo, C.F. (1979). Multinomial Probit. The Theory and its Applications to Demand Forecasting. Academic Press, New York.
- Domencich, T. A. y McFadden, D. (1975). *Urban Travel Demand. A Behavioral Analysis*. North Holland, Amsterdam.
- López, F. (2001). *Regulación y Subvenciones en el Transporte Público: Una Aplicación al caso de Canarias*. Tesis doctoral, Departamento de Análisis Económico Aplicado, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.
- Ortúzar, J. de D.(2000). Modelos de Demanda de Transporte. 2ª edición.
- Ortúzar, J. de D. y Willumsen, L. G. (2001). *Modelling Transport*. 3ª edición, John Wiley & Sons, Chichester.
- Tardiff (1979). A note on goodness-of-fit statistics for probit and logit models.
- Train, K. (2002). *Discrete Choice Methods with Simulation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Daly, A. (1987). Estimating “tree” logit models.

- Beckmann y estudio de Chicago (1956). Análisis estratégico de sistemas de transporte urbano.
- Lill, (1981). La ley de viajes y su empleo en el tráfico ferroviario, Viena.
- Sir Colin Buchanan (1963). *Traffic in Towns*.
- Jaibel Leonardo Peñaranda Ospina (1999), Evaluación del sistema de transporte masivo en la ciudad de Bucaramanga en su situación actual y proyectado al año 2008.
- www.caliper.com
- www.inro.ca/en/pres_pap/international/ieug04/Ponen_Mty.pdf
- www.uclm.es/cr/caminos/Publicaciones/Trabajos_Investigacion/Alejandro_Ni%C3%B1o/plan_tte_CReal.html

ANEXOS



ANEXO A

Carta de presentación

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Bucaramanga, Noviembre de 2004

Señor:
Residente
Ciudad

Ref: Colaboración para el desarrollo de un proyecto de grado

Muy cordialmente me dirijo a usted, con el fin de solicitar su colaboración en el suministro de información para la realización de un proyecto de grado dirigido por la Escuela de ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander el cual consiste en el desarrollo e implementación de un sistema de información geográfica (SIG) que sirva de soporte al estudio del transporte en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Este estudio busca brindar una herramienta útil a la comunidad que le permita conocer las características y el comportamiento de la población con respecto a su movilidad.

Su hogar ha sido seleccionado mediante procedimientos técnicos y estadísticos de muestreo, entre todos los residentes del sector como parte fundamental de este estudio, es por esto que es de vital importancia contar con su ayuda y la de todos los miembros del hogar, ya que con la información que usted nos brinde podremos modelar el comportamiento de las personas al interior de la ciudad.

La información que se recoja será completamente anónima y confidencial.

Los estudiantes a cargo de este estudio se identificarán con escarapela y con el respectivo carné que los acredita como estudiantes de la universidad, si por alguna razón en su hogar no se encuentran personas mayores de 18 años en el momento de la visita, será visitado después de las 6 p.m., cualquier inquietud comuníquese a la Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería Civil.

Las encuestas se estarán realizando durante el mes de noviembre.

Atentamente,

VICTOR MANUEL CASTELLANOS
Msc. Ingeniero de Vías y Transporte
Dir. De proyecto

GERMAN GARCÍA VERA
Ingeniero Civil
Dir. Escuela de Ingeniería Civil

Ciudad Universitaria - Carrera 27 calle 9

PBX: (7)634 4000 - FAX: (7)635 1946 - A.A. 678 - www.uis.edu.co

Bucaramanga - Colombia

ANEXO B

Formato encuesta domiciliaria

ESTUDIO DE MOVILIZACIÓN EN EL AMB	ENCUESTA DOMICILIARIA DATOS SOCIOECONÓMICOS BÁSICOS DE LOS HABITANTES DE LA VIVIENDA	UIS	FORMA N°
--	---	------------	----------

1. Datos Generales
Ubicación General de la vivienda

1. Municipio	5. Barrio	Manzana
2. Zona de análisis de transporte	6. Tipo edificación	
3. Sector	7. Casa N°	
4. Sección	8. Dirección:	

2. Estructura Familiar

9. Número de Familias Residentes	
10. Familia N°	
11. Condición dentro de la vivienda	

Características específicas de cada residente

Número Residente	Sexo	Edad	Nivel de Estudios	Ocupación	Ubicación en la familia	Licencia de Conducción	Estudia	Ingreso
12	13	14	15	16	17	18	19	20
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								

3. Características Socioeconómicas:

Vehículos	N°	Tipo	Propiedad	Quiénes lo utilizan	Vivienda	Estrato	Pertenencia	Telefono
	21	22	23	24		25	26	27
1								
2								
3								

11	13	15	16	17
1. Responsable 2. Inquilino	1. Masculino 2. Femenino	1. Sin estudio 2. Primario 3. Bachillerato 4. Técnico 5. Universidad 6. Postgrado 7. Otros 8. No responde	1. Empresarios, directivos y pro 2. Trabajador Independiente 3. Empleado 4. Obrero 5. Personal de servicio domestico 6. Trabajador Ocasional 7. Estudiante 8. Fuerzas Armadas	3. Jubilado y no trabaja 10. Ama de Casa 11. Desempleado/trabaja por primer: 12. No trabaja
18	19	20	22	23
1. Posee licencia 2. No posee lice	1. Estudia actualmente 2. No estudia	1. No responde 2. 0-400.000 3. 400.000-600.000 4. 600.000-1.000.000 5. 1.000.000-1.800.000 6. 1.800.000-3.000.000 7. 3.000.000-5.000.000 8. Mayor a 5.000.000 9. No devenga	1. Automóvil 2. Camioneta 3. Pickup o Van 4. Camión 5. Motocicleta 6. Bicicleta 7. Otros	1. Particular 2. Empresa 3. Gobierno 4. Taxi propio 5. Otros
26				
1. Propia 2. En curso de pago 3. Arrendada 4. Prestada				

OBSERVACIONES:

Fuente: Diseño e implementación de un sistema de información de soporte para el plan integral de transporte masivo en el AMB. Fase I.

Formato diario de viajes

ESTUDIO PARA EL TRANSPORTE MASIVO DEL AMB				ENCUESTA DOMICILIARIA				DIARIO DE VIAJES				UIS		FORMA N°			
Z.E.T.		SECTOR:		SECCIÓN:		BARRIO:		MANZANA:		CASA N°:		DIRECCIÓN:					
VIAJES																	
PERSONA N°	MEDIO 1	ORIGEN				HORA DE SALIDA	DESTINO				HORA DE LLEGADA	PROPO-SITO 2	FRECUENCIA (días/sem)	TRASBORDO		COD	
		DIRECCIÓN		BARRIO			DIRECCIÓN		BARRIO					DIRECCIÓN	BARRIO	O	D
OBSERVACIONES:												FECHA VISITAS:		1º: / /		2º: / /	
ENCUESTADOR:				FIRMA:				COORDINADOR:									
1								2									
1. Bus				6. Automovil-conductor				1. Hogar				7. Dejar/buscar algu.					
2. Colectivo/ejecutivo				7. Automovil-pasajero				2. Trabajo				8. Social					
3. Taxi				8. Bicicleta				3. Estudio				9. Salud					
4. Motocicleta				9. A pie				4. Comer o tomar algo				10. Tramites personales					
5. Bus escolar								5. Compras				11. Otros					
								6. Diligencia trabajo									

Fuente: Diseño e implementación de un sistema de información de soporte para el plan integral de transporte masivo en el AMB. Fase I.

ANEXO E

Formato para conteo vehicular

CONTEO DE VEHÍCULOS					
PROYECTO _____		ESTACION No _____		HOJA _____ DE _____	
FECHA _____		DIA _____		HORA INI _____ HORA FIN _____	
TIEMPO: SOLEADO _____		NUBLADO _____		LLUMOSO _____	
SENTIDO DEL FLUJO _____					
TIEMPO <small>(Minutos)</small>	MOTOS	AUTOMÓVILES <small>(Autos, camionetas, camperos, microbuses y taxis)</small>	BUSES QUE PARAN A MENOS DE 75 m	CAMIONES MEDIANOS <small>(2 ejes, mas de 4 llantas)</small>	CAMIONES PESADOS <small>(3 o mas ejes articulados o tracto mulas)</small>
0 – 15					
15 – 30					
30 – 45					
45 – 60					
CONTADOR: _____					

Fuente: Elaboración propia

ANEXO F

Resultados de aforos de volumen vehicular

Intersección: Carrera 15 – Quebrada Seca

Sentido de Flujo	Jornada	Hora Pico	Vol. Max Horaro	Veh. Pes.	Max. Flujo veh. / 15 min	% VP	FHVM
N - S	6:00:00	07:30:00 a.m.	761	292	213	38,4%	0,89
	8:30:00	08:30:00 a.m.					
	11:30:00	11:45:00 a.m.	869	325	309	37,4%	0,70
	15:00:00	12:45:00 p.m.					
	17:30:00	05:45:00 p.m.	731	277	194	37,9%	0,94
	20:00:00	06:45:00 p.m.					
S - N	6:00:00	06:45:00 a.m.	1183	385	357	32,5%	0,83
	8:30:00	07:45:00 a.m.					
	11:30:00	02:00:00 p.m.	944	276	255	29,2%	0,93
	15:00:00	03:00:00 p.m.					
	17:30:00	06:15:00 p.m.	838	261	239	31,1%	0,88
	20:00:00	07:15:00 p.m.					
W - E	6:00:00	07:30:00 a.m.	689	55	204	8,0%	0,84
	8:30:00	08:30:00 a.m.					
	11:30:00	11:45:00 a.m.	1032	64	300	6,2%	0,86
	15:00:00	12:45:00 p.m.					
	17:30:00	05:45:00 p.m.	967	63	279	6,5%	0,87
	20:00:00	06:45:00 p.m.					
E - W	6:00:00	07:30:00 a.m.	677	74	202	10,9%	0,84
	8:30:00	08:30:00 a.m.					
	11:30:00	11:45:00 a.m.	761	59	246	7,8%	0,77
	15:00:00	12:45:00 p.m.					
	17:30:00	06:00:00 p.m.	733	71	199	9,7%	0,92
	20:00:00	07:00:00 p.m.					

Resultados de aforos de volumen vehicular

Intersección: Carrera 15 – Calle 36

Sentido de Flujo	Jornada	Hora Pico	Vol. Max Horaro	Veh. Pes.	Max. Flujo veh. / 15 min	% VP	FHVM
N - S	6:00:00 8:30:00	07:15:00 a.m. 08:15:00 a.m.	322	271	84	84,2%	0,96
	11:30:00 15:00:00	11:30:00 a.m. 12:30:00 p.m.	295	255	80	86,4%	0,92
	17:30:00 20:00:00	05:30:00 p.m. 06:30:00 p.m.	293	253	86	86,3%	0,85
S - N	6:00:00 8:30:00	07:15:00 a.m. 08:15:00 a.m.	1114	281	301	25,2%	0,93
	11:30:00 15:00:00	02:00:00 p.m. 03:00:00 p.m.	867	263	231	30,3%	0,94
	17:30:00 20:00:00	05:30:00 p.m. 06:30:00 p.m.	707	246	198	34,8%	0,89
W - E	6:00:00 8:30:00	07:30:00 a.m. 08:30:00 a.m.	453	1	129	0,2%	0,88
	11:30:00 15:00:00	11:30:00 a.m. 12:30:00 p.m.	712	2	200	0,3%	0,89
	17:30:00 20:00:00	05:30:00 p.m. 06:30:00 p.m.	698	1	199	0,1%	0,88
E - W	6:00:00 8:30:00	07:30:00 a.m. 08:30:00 a.m.	640	5	186	0,8%	0,86
	11:30:00 15:00:00	02:00:00 p.m. 03:00:00 p.m.	765	3	200	0,4%	0,96
	17:30:00	05:30:00 p.m.	669	0	194	0,0%	0,86

Resultados de aforos de volumen vehicular
Intersección: Carrera 15 – Calle 45

Sentido de Flujo	Jornada	Hora Pico	Vol. Max Horaro	Veh. Pes.	Max. Flujo veh. / 15 min	% VP	FHVM
N - S	6:00:00	07:30:00 a.m.	858	329	226	38,3%	0,95
	8:30:00	08:30:00 a.m.					
	11:30:00	11:30:00 a.m.	1424	349	392	24,5%	0,91
	15:00:00	12:30:00 p.m.					
	17:30:00	06:00:00 p.m.	1410	346	374	24,5%	0,94
	20:00:00	07:00:00 p.m.					
S - N	6:00:00	07:15:00 a.m.	1151	309	313	26,8%	0,92
	8:30:00	08:15:00 a.m.					
	11:30:00	01:45:00 p.m.	909	281	243	30,9%	0,94
	15:00:00	02:45:00 p.m.					
	17:30:00	05:30:00 p.m.	719	250	199	34,8%	0,90
	20:00:00	06:30:00 p.m.					
W - E	6:00:00	07:30:00 a.m.	881	53	250	6,0%	0,88
	8:30:00	08:30:00 a.m.					
	11:30:00	11:45:00 a.m.	1135	45	325	4,0%	0,87
	15:00:00	12:45:00 p.m.					
	17:30:00	05:30:00 p.m.	1055	58	279	5,5%	0,95
	20:00:00	06:30:00 p.m.					
E - W	6:00:00	07:15:00 a.m.	1050	42	292	4,0%	0,90
	8:30:00	08:15:00 a.m.					
	11:30:00	02:00:00 p.m.	1110	46	296	4,1%	0,94
	15:00:00	03:00:00 p.m.					
	17:30:00	05:30:00 p.m.	900	47	247	5,2%	0,91
	20:00:00	06:30:00 p.m.					

Los números que aparecen en las tablas resaltados en negrilla representan la hora crítica de la intersección.

ANEXO H

Resultados de capacidades y niveles de servicio

INTERSECCION	Sentido	Volumen (VPH)	Hora pico	Flujo de saturación (VPHV)	Demoras (seg/veh)	Capacidad (veh/h)	Nivel de servicio
Quebrada seca – Cra 15	O - E	515	06:45:00 a.m. -	4290	17	2288	C
	E - O	576		4035	39	1255	D
	S - N	1183	07:45:00 a.m.	4024	29	1699	D
	N - S	718		3666	20	1548	C
	TOTAL				26,67		D
Calle 36 - Cra 15	O - E	403	07:15:00 a.m. -	3019	24	1406	C
	E - O	581		3030	48	1412	E
	S - N	1114	08:15:00 a.m.	3937	31	2102	D
	N - S	322		4188	27	2237	D
	TOTAL				33,59		D
Calle 45 - Cra 15	O - E	1859	11:30:00 a.m. -	3046	128	1419	F
	E - O	913		4397	20	2049	C
	S - N	710	12:30:00 p.m.	3995	25	2134	D
	N - S	1491		4519	23	2414	C
	TOTAL				61,24		F

ANEXO I

Resultado de velocidades

Carrera 15 entre la puerta del sol y la Av. Queb. Seca, sentido S-N Y N-S

TRONCAL	carrera 15	TRAMO	P_sol-Q_seca	
FECHA	30/03/2005	HORA	6:30-8:30am	
SENTIDO	S - N			
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL.DE RECORRIDO (KM/H)	VEL. DE MARCHA (KM)
PUERTA DEL SOL	CALLE 56	0.36	21.55	35.33
CALLE 56	Av. LA ROSITA	0.80	16.81	26.62
Av. LA ROSITA	CALLE 45	0.34	19.61	31.62
CALLE 45	CALLE 36	0.40	12.17	20.09
CALLE 36	Q/SECA	0.57	14.82	20.80

TRONCAL	carrera 15	TRAMO	P_sol-Q_seca	
FECHA	30/03/2005	HORA	6:30-8:30am	
SENTIDO	N-S			
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL. DE RECORRIDO (KM/H)	VEL.DE MARCHA (KM)
Q/SECA	CALLE 36	0.57	9.11	13.51
CALLE 36	CALLE 45	0.40	11.10	18.36
CALLE 45	Av. LA ROSITA	0.34	21.26	23.40
Av. LA ROSITA	CALLE 56	0.80	23.08	26.54
CALLE 56	PUERTA DEL SOL	0.36	23.24	27.43

Calle 9 entre UIS y carrera 15, sentido E-W

TRONCAL	Calle 9	TRAMO	UIS-carrera15	
FECHA	31/03/2005	HORA	6:30-8:30am	
SENTIDO	E-W			
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL. DE RECORRIDO (KM/H)	VEL. DE MARCHA (KM/H)
UIS	C.SISTEMAS	0.40	27.32	27.32
C.SISTEMAS	SANTO TOMAS	0.60	21.66	25.85
SANTO TOMAS	CARRERA 15	2.00	23.74	25.03

Resultado de velocidades

Carrera 15 entre Av. Quebrada seca y Kennedy, sentido S-N y N-S

TRONCAL	carrera 15	TRAMO	Q/seca-	
FECHA	30/03/2005	HORA	kennedy	
SENTIDO	S - N		6:30-8:30am	
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL. DE RECORRIDO (KM/H)	VEL. DE MARCHA (KM/H)
Q/SECA	B.SANTANDER	0.30	17.99	21.71
B. SANTANDER	B.BOLIVAR	1.10	40.63	47.23
B.BOLIVAR	LA VIRGEN	0.80	27.42	30.13
LA VIRGEN	LA CURVA DEL DIABLO	0.80	23.33	23.33
LA CURVA DEL DIABLO	COLSEGUROS	0.70	33.82	33.82
COLSEGUROS	KENNEDY	0.90	30.39	30.39

TRONCAL	carrera 15	TRAMO	Q/seca-	
FECHA	30/03/2005	HORA	kennedy	
SENTIDO	N-S		6:30-8:30am	
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL. DE RECORRIDO (KM/H)	VEL. DE MARCHA (KM/H)
KENNEDY	COLSEGUROS	0.90	35.47	35.47
COLSEGUROS	LA CURVA DEL DIABLO	0.70	38.51	38.51
LA CURVA DEL DIABLO	LA VIRGEN	0.80	29.97	29.97
LA VIRGEN	B.BOLIVAR	0.80	29.48	36.86
B.BOLIVAR	B.SANTANDER	1.10	26.39	38.88
B.SANTANDER	Q/SECA	0.30	16.59	21.90

Resultado de velocidades

Autopista entre Provenza y Piedecuesta, sentido N-S y S-N

TRONCAL	Autopista	TRAMO	Prove_P/cuesta	
FECHA	30/03/2005	HORA	6:30-8:30am	
SENTIDO	N - S			
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL. DE RECORRIDO (KM/H)	VEL. DE MARCHA (KM/H)
PROVENZA	CAÑAVERAL	2.10	71.43	71.43
CAÑAVERAL	PAPI Q. PIÑA	1.80	58.41	58.41
PAPI Q. PIÑA	COMFENALCO	2.70	66.62	66.62
COMFENALCO	UPB	0.93	61.43	61.43
UPB	CAJASAN	2.13	65.98	65.98
CAJASAN	ICP	2.17	64.90	64.90
ICP	PIEDECUESTA	1.27	68.48	68.48
PIEDECUESTA	TRANSPIED.C	3.83	59.66	59.66

TRONCAL	Autopista	TRAMO	Prove_P/cuesta	
FECHA	30/03/2005	HORA	6:30-8:30am	
SENTIDO	S - N			
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL. DE RECORRIDO (KM/H)	VEL. DE MARCHA (KM/H)
TRANSPIED.C	PIEDECUESTA	3.80	46.10	46.10
PIEDECUESTA	ICP	1.23	50.90	50.90
ICP	CAJASAN	2.17	68.37	68.37
CAJASAN	UPB	2.20	65.00	65.00
UPB	COMFENALCO	1.00	62.86	62.86
COMFENALCO	PAPI Q. PIÑA	2.63	48.88	48.88
PAPI Q. PIÑA	CAÑAVERAL	1.90	40.04	40.04
CAÑAVERAL	PROVENZA	2.00	44.11	44.11

Resultado de velocidades

Carrera 27 entre Calle 56 y la UIS, sentido N-S y S-N

TRONCAL	carrera27	TRAMO	calle 56-UIS	
FECHA	31/03/2005	HORA	6:30-8:30am	
SENTIDO	N-S			
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL. DE RECORRIDO (KM/H)	VEL. DE MARCHA (KM/H)
UIS	CALLE 14	0.45	26.88	34.29
CALLE 14	Q_SECA	0.40	19.38	30.97
Q_SECA	CALLE 36	0.40	28.90	41.16
CALLE 36	LA ROSITA	0.15	28.24	47.85
LA ROSITA	CALLE 48	0.80	29.22	42.58
CALLE 48	GONZ.VALENCIA	0.85	28.25	43.46
GONZ.VALENCIA	CALLE 56	0.35	18.18	24.31

TRONCAL	carrera27	TRAMO	calle 56-UIS	
FECHA	31/03/2005	HORA	6:30-8:30am	
SENTIDO	S-N			
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL. DE RECORRIDO (KM/H)	VEL. DE MARCHA (KM/H)
CALLE 56	GONZ.VALENCIA	0.45	34.11	35.99
GONZ.VALENCIA	CALLE 48	0.40	29.12	30.87
CALLE 48	LA ROSITA	0.40	44.75	44.75
LA ROSITA	CALLE 36	0.15	23.05	23.05
CALLE 36	Q_SECA	0.80	28.51	41.90
Q_SECA	CALLE 14	0.85	28.15	35.31
CALLE 14	UIS	0.35	26.87	27.30

Resultado de velocidades

Carrera 33 entre Autopista y la UIS, sentido S-N y N-S

TRONCAL	carrera 33	TRAMO	autopista-UIS	
FECHA	31/03/2005	HORA	6:30-8:30am	
SENTIDO	S - N			
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL. DE RECORRIDO (KM/H)	VEL. DE MARCHA (KM)
AUTOPISTA	CONUCOS	1.40	28.84	35.15
CONUCOS	CALLE 56	0.50	25.56	33.66
CALLE 56	CLUB UNION	0.50	18.60	24.25
CLUB UNION	CALLE 45	0.50	30.27	31.56
CALLE 45	CALLE 34	0.70	15.66	23.00
CALLE 34	QUEB SECA	0.70	31.33	40.67
QUEB SECA	ESTADIO	0.90	45.40	51.05
ESTADIO	UIS	0.80	25.41	26.78

TRONCAL	carrera 33	TRAMO	UIS-AUTOPISTA	
FECHA	31/03/2005	HORA	6:30-8:30am	
SENTIDO	N-S			
TABLA PROMEDIO				
TRAMO		DISTANCIA (KM)	VEL. DE RECORRIDO (KM/H)	VEL. DE MARCHA (KM)
UIS	ESTADIO	0.80	21.71	23.17
ESTADIO	QUEB SECA	0.90	25.57	32.98
QUEB SECA	CALLE 34	0.70	19.14	29.06
CALLE 34	CALLE 45	0.70	15.14	23.99
CALLE 45	CLUB UNION	0.50	21.64	31.62
CLUB UNION	CALLE 56	0.50	17.15	30.52
CALLE 56	CONUCOS	0.50	55.18	55.18
CONUCOS	AUTOPISTA	1.40	22.60	22.60

ANEXO K

Identificación de tramos

Id_tram	Tramo	Inicio	Final
1	Bul. Santander	Carrera 15	Carrera 24
2	Calle 14	Carrera 24	Carrera 27
3	Calle 14	Carrera 27	Carrera 32A
4	Calle 36	Carrera 15	Carrera 27
5	Calle 36	Carrera 27	Carrera 33
6	Calle 45	Av. Gonzalez Valencia	Carrera 27
7	Calle 45	Carrera 15	Av. Gonzalez Valencia
8	Calle 45	Carrera 27	Carrera 33
9	Calle 45	Calle 9	Carrera 15
10	Calle 56	Diagonal 15	Carrera 27
11	Calle 56	Carrera 27	Carrera 33
12	Calle 9	Carrera 15	Carrera 27
13	Diagonal 15	Av. La Rosita	Calle 56
14	Diagonal 15	Calle 45	Av. La Rosita
15	Diagonal 15	Calle 56	Puerta del Sol
16	Carrera 15	Av. Quebrada Seca	Calle 36
17	Carrera 15	Bul. Bolívar	Bul. Santander
18	Carrera 15	Bul. Santander	Av. Quebrada Seca
19	Carrera 15	Calle 36	Calle 45
20	Carrera 15	Calle 3	Calle 9
21	Carrera 15	Calle 9	Bul. Bolívar
22	Carrera 27	Av. Gonzalez Valencia	Calle 56
23	Carrera 27	Av. La Rosita	Av. Gonzalez Valencia
24	Carrera 27	Av. Quebrada Seca	Calle 36
25	Carrera 27	Calle 14	Av. Quebrada Seca
26	Carrera 27	Calle 36	Av. La Rosita
27	Carrera 27	Calle 56	Puerta del Sol
28	Carrera 27	Calle 9	Calle 14
29	Carrera 32A	Calle 14	Av. Quebrada Seca
30	Carrera 33	Av. Quebrada Seca	Calle 36

Identificación de tramos

Id_tram	Tramo	Inicio	Final
31	Carrera 33	Calle 36	Calle 45
32	Carrera 33	Calle 45	Calle 56
33	Carrera 9	Av. Quebrada Seca	Calle 45
34	Vía Girón	Calle 67	Calle 70
36	Vía Girón	Calle 70	Puente El Bueno
37	Vía Girón	Puente El Bueno	Puente El Palenque
38	Av. Gonzalez Valencia	Calle 45	Calle 56
39	Av. La Rosita	Av. Gonzalez Valencia	Carrera 27
40	Av. La Rosita	Diagonal 15	Av. Gonzalez Valencia
41	Av. La Rosita	Carrera 27	Carrera 30
42	Anillo Vial	Girón	Florida
43	Av. Quebrada Seca	Carrera 15	Carrera 27
44	Av. Quebrada Seca	Carrera 27	Carrera 32A
45	Av. Quebrada Seca	Carrera 9	Carrera 15
46	Autop. Florida	Cañaveral	Papi Quiero Piña
47	Autop. Florida	Puente de Provenza	Cañaveral
48	Autop. Florida	Puerta del Sol	Puente de Provenza
49	Bul. Bolívar	Carrera 15	Carrera 27
50	Autop. Piedecuesta	Papi Quiero Piña	Piedecuesta
51	Av. Los Samanes	Diag. 15	Plaza Mayor
52	Calle Real	Plaza Mayor	Calle 64
53	Av. Metrop. Anillo Vial	Calle 64	Pte el Bueno
54	Av. Metrop. Anillo Vial	Pte el Bueno	Calle 105
55	Calle 105	Av. Metrop. Anillo Vial	Autp. F/blanca
56	Carrera 33	Calle 56	Viad. La Flora
57	Tranv. Oriental	Viad. La Flora	Calle 93
58	Tranv. Oriental	Calle 93	Caracolí
59	Calle 45	Carrera 9	Barr. Quinta Est.
60	Calle 45	Barr. Quinta Est.	Bodegas ESSA
61	Carrera 17	Bodegas ESSA	Pte. El Palenque

ANEXO L
Características físicas

Id_tram	Longitud	No_Calzada	Ancho_Calzada	Carriles_Calzada1	Carriles_Calzada2	Ancho_Carril1	Ancho_Carril2	Separador	Ancho_Separador	Ancho_Anden1	Ancho_Anden2	Estado	Demarcación	Sentido
001	1250													
002	290	2	6,8	2	2	3,4	3,4	SI	1,05					
003	540													
004	1160	2	6,2	2	2	3,1	3,1	SI	3					E-W & W-E
005	560	2	6,3	2	2	3,15	3,15	NO	2					E-W & W-E
006	330	1	10,3	3		3,4		NO						
007	800							SI						E-W & W-E
008	455	1	6,6	2		3,3								E-W
009	570	2	10,5	3	3	3,5	3,5	SI	2,3					E-W & W-E
010	300	2	7	2	2	3,5	3,5	SI	1,95					E-W & W-E
011	500	2	6,3	2	2	3,15	3,15	SI	2					E-W & W-E
012	1290	1	6,9	2		3,45	3,15	NO						E-W
013	800	2	10,4	3	3	3,45	3,83	SI	1,86					S-N & N-S
014	350	2	9,6	3	3	3,2	3,34	SI	1,5					S-N & N-S
015	460	2	10,5	3	3	3,39	3,63	SI	2					S-N & N-S
016	735	2	10,3	3	3	3,43	3,5	SI	1,1					S-N & N-S
017	1100	2	10,2	3	3	3,4	3,5	SI	1,08					S-N & N-S
018	310	2	9,56	3	3	3,18	3,5	SI	1,11					S-N & N-S
019	400	2	9,4	3	3	3,13	3,4	SI	1,1				SI	N-S & S-N
020	551,5	2	6,8	2	2	3,4	3,4	SI	1				SI	N-S & S-N
021	215,2	2	6,8	2	2	3,4	3,4	SI	1				SI	N-S & S-N
022	509,5	2	9,8	3	3	3,27	3,3	SI	2				SI	N-S & S-N
023	700	2	9,8	3	3	3,27	3,3	SI	2				SI	N-S & S-N
024	729	2	9,8	3	3	3,27	3,3	SI	1				SI	N-S & S-N
025	813,6	2	6	2	2	3	3,5	NO	0			BACHES Y ONDULAC	SI	N-S & S-N
026	183	2	9,8	3	3	3,27	3,27	SI	1				SI	N-S & S-N
027	337	2	9,8-11,7	3	4	3,27	2,93	SI	2				SI	N-S & S-N

Características físicas

Id_tram	Longitud	No_Calzada	Ancho_Calzada	Carriles_Calzada1	Carriles_Calzada2	Ancho_Carril1	Ancho_Carril2	Separador	Ancho_Separador	Ancho_Anden1	Ancho_Anden2	Estado	Demarcación	Sentido
028	465,5	2	6	2	2	3	3	NO	0				SI	N-S & S-N
029	506,6	1	7,9	2		3,95								
030	709	2	6,4	2	2	3,2	3,2	SI	1				SI	N-S & S-N
031	576,3	2	6,3	2	2	3,1	3,1	SI	1				SI	N-S & S-N
032	1038,4	2	6,3	2	2	3,1	3,1	SI	1				SI	N-S & S-N
033	1015,6	2	7	2	2	3,5	3,5	SI	1				SI	N-S & S-N
034	419,5	2	9,9-7	3	2	3,3	3,5	SI	3				SI	N-S & S-N
036														
037	4130	2	7,4	2	2	3,5	3,5	SI	2,3	1,75	1,5	BUENO	SI	E-W & W-E
038	1155,6	2	7-9.5	2	2	3,5	4,5	SI	1	1,2	1,2	BUENO	SI	E-W & W-E
039	422,4	2	8	2	2	3,6	4	SI	3	2,5	2,5	BUENO	SI	NE-SW & SW-NE
040	698,6	2	7,8	2	2	3,9	3,9	SI	3	2,6	2,6	BUENO	SI	NE-SW & SW-NE
041	495	2	7,9	2	2	3,95	3,95	SI	3,1	1,8	1,8	BUENO	SI	NE-SW & SW-NE
042	9953,7	2	8	2	2	3,6	4	SI	1,8	2	2	BUENO	SI	E-W & W-E
043	1195,1	2	11.6-9.8	3	3	3,9	3,3	NO				BACHES Y ONDULAC		E-W & W-E
044	608,55	2	10-9.8	3	3	3,3	3,3	SI	2,9			BUENO		E-W & W-E
045	583,65	2	12-11.6	3	3	3,6	3,9	SI	1			BUENO		E-W & W-E
046	1941,78	2	7.7-8	3	3	3,6	3,5	SI	2,1					N-S & S-N
047	1974,97	2	14.8-10.6	3	3	3,7	3,5	SI	5			REGULAR		N-S & S-N
048	2285,81	2	10.6-11.2	3	3	3,5	3,7	SI	3					N-S & S-N
049	1577,37	2	8.2-8.4	2	2	3,6	4,2	SI	3			BUENO		
050	9440	2	11.8-8.6	3	3	3,9	3,4	SI	2,1					N-S & S-N
051	1130	2	7	2	2	3,5	3,5	SI	1	1	1	BUENO	NO	E-W & W-E
052	805	1	9,6	2	0	3,8	3,8	NO	0	0	0		NO	E-W & W-E
053	1620	2	0	0	0	0	0	SI	0	0	0		NO	
054	1940	0	0	0	0	0	0	SI	0	0	0		NO	
055	1610	0	0	0	0	0	0	SI	0	0	0		NO	
056	580	0	0	0	0	0	0	SI	0	0	0		NO	
057	942	0	0	0	0	0	0	SI	0	0	0		NO	

Id_tram	Longitud	No_Calzada	Ancho_Calzada	Carriles_Calzada1	Carriles_Calzada2	Ancho_Carril1	Ancho_Carril2	Separador	Ancho_Separador	Ancho_Anden1	Ancho_Anden2	Estado	Demarcación	Sentido
058	5200	0	0	0	0	0		SI	0	0	0		NO	
059	2062	0	0	0	0	0		SI	0	0	0		NO	
060	2945	0	0	0	0	0		SI	0	0	0		NO	
061	1998	0	0	0	0	0		SI	0	0	0		NO	

ANEXO M

Características operacionales

Id_tram	NDS1	NDS2	Vol_1	Vol_2	Vel_R1	Vel_R2	Vel_M1	Vel_M2	Imagen	Fotografia	Fuente
001											
002											
003											
004			650	600							
005			650	600							
006			400	1000							
007			650	750							
008			650	750							
009			650	750							
010											
011			400	1000							
012					26,07		26,07				
013			1800	1435	23	16,8	26,5	26,6			SITM II
014			1424	700	21,2	19,6	23,4	31,6			SITM II
015			1800	1450	29,7	27,5	35	45			SITM II
016			322	1030	9,1	14,8	13,5	21			SITM II
017			380	528	26,4	40,6	38,9	47,2			SITM II
018			718	951	16,6	18	22	21,7			SITM II
019					11,1	12,2	18,4	20			SITM II
020											SITM II
021			480	690							SITM II
022			2800	1800	18,2	34,1	24,3	36			SITM II
023			2800	1800	29,8	35	44	36,5			SITM II
024			2800	1800	28,9	28,5	41,2	42			SITM II
025			2800	1800	19,4	28,15	31	35,3			SITM II
026			2800	1800	28,2	23	48	23			SITM II
027			2800	1800							SITM II
028			2800	1800	26,9	26,9	34,3	27,3			SITM II
029					23	35	27	38			

Características operacionales

Id_tram	NDS1	NDS2	Vol_1	Vol_2	Vel_R1	Vel_R2	Vel_M1	Vel_M2	Imagen	Fotografia	Fuente
028			2800	1800	26,9	26,9	34,3	27,3			SITM II
029					23	35	27	38			
030			1200	1000	19,1	31,3	29	41			
031			1200	1000	15,1	15,7	24	23			
032			1200	1000	19	25	31	27			
033											
034											
036											
037											
038			487	850							
039			350	650							
040			350	650							
041			350	650							
042						65	65	6	5	65	
043			900	700							
044			900	700							
045			900	700							
046					58,4	40	58,4	40			SITM II
047			1705	2560	71,4	44,1	71,4	44,1			SITM II
048			1800	1450							SITM II
049											
050			830	1095	65,5	59,2	65,5	59,2			SITM II
051						0	0	0			
052											
053						0	0	0			
054						0	0	0			
055											
056			1200	1000		0	0	0			
057						0	0	0			

Id_tram	NDS1	NDS2	Vol_1	Vol_2	Vel_R1	Vel_R2	Vel_M1	Vel_M2	Imagen	Fotografia	Fuente
058						0	0	0			
059											
060											
061											

La información presentada es la información procesada por el grupo del proyecto.