

Rosa Virginia OCAÑA ORTIZ  
Josefina MUNDÓ  
Jorge LUSITANO  
Claudia LEIGHTON

Departamento de Planificación Urbana,  
Universidad Simón Bolívar

## LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN TRANSPORTE.

CASO: CORREDOR CHACAITO - LAS MERCEDES - LA TRINIDAD  
DEL MUNICIPIO BARUTA DE CARACAS.

### ■ Introducción

Durante el período 1998-2001, en el seno del Departamento de Planificación Urbana de la Universidad Simón Bolívar, con financiamiento del CONICIT, se llevó a cabo una investigación en la cual se trabajó en el diseño y montaje de un sistema de información geográfica en transporte (SIG-T) para el corredor Chacaito-Las Mercedes-La Trinidad, del Municipio Baruta de Caracas.

Este trabajo fue desarrollado por un equipo multidisciplinario de profesores, con apoyo de estudiantes del postgrado en Transporte Urbano y de la Carrera de Urbanismo de la citada universidad.

En este documento se presenta una síntesis de parte de los resultados obtenidos en la investigación, especialmente aquellos sobre transporte público y tránsito. Asimismo, en las páginas siguientes se esboza en forma resumida la experiencia y algunos de los aprendizajes obtenidos, con el fin de mostrar las bondades que brindan los SIG-T en cuanto a organización de información indispensable para la toma de decisiones, la gestión y la planificación del transporte y tránsito urbano.

### ■ Metodología utilizada

La metodología y los métodos empleados a lo largo de la investigación estuvieron estrechamente vinculados con los objetivos perseguidos en cada una de las etapas de la investigación planteadas inicialmente.

El área de estudio se limitó al corredor de transporte comprendido en el eje Chacaito-Las Mercedes-La Trinidad, del Municipio Baruta de Caracas. Asimismo, del total de 97 rutas que tienen origen, destino o cruzan el Municipio Baruta, se estudiaron a fondo 32 de ellas.

La metodología usada durante la primera etapa de la investigación fue de carácter exploratorio. En ésta, se aplicó el análisis teórico de los procesos de planificación y gestión del transporte y el análisis de las atribuciones de los distintos niveles de gobierno establecidas en la legislación vigente para la fecha de iniciar el proyecto. Asimismo, se diseñó el contenido de la base de datos, estableciendo los distintos componentes y la manera de incorporarlos, para reducir los riesgos de incompatibilidad a la hora de llevar a cabo la vinculación entre ésta y la cartografía digital.

Luego de revisar sistemáticamente las bondades de los software comerciales disponibles a los fines del trabajo de creación del sistema de información geográfica en transporte, se utilizaron los software Maptitude y Transcad de la casa Caliper.

Por otra parte, se llevó a cabo la revisión de la data disponible en diferentes instituciones (alcaldías del Área Metropolitana de Caracas, FONTUR, MINFRA, universidades, entre otras), se recopiló y se organizó, resultando escasa, parcial e inapropiada para alimentar el software adecuadamente, por lo que se

hizo necesario un exhaustivo trabajo de recolección de información.

Para el componente de transporte público, se realizaron encuestas de sube y baja de pasajeros y frecuencia de vehículos en terminales de salida y llegada, además de la verificación previa de los recorridos de las rutas a levantar y la localización de sus principales paradas y puntos terminales.

En materia de tránsito, se levantó información sobre la infraestructura vial (características), los diferentes dispositivos de control de tránsito de algunos de los corredores de transporte público de la zona en estudio, así como información correspondiente a las fases, tiempos y tecnologías de cada uno de los semáforos, permitiendo conocer a fondo las intersecciones seleccionadas. Igualmente, se realizaron conteos clasificados de tránsito en algunos tramos de las vías por las que circula el transporte público.

Durante la segunda etapa, una vez tratada la información levantada, se llevó a cabo la conformación de las bases de datos atributivas de transporte público y tránsito. Estas bases de datos atributivas se vincularon con la base cartográfica, dando origen al sistema de información geográfica.

Una vez conformado el SIG-T, se pasó a la generación de mapas temáticos en los cuales se visualiza rápidamente la relación entre variables y su localización en el espacio urbano. Estos mapas temáticos facilitan la caracterización de las rutas de transporte público, proporcionando en forma expedita el conocimiento de estas rutas a cualquier usuario interesado (organismos de gestión del transporte, operadores del servicio, investigadores, etc.), lo que facilita enormemente tomar decisiones adecuadas.

### ■ El sistema de información geográfica en transporte

Existen diversas definiciones de lo que son los sistemas de información geográfica. Para el National Center for Geographic Information and Analyse (NCGIA), es un "sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la solución de problemas complejos de planificación y gestión". Gutiérrez y Gould<sup>1</sup> lo definen como procesos informáticos que permiten producir, a partir de datos no tratados, información útil para tomar decisiones adecuadas.

Los sistemas de información geográfica son tecnologías de origen reciente, sus primeros pasos se remontan a finales de la década de los años cincuenta y comienzo de los sesenta, y se están relacionados con el desarrollo de la geografía cuantitativa, el análisis espacial, la cartografía digital y la estadística.

Actualmente, y desde finales de los años ochenta, los productos basados en esta tecnología han inundado el mercado. El desarrollo y abaratamiento del hardware, conjuntamente con la evolución de los sistemas operativos, los programas CAD y los manejadores de bases de datos, han repercutido decisivamente en el desarrollo de nuevas funciones para los usuarios SIG y en la simplificación de procedimientos para su manejo (amigabilidad). En consecuencia, para 1994 se contaba ya con unos 300 productos SIG disponibles en el mercado.

Como se observa, este importante desarrollo en un corto período de tiempo es el resultado de la confluencia de múltiples factores. Destacando los numerosos grupos de trabajo, que ligados a institutos de investigación, han generado aplicaciones SIG

para diversos fines entre los que no escapa la planificación urbana y la planificación del transporte.

Haciendo uso de la herramienta Transcad, el grupo de investigación en transporte de la U.S.B. creó un Sistema de Información Geográfica en Transporte (SIG-T) del corredor Chacaito-Las Mercedes-La Trinidad, del Municipio Baruta, con componentes de caracterización general, tránsito y transporte público.

Debido al potencial de los sistemas de información geográfica para estudiar de manera conjunta diversas variables, los análisis que podrían realizarse a través del SIG-T diseñado para el corredor estudiado del Municipio Baruta, resultan prácticamente imposibles de cuantificar o enumerar de manera taxativa, ya que ellos dependerían de las preguntas a las cuales el técnico desee dar respuesta. Por esta razón, los resultados y análisis presentados constituyen una pequeña muestra que intenta demostrar el potencial de la herramienta para los fines de planificación y gestión del transporte urbano.

En este sentido, en las páginas siguientes, se presentan, a manera de ejemplo, algunas de las tablas atributivas y mapas temáticos producidos en el trabajo de investigación, los cuales sirven para ilustrar los resultados a los que es posible llegar mediante la conformación de sistemas de información geográfica en transporte.

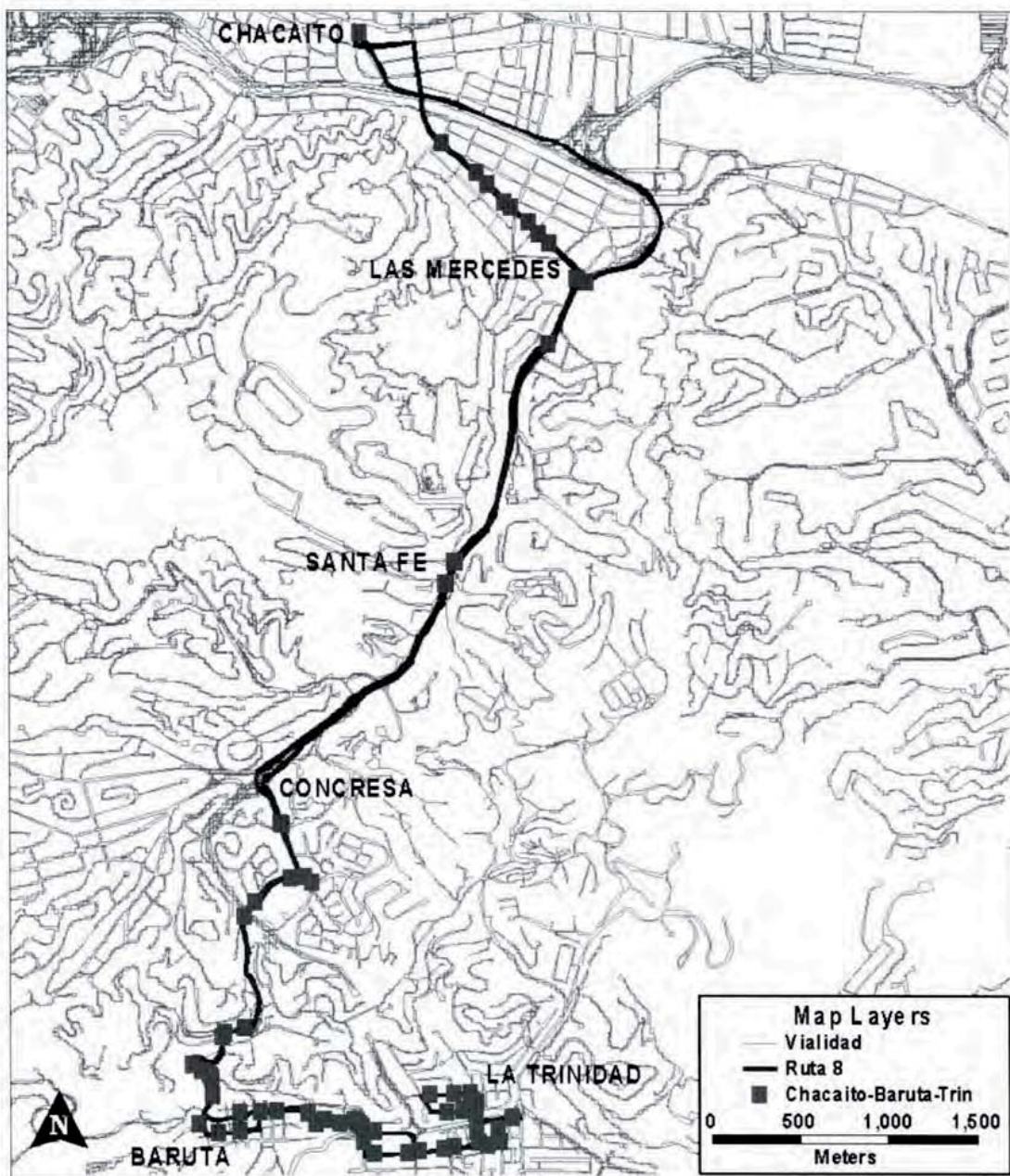
En el caso del transporte público, en el que se produjeron 96 mapas de las 32 rutas estudiadas, se tomó la ruta Chacaito-Baruta-La Trinidad, para mostrar tanto la tabla atributiva como dos mapas temáticos, de recorrido y paradas originales y de sube y baja de pasajeros. En materia de tránsito, se incluyeron dos mapas temáticos correspondientes a los semáforos localizados en la zona de estudio por fabricante (marcas) y por número de fases.

<sup>1</sup> Los sistemas de información geográfica, Editorial Síntesis, Madrid, 1994, 249 p.

**TABLA** ATRIBUTIVA DE LA RUTA CHACAITO-BARUTA-LA TRINIDAD (p.p.a.m. = 7 - 9 a.m.)

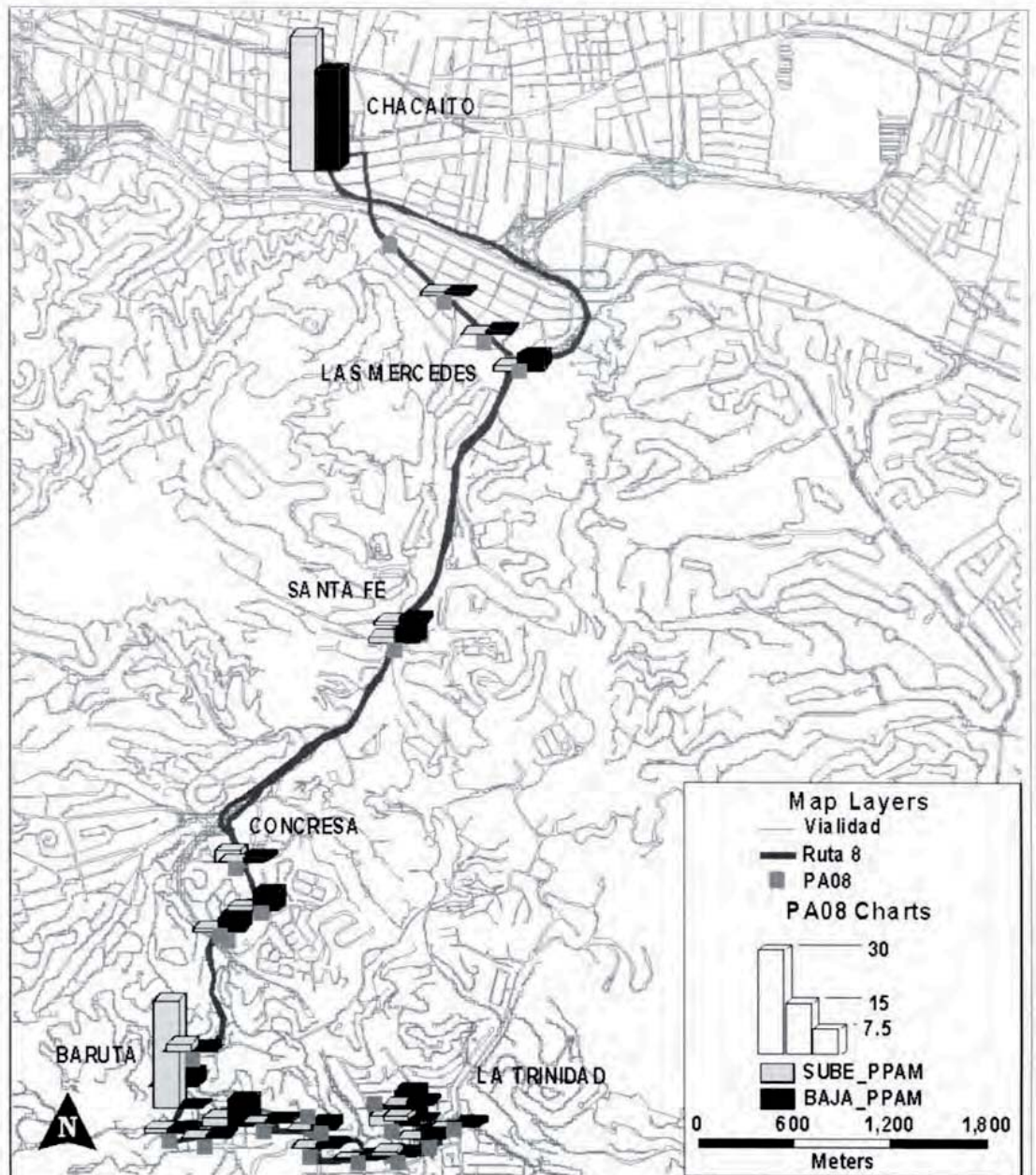
NUM	LOCALIZACIÓN	SUBE- PPam	BAJA - PPam	Carga	T - parada	Ocupación
0	Terminal Chacaito, Av. Pichincha	38	29	38	114	1,19
1	Av. Ppal. de Las Mercedes, bomba Texaco, después Calle Jalisco	0	0	38	0	1,19
2	Av. Ppal. de Las Mercedes, restaurant Cristal Ranch, frente a la plaza	1	1	38	5	1,19
3	Av. Ppal. de Las Mercedes, Arturo's	0	1	37	2	1,16
4	Paseo Enrique Eraso, C.C Paseo Las Mercedes	0	0	37	0	1,16
5	Sta. Fé, Autopista Prados del Este, frente bomba BP	1	2	36	7	1,13
6	Av. Parque Humbolt, pasarela Concreta, vía La Trinidad	3	1	38	11	1,19
7	Av. América, vivero	2	6	34	18	1,06
8	Carretera Caracas - Baruta, frente Club Hípico, parada Metrobús	1	4	31	11	0,97
9	Carretera Caracas-Baruta, bomba Shell, El Peñón	0	1	30	2	0,94
10	Carretera Caracas-Baruta, Res. Gisela	0	4	26	8	0,81
11	Paseo Guaicaipuro, Casa cuna Luisa Cáceres de Arismendi	1	1	26	5	0,81
12	Calle Bolívar, Plaza Bolivar	0	1	25	2	0,78
13	Calle Sucre, frente Casa de la Cultura	3	8	20	25	0,63
14	Calle Sucre, frente Cementerio	0	1	19	2	0,59
15	Calle Bolivar, Edif. Giropack	0	2	17	4	0,53
16	Calle Campo Alegre, frente Bomberos del Este	0	1	16	2	0,50
17	Av. La Trinidad, frente al liceo	0	1	15	2	0,47
18	Av. La Trinidad, frente al Bingo La Trinidad (parada Metrobús)	0	1	14	2	0,44
19	Av. González Rincones, Banco Mercantil	0	3	11	6	0,34
20	Calle Las Vegas, frente Drop Shop (parada Metrobús)	0	1	10	2	0,31
21	Terminal Calle Las Vegas, frente Panadería Patricia	0	0	10	0	0,31
22	Calle El Arenal, parada terminal Las Minas	3	10	3	29	0,09
23	Calle El Arenal, parada terminal El Silencio	1	0	4	3	0,13
24	Calle Amana, frente a Motores La Trinidad	0	1	3	2	0,09
25	Av. La Trinidad, antes de Av. González Rincones	0	0	3	0	0,09
26	Av. La Trinidad, C.C. Sorocaima	1	0	4	3	0,13
27	Av. San Sebastián, Banco Caracas	0	0	4	0	0,13
28	Calle Bolivar, frente Edif. Giropack	0	0	4	0	0,13
29	Calle Sucre, Cementerio	0	0	4	0	0,13
30	Calle Sucre, antes de bomba PDV	0	0	4	0	0,13
31	Calle Sucre, Plaza el Cristo	0	0	4	0	0,13
32	Paseo Guaicaipuro, Res. La Estancia	30	1	33	92	1,03
33	Carretera Caracas-Baruta, frente Edif. Holy	0	0	33	0	1,03
34	Carretera Caracas-Baruta, frente bomba Shell, El Peñón	2	0	35	6	1,09
35	Carretera Caracas - Baruta, Club Hípico, parada Metrobús	0	0	35	0	1,09
36	Av. Parque Humbolt, Res. Santa Ursula	0	0	35	0	1,09
37	Av. Parque Humbolt, pasarela Concreta ,vía Chacaito	0	1	34	2	1,06
38	Sta. Fé, Autopista Prados del Este	2	4	32	14	1,00
39	Paseo Enrique Eraso, frente C.C Paseo Las Mercedes	2	51	29	16	0,91

**MAPA 1**  
RECORRIDO Y PARADAS  
DE LA RUTA CHACAITO-  
BARUTA-LA TRINIDAD  
(p.p.a.m.)

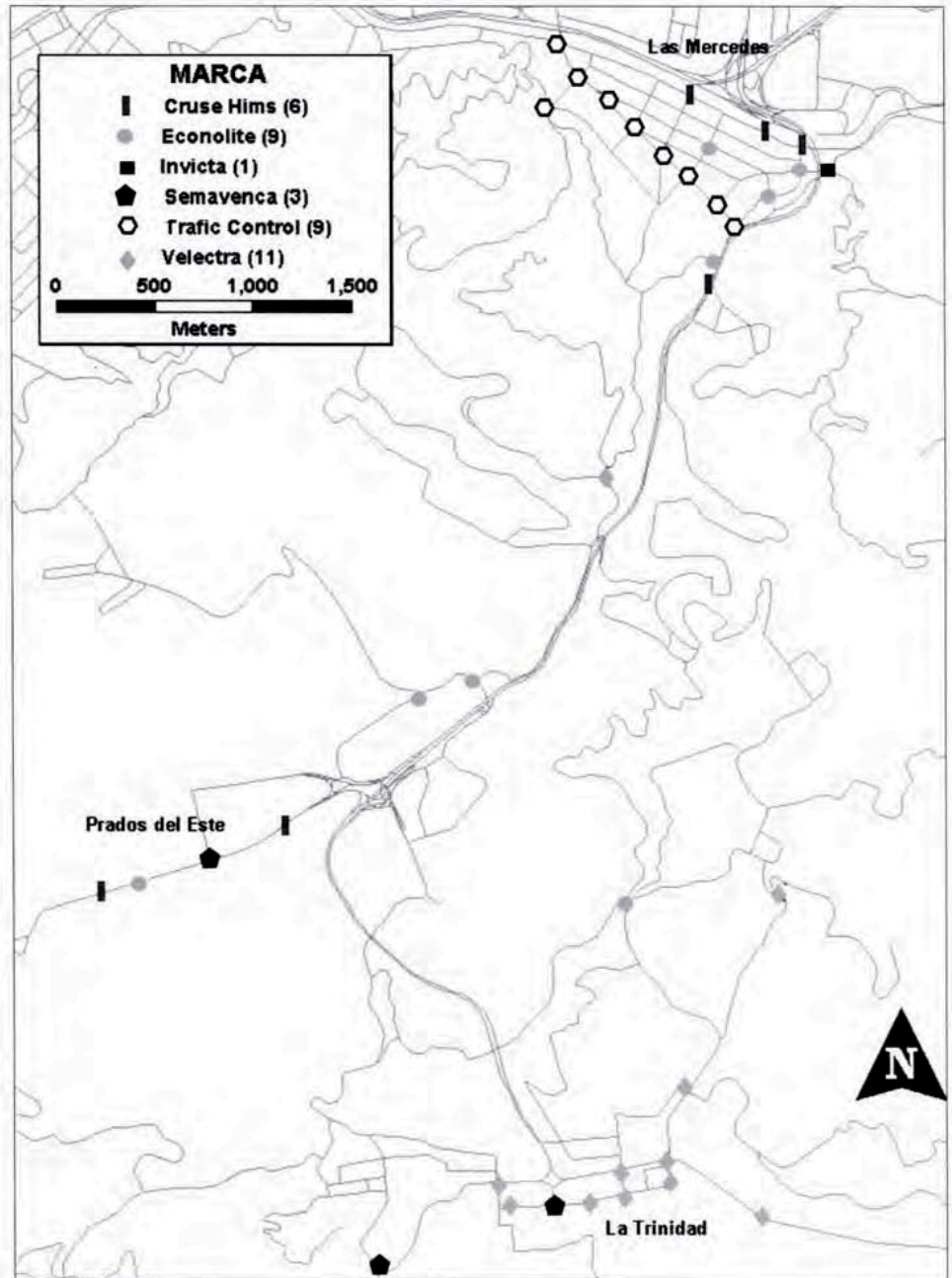


**MAPA 2**

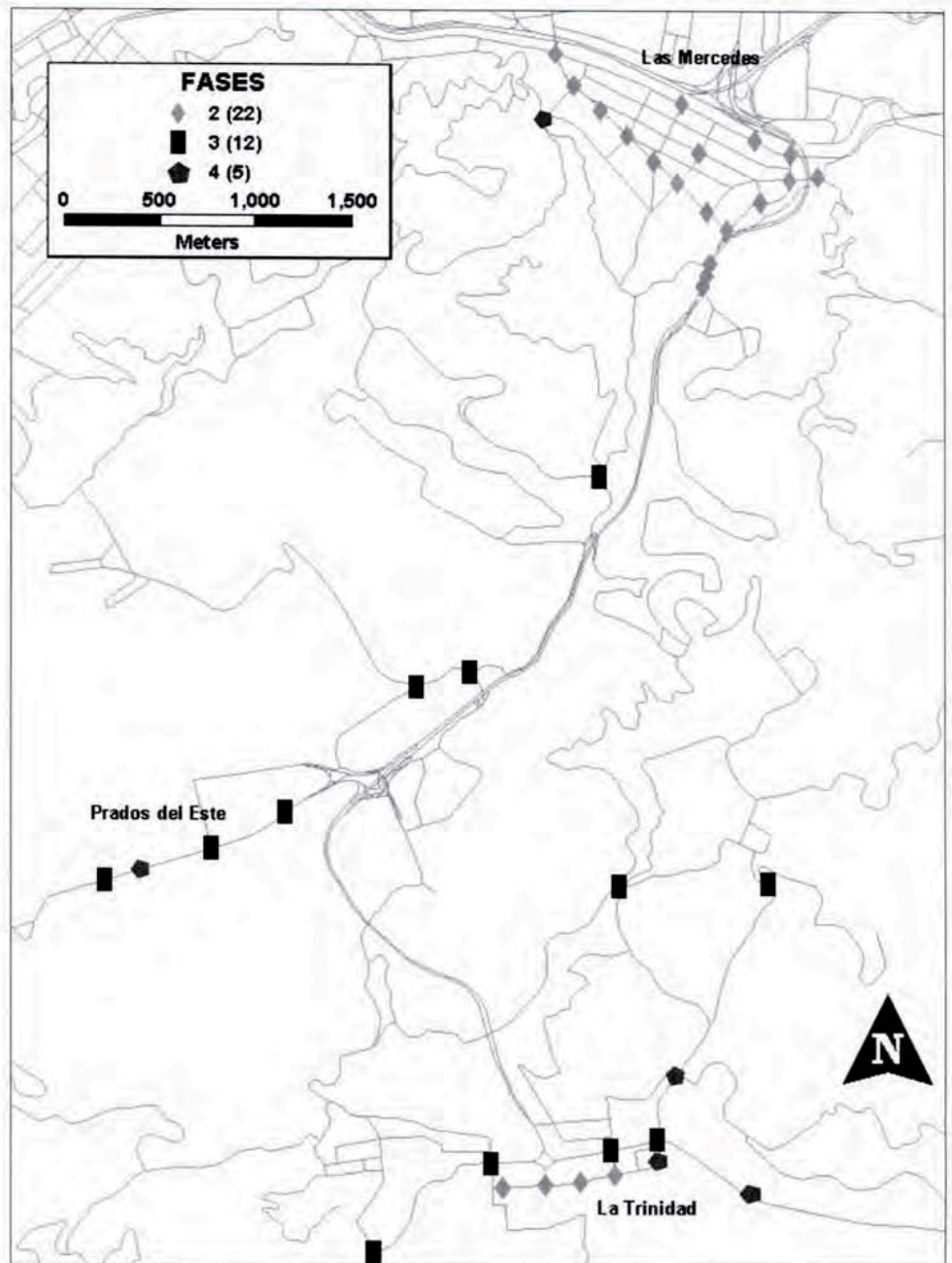
SUBE Y BAJA DE  
LA RUTA CHACAITO-  
BARUTA-LA TRINIDAD  
(p.p.a.m.)



**MAPA 3**  
SEMÁFOROS POR FABRICANTE  
(marca)



**MAPA 4**  
SEMÁFOROS POR NÚMERO  
DE FASES



Como su nombre lo indica, la tabla atributiva de la ruta Chacaito-Baruta-La Trinidad presenta los atributos de la ruta en cuanto a número de cada parada, localización de cada una de ellas, número de pasajeros que suben y que bajan en cada parada, número de pasajeros existentes en un vehículo promedio en cada parada, tiempo estimado en cada parada y factor de ocupación del vehículo (con respecto a la capacidad). Todo ello para un vehículo promedio y durante el período pico de la mañana, que en el caso de la ruta presentada es de 7 a 9 de la mañana.

Seguidamente, se presenta el mapa de recorrido y paradas originales de la ruta, lo que corresponde con la totalidad de las paradas realizadas por un vehículo promedio durante el período estudiado.

En tercer lugar, se presenta el mapa de sube y baja, el cual es producto del cruce de la localización de las paradas con los movimientos de carga y descarga de pasajeros en cada una de esas paradas, una vez realizado un proceso de racionalización de las paradas siguiendo criterios operacionales y urbanos.

Este trabajo, entre otros, fue realizado para cada una de las 32 rutas de transporte público estudiado, las cuales se encuentran inventariadas en el cuadro anexo "Inventario de rutas de transporte público en el área de estudio".

Por otra parte, los mapas de semáforos que se presentan, muestran los cruces entre las localizaciones y los fabricantes de los equipos (marcas), en el primer caso; y las localizaciones con el número de fases de cada uno de ellos, en el segundo.

Se reitera que los mapas temáticos presentados son ilustrativos de los resultados obtenidos en la investigación completa, que, a su vez, son el resultado de las interrogantes que se le plantearon al SIG-T, siendo las posibilidades de producción de mapas temáticos sumamente amplias.

## ■ Aprendizajes

Durante la elaboración del proyecto se presentó un conjunto de situaciones que se considera importante compartir, debido al aprendizaje que puede brindar en el desarrollo de trabajos similares. La primera de ellas corresponde a la subestimación del trabajo que se ha de realizar debido a los requerimientos en cuanto a cantidad y calidad de la información que necesita el software de sistemas de información geográfica utilizado (al igual que cualquier software de este tipo). En el caso de las ciudades venezolanas, con sistemas "informales" de transporte público y escasa información existente en los organismos de gestión del sistema,

es importante considerar este nivel de "informalidad" a la hora de estimar recursos y tiempo necesarios para obtener las informaciones.

Si bien es cierto que el gran aporte de los sistemas de información geográfica es la visualización de información referenciada espacialmente, también lo es que para obtener salidas coherentes es indispensable disponer de data en un formato o nivel de detalle determinado. Esta situación exige, en la mayoría de los casos, el tratamiento de la información, requiriéndose largos procesos para adaptar o transformar los datos a los que tiene acceso el técnico (a través de fuentes primarias o secundarias) a un formato que el software pueda procesar.

La adaptación de la información constituyó un trabajo sumamente laborioso, que implicó validaciones constantes de los resultados obtenidos en cada etapa del procesamiento de la información. Se trató de recorrer un camino en el que para avanzar, era imprescindible revisar la data y los procesos que condujeron a ella una vez que cada resultado era obtenido, a objeto de medir su coherencia y aplicar los correctivos que el caso ameritase. Este ir y venir, avanzar y retroceder, demanda no sólo conocimientos técnicos y teóricos fuertemente consolidados por parte del personal que se ocupe de realizarlos, sino también conocimiento sobre el sistema de transporte y la zona sobre la cual se está trabajando y, nuevamente, tiempo.

En relación a la cartografía, la situación no es muy diferente. Se encontró, en la Alcaldía del Municipio Baruta, información espacial semi-estructurada, correspondiente a restituciones aerofotogramétricas digitales realizadas a mediados de los años noventa. Esta fuente de información, valiosa por demás, requirió de una extensa manipulación y edición (utilizando herramientas CAD) para poder estructurar la información bajo las reglas y estándares requeridos por el software SIG y para actualizar los cambios ocurridos en los últimos años. Este proceso resultó más largo y engorroso que lo originalmente estimado. En países desarrollados, el componente espacial se actualiza continuamente, por parte de los organismos públicos de planificación y gestión de las ciudades y se encuentra disponible en formatos y estructuraciones acordes con los requeridos por diferentes SIG.

De esta manera, se aprendió que una diferencia fundamental en el uso de la herramienta SIG en los países desarrollados y los países en vías de desarrollo, corresponde a los recursos (personal, tiempo y dinero) adicionales necesarios para el trabajo de levantamiento y procesamiento de la información.

Actualmente, aunque los municipios de las principales ciudades del país han asumido su rol de autoridad local en diversas áreas, pareciera que no poseen la



capacidad financiera suficiente para ejercerla contundentemente en algunas materias, entre las que se incluye el transporte urbano. Este "asumir" pasaría por el manejo de la información necesaria (estadísticas) para realizar actividades propias de la planificación, gestión y control del transporte urbano, siendo los SIG-T una excelente herramienta para ello.

### Conclusiones

Los resultados obtenidos a través de la creación de los sistemas de información geográfica en transporte pueden ser de gran utilidad en diversos organismos de gobierno, de educación, de investigación y de consultoría. En este sentido, los resultados alcanzados tienen un uso inmediato en la Alcaldía del Municipio Baruta, organismo de gobierno encargado del área física de estudio y, por ende responsable de la planificación y gestión del transporte urbano.

El sistema de información geográfica en transporte para el eje Chacaito-Las Mercedes-La Trinidad, es un instrumento de trabajo para la Alcaldía del Municipio Baruta, la cual puede hacer uso de la data y de los mapas temáticos con fines de planificación y gestión de su sistema de transporte urbano. Es posible también, que la Alcaldía de acuerdo a sus intereses, defina otros análisis o salidas (no incluidas en la investigación) que puedan ser obtenidas mediante consultas al SIG-T diseñado. El SIG-T del eje Chacaito-Las Mercedes-La Trinidad sirve de base para crear el correspondiente al transporte de todo el municipio.

Asimismo, la metodología utilizada para diseñar y conformar el sistema de información geográfica en transporte creado, puede servir de guía a cualquier alcaldía de los municipios urbanos de Venezuela.

Los resultados del presente trabajo son una pequeña contribución y una primera aproximación a las innumerables posibilidades que un SIG-T puede brindar a los fines de mejorar la gestión y la planificación del transporte urbano en las ciudades venezolanas.

### BIBLIOGRAFÍA

- BOSQUE SENDRA, Joaquín.  
1994  
Sistemas de información geográficos  
Ediciones Rialp, Madrid, España.
- GUTIÉRREZ, Javier y  
GOULD, Michael.  
1994  
Sistemas de información geográfica  
Editorial Síntesis, Madrid.
- HUXHOLD, William y otros.  
1996  
GIS County User Guide: Laboratory  
Exercises in Urban Geographic Infor-  
mation Systems.  
Oxford University Press, New York.
- SENN, James  
1992  
Análisis y diseño de sistemas de infor-  
mación.  
Mac Graw-Hill.
- LUSITANO, J., OCAÑA, R.,  
MUNDÓ, J.  
1999  
La utilización de los sistemas de infor-  
mación geográfica en planificación  
y gestión en América Latina.  
Ciudades N° 42, abril-junio, pp 61-64.
- OCAÑA, RV, MUNDÓ, J.,  
LUSITANO, J., SALOMÓN, I.  
2001  
"El sistema de información geográfi-  
ca como insumo de la gestión y la  
planificación en el transporte urbano.  
Caso corredores de transporte del  
Área Metropolitana de Caracas",  
Informe Final del Proyecto CONICIT S1-  
97001258, Caracas, Agosto.

