7.3. PLAN CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE AUTOBÚS DE TRONCAL

7.3.1. SISTEMA DE AUTOBUS ALIMENTADOR Y TRONCAL

En lo que concierne al plan de desarrollo preliminar para el sistema de autobús alimentador y troncal, el elemento más importante es probablemente el grado de segregación entre autobuses y otro tránsito. Los otros componentes críticos del sistema de tránsito de las vías solobús son: los carriles de circulación de buses, parada de autobuses e intersección. En general, los flujos de pasajeros medidos en las horas pico oscilan entre 20,000 y 25,000 pasajeros/ hora/ dirección sobre el sistema alimentador y troncal, en contraste con 30,000 en la Avenida Caracas.

En muchos casos, la limitación de capacidad sobre un sistema será la parada de autobús. Esta depende del número de bahías de autobús proveidas, las posibilidades para que los autobuses se adelanten unos a otros, etc. Las Intersecciones afectan el flujo de autobuses a lo largo de las vías a nivel y consiguientemente afecta ambas, la capacidad y velocidad de operación de autobús. Una intersección particularmente ocupada puede ser causa del embotellamiento de las vías solobús. La capacidad de las intersecciones y la parada de autobús sin la facilidad de adelantar puede influir en los flujos de autobús. En la mayoría de los casos, sin embargo, la capacidad de la intersección será mayor que la de la parada de autobús más crítica .

Por lo tanto, el plan preliminar de desarrollo se ha hecho tomando en cuenta los puntos críticos, arriba mencionados, simultáneamente con la planificación para la ruta de autobús y su sistema de frecuencias.

7.3.2. RED TRONCAL DE VIAS SOLOBUS

(1) Plan de desarrollo correspondiente

Hay muchos proyectos existentes de transporte urbano en Bogotá tales como el proyecto de transporte masivo por vías férreas SITM, proyecto Transmilenio para el transporte público y los proyectos de mejoramiento y construcción de vías como se mencionan en la Sección 5.4.3. Entre esos proyectos, los siguientes proyectos de transporte público se incorporan dentro de la red de información de proyectos de transporte público como un plan conexo de desarrollo:

- Proyecto de ferrocarril SITM
- Proyecto Transmilenio

1) Proyecto de Ferrocarril SITM

El Proyecto para la Primera Línea de Metro propuesta por el estudio SITM se divide en dos (2) etapas:

- La primera etapa se construye con una longitud de 15.34 km desde los patios y talleres de la estación terminal de Tintalito hasta la estación de San Martin. El período de construcción tomará aproximadamente 5 años (1999 a 2003).
- La segunda etapa se planea desde la estación de San Martin al terminal de Puerto Amor con una longitud de 14 km sobre un período de seis (6) años que comienza en 2002.

La información siguiente se aporta a la red pública de transporte:

- En el año 2005: se completa la etapa 1
- En el año 2010: se completa la etapa 2

2) El Proyecto Transmilenio por la STT

El proyecto de Transmilenio propone la introducción de vías troncales solobús sobre vías importantes con el nuevo sistema de operación, tal como ruta de autobús alimentador y troncal, autobuses clasificados grandes, una parada de autobús simple e integrada, etc. Las etapas de desarrollo del proyecto son como se indica a continuación:

Etapa 1998 a 2000

Se construirán las cuatro (4) vías solobús sobre los siguientes corredores viales:

- Autopista Norte (Calle 80 a Calle 170)
- Avenida Caracas (Molinos a Calle 80)
- Calle 80 (Caracas a Río Bogotá)
- Corredor Ferreo del Sur que se convierte en la Etapa 1 de la Primera Línea del Metro en el 2005 y una sección determinada entre la Avenida Cra. 68 y el perímetro urbano, que se convierte en la línea de alimentador del autobús.

Etapa 2001 a 2004

Se construirán cuatro (4) vías solobús en los siguientes corredores viales:

- Avenida de las Américas (Cra. 30 al límite con Mosquera)
- Avenida Suba (Cra. 30 a Subazar)
- Avenida Cra. 68 (Venecia a Autopista Norte)
- Avenida Boyacá (Autopista del Sur a Calle 127)

Etapa 2004 a 2007

Se construirán las cuatro (4) vías solobús y un (1) ferrocarril en los siguientes corredores viales:

- Primera Línea del Metro por la SITM
- Avenida Boyacá a Autopista al llano hasta Juan Rey
- Av. San Jose a Calle 170 (Cra. 7a a la Avenida Boyacá)
- Troncal Juan Rey (Calle 1 a Juan Rey)
- Avenida Ciudad de Cali (Autopista al sur a la Calle 170)

(2) Etapas del Proyecto de Vías solobús en el Plan de Desarrollo

Las etapas de proyecto del plan de desarrollo para el sistema de autobús de troncal en el Estudio se muestran como se indica a continuación:

1) Etapa 1 (en 2000)

- Se planean las siguientes tres vías segregadas solobús para el sistema de autobús de troncal:
- Avenida Caracas - Autopista Norte (Transmilenio propuesto y vía en estudio)
- Calle 80 (Transmilenio propuesto)
- Corredor Ferreo del Sur (transmilenio propuesto)

2) Etapa 2 (en 2005)

Los siguientes 8 proyectos se planean para ser agregados a las once (11) vías solobús.

- Carrera 7a-Cra.10
- Avenida Ciudad de Quito
- Avenida Cra. 68-Av.100
- Calle 170
- Avenida Suba
- Avenida Boyacá
- Avenida Centenario
- Avenida de las Américas
- Esas vías estudiadas se muestran en la Figura 7.3-1.

7.3.3. ALTERNATIVAS DE RUTAS DE AUTOBUS

La configuración de las rutas de autobús se compone de la red de rutas de autobús conectada entre un terminal central principal y varios peri - terminales en el plano conceptual. El terminal central de autobús donde se concentran muchos pasajeros de autobús, tiene una función de transferencia de autobuses y de punto de conexión de muchas rutas de autobús troncal donde es posible seleccionar flexiblemente las rutas de autobús, mientras que los terminales de autobús suburbanos tienen una función de terminal en áreas suburbanas y de conectar entre el alimentador y el autobús troncal y las áreas suburbanas.

(1) Etapa 1: en 2000

1) Condiciones de Estudio

El plan de desarrollo de troncal de vías solobús se examina en las siguientes condiciones:

1) Vías solobús: tres únicas (3) vías solobús, que se construyen totalmente segregadas (ver Sección 7.3.2).
2) Autobús Troncal: el autobús de troncal se opera en la vía segregada solobús.
3) Autobús Alimentador: el autobús alimentador no estará en operación en el 2000. Esto es porque, en el año 2000, la red troncal completa de vías solobús con únicamente 3 vías solobús construidas no estará completa, y casi todos los autobuses (autobús ordinario) todavía se operarán en las rutas existentes de autobuses con el sistema existente de autobús. Por lo tanto, no es necesario operar los autobuses alimentadores.
4) Autobús Ordinario: en lo que concierne a la operación de autobuses ordinarios, se proponen dos alternativas: la alternativa - 1 es el caso donde el autobús ordinario se opera sobre el mismo sistema (ruta) que en el presente. La alternativa - 2 es el mismo caso que el de la alternativa - 1, pero las rutas de autobús desviadas de la troncal serán abolidas por el grado de desviación. Los autobuses ordinarios se operarán por fuera de las vías segregadas.
5) Terminal Central de autobús: En el año 2000, ningún terminal central de autobús estará listo. Por lo tanto, entonces, las rutas de autobús deben tomar giros en U cerca a la Avenida Jiménez debido a la no disponibilidad de espacio para que estacione un autobús.

6) Terminal Suburbano de autobús: cinco (5) terminales suburbanos de autobuses estarán listos en 2000 para el parqueo, giro, abordaje y descenso de pasajeros que están en áreas residenciales dentro de Bogotá.

2) Alternativas de rutas de Buses Troncales

Seis (6) rutas de autobús troncal se proponen como se muestran en la Figura 7.3-2. La Figura 7.3-3 muestra el componente de rutas de autobús troncal. La configuración de rutas es simple pero los giros de ruta en "U" estarán en las vías. Las rutas de autobús troncal se conectan únicamente entre las áreas centrales y las áreas residenciales en suburbios de Bogotá. Esas cuatro rutas de autobús hacen giros en "U" entre la Avenida Lima y la Avenida Jiménez donde no hay disponibles vías segregadas de solobús. Varias rutas alternativas se consideran como rutas de giro en "U". Las rutas recomendadas para el giro en U son seleccionadas por la dirección tomando en cuenta los factores siguientes.

1) Evitar pasar mediante vías estrechas y no tener conflictos con los otros vehículos
2) Evitar tránsito congestionado en las vías y mantener puntualidad
3) Evitar giros a la izquierda
4) Evitar concentración de rutas de autobús sobre las mismas vías

La Figura 7.3-4 y la Figura 7.3-5 muestran las rutas recomendadas para el giro en "U" entre la Avenida Lima y la Avenida Jiménez, que son más razonables en la gestión de tránsito. Sobre las rutas recomendadas, hay varias intersecciones donde el giro izquierdo se prohibe. A fin de obtener un desempeño mejor de los autobuses, es necesario aprobar el giro izquierdo y colocar señal de giro con fase de prioridad para el autobús.

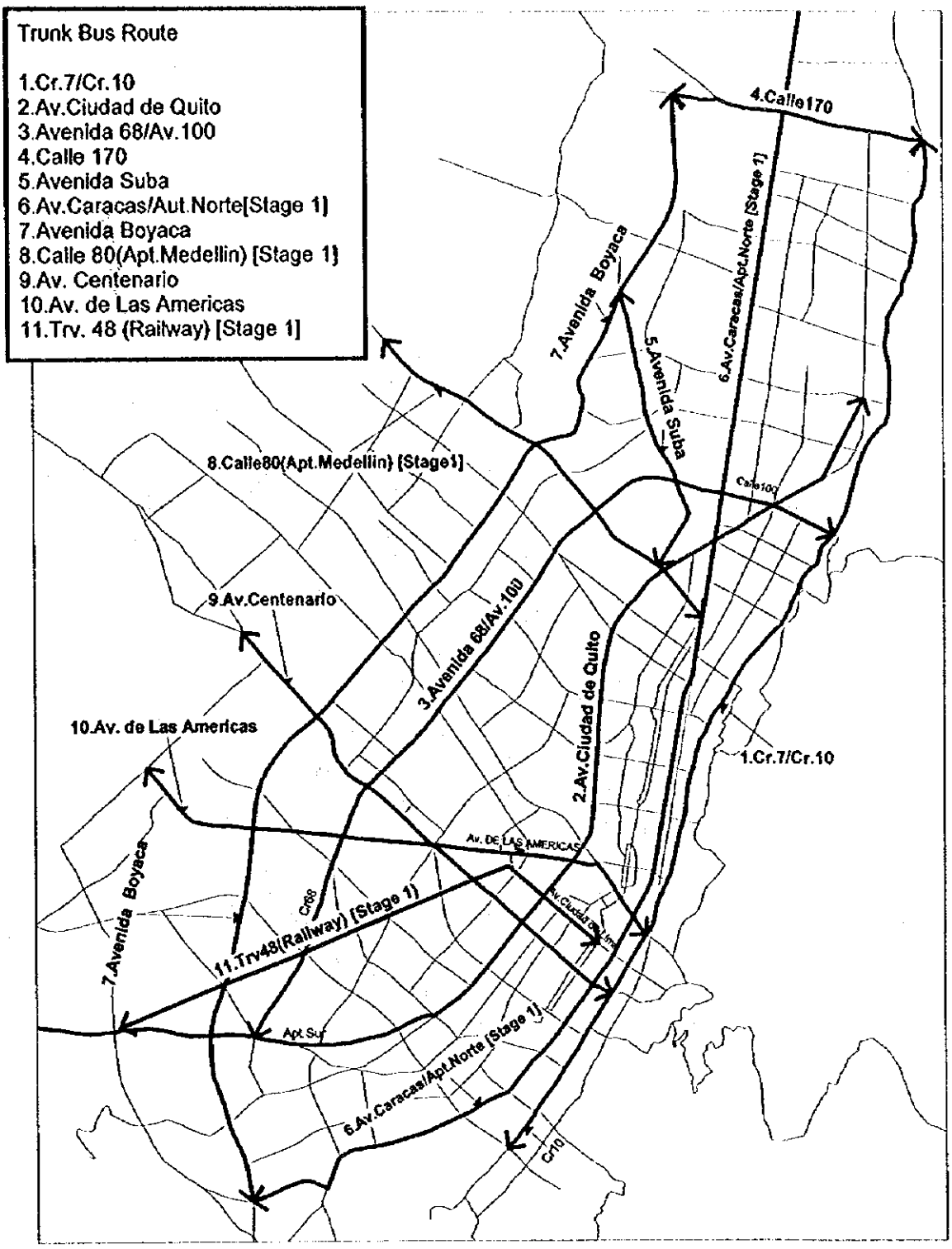


Figura 7.3-1 Plano de Desarrollo de Troncal Vías solobús

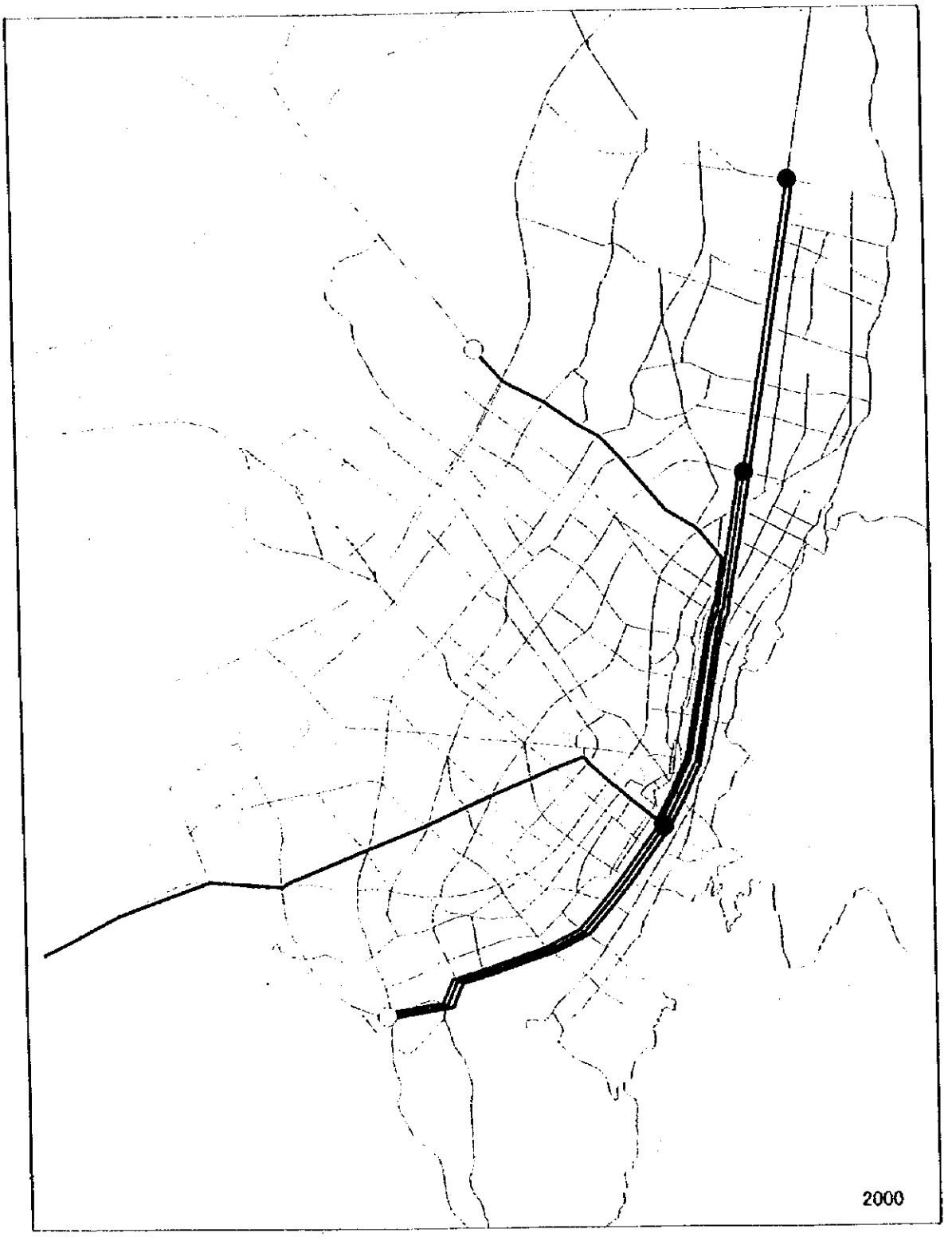


Figura 7.3-2 Rutas de Autobús Troncal en el 2000

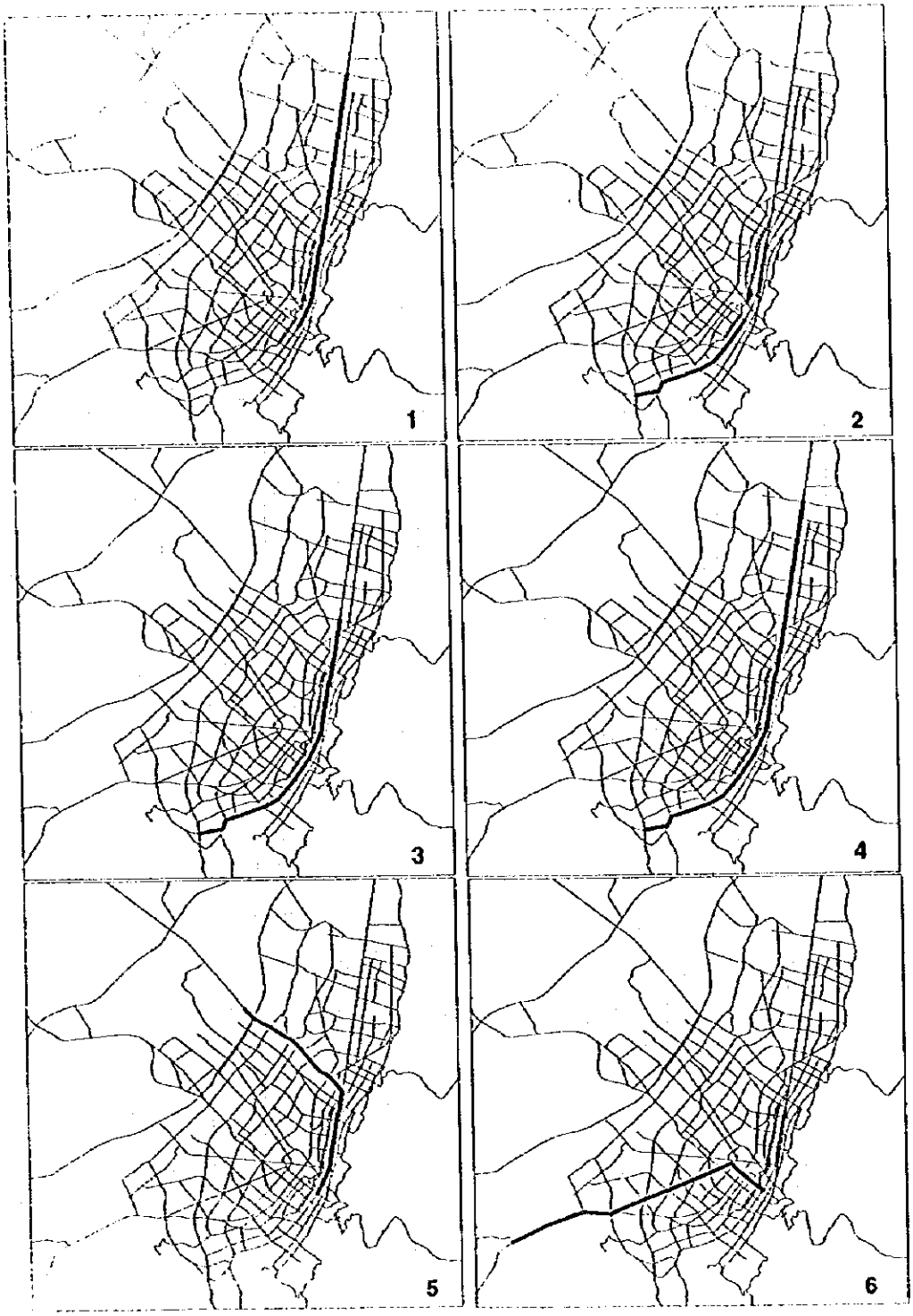


Figura 7.3-3 Componente de Rutas de Autobús Troncal en el 2000

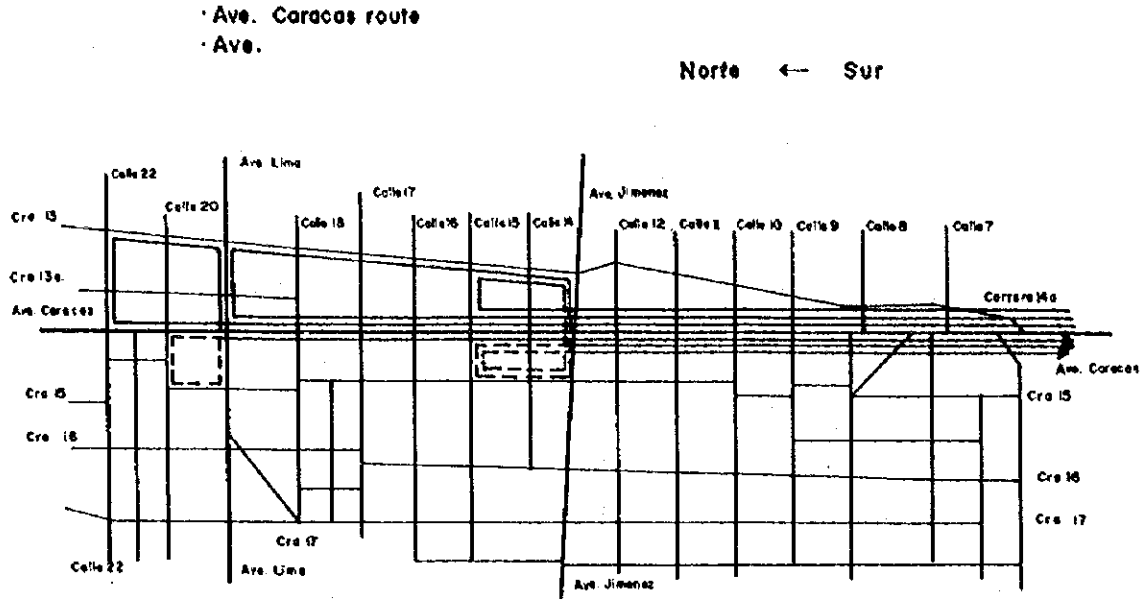


Figura 7.3-4 Giro en "U" Recomendado para Rutas de Autobús (Sur desde/hacia Centro)

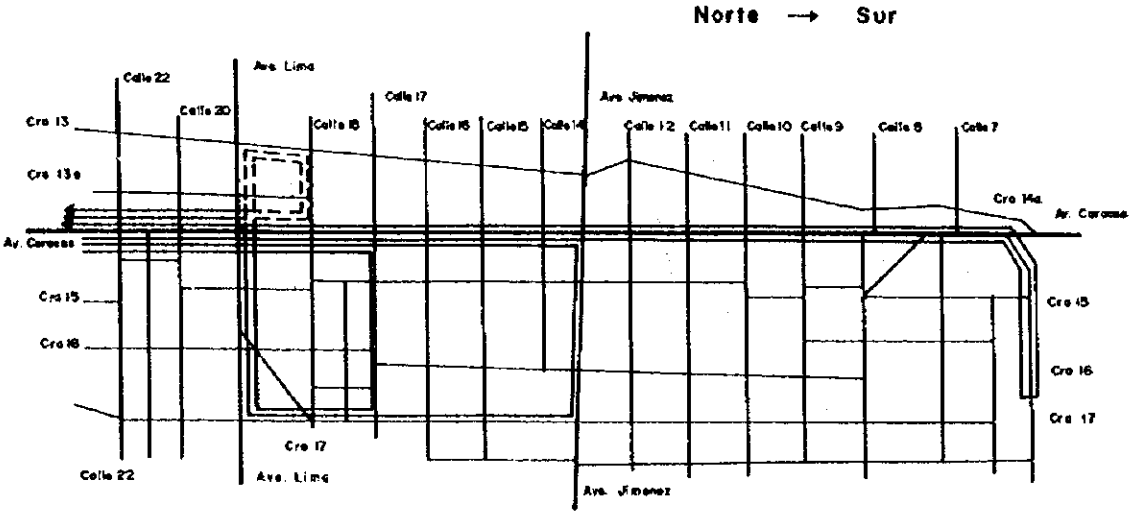


Figura 7.3-5 Giro en "U" Recomendado para Rutas de Autobús (Norte desde/hacia Centro)

(2) Etapa 2: en 2005

1) Condiciones de Estudio

El plan de desarrollo de vías troncales solobus se examina en las condiciones siguientes:

1) Vías solobús: se completan once vías solobus (11) totalmente segregadas (ver Sección 7.3.2).
2) Autobús Troncal: el autobús troncal se opera sobre la vía segregada.
3) Autobús Alimentador: debido a que la red troncal de vías solobús será completada en 2005, el autobús alimentador operará para complementar un servicio de autobús troncal dentro de algunas áreas donde ningún autobús troncal opera. Los buses alimentadores se operan sobre vias sin especiales medidas de prioridad de autobús.
4) Autobús Ordinario: el autobús ordinario en el actual sistema de operación de autobús no operará y las rutas existentes de autobús básicamente cambiarán a nuevas rutas de autobús troncal.
5) Terminal Central de autobús: el terminal central de autobús será completado hacia el 2005 pero algunas instalaciones de servicio no serán suficientes. Por lo tanto, el autobús será operado por la red de rutas conectadas entre una central terminal principal y varios terminales suburbanos de autobús en etapa conceptual.
6) Terminal Suburbano de autobús: los terminales suburbanos en las áreas residenciales cerca del límite de Bogotá estarán disponibles para el parqueo de autobús, el retorno de autobús abordaje y descenso de pasajeros funcionarán como terminales para cada ruta de autobús troncal.

2) Alternativas de Rutas de Autobús Troncal

Para el 2005, la configuración de rutas de troncal de autobús es completada por nexos entre la central terminal de buses y los terminales suburbanos. Dos (2) rutas alternativas se proponen:

1) Alternativa - 1: una red de rutas de autobús conecta únicamente terminales adyacentes el uno al otro que refiere a la Alternativa - A en el plan conceptual en la Sección 5.4.4.
2) Alternativa - 2: la red de rutas que incorpora la Alternativa - A con la Alternativa - B en que las rutas de autobús conectan cada terminal de autobús el uno al otro como se muestra en la Figura 5.4-5.

La Figura 7.3-6 y la Figura 7.3-9 muestran la Alternativa - 1 y la Alternativa - 2 de ruta de troncal de autobús en el 2005, respectivamente. Los componentes de cada ruta de autobús por Alternativas se muestran en la Figura 7.3-7 y la Figura 7.3-8 para la Alternativa - 1, y Figura 7.3-10hasta la Figura 7.3-16 para la Alternativa - 2.

Antes del examen de rutas alternativas, a fin de saber las rutas de autobús para ser seleccionadas por pasajeros de autobús en 2005, la asignación de tráfico se efectuó usando los datos aportados que son pasajeros de autobús por hora pico, OD, datos de trayecto en 2005 y red vial existente

La Figura 7.3-17 hasta la Figura 7.3-21 muestran el transbordo de pasajero OD trayecto en la hora pico de la mañana sobre las rutas selectas de autobús en las once (11) vías solobús planeadas. En esas figuras, el movimiento de pasajeros entre cada par de zonas de tránsito es representado por una línea cuyo ancho es proporcional al número de viajes entre las zonas. Las secciones selectas de la ruta de autobús son representadas por una línea con

trama de rejilla, y las líneas negras con la línea mas ancha muestran las rutas seleccionadas por pasajeros de autobús.

Como puede verse, esas figuras muestran el paso de las líneas de deseo en su recorrido por las secciones escogidas. Las líneas de deseo en la Avenida Suba conectan las áreas de Suba y áreas comerciales centrales con una línea más fuerte. Esto indica que las personas que moran en Suba desean llegar a las áreas centrales con un solo trayecto. Esas figuras son una buena guía para hacer una ruta troncal de autobús y las Alternativas - 1 y - 2 se han hecho tomando esto en cuenta.

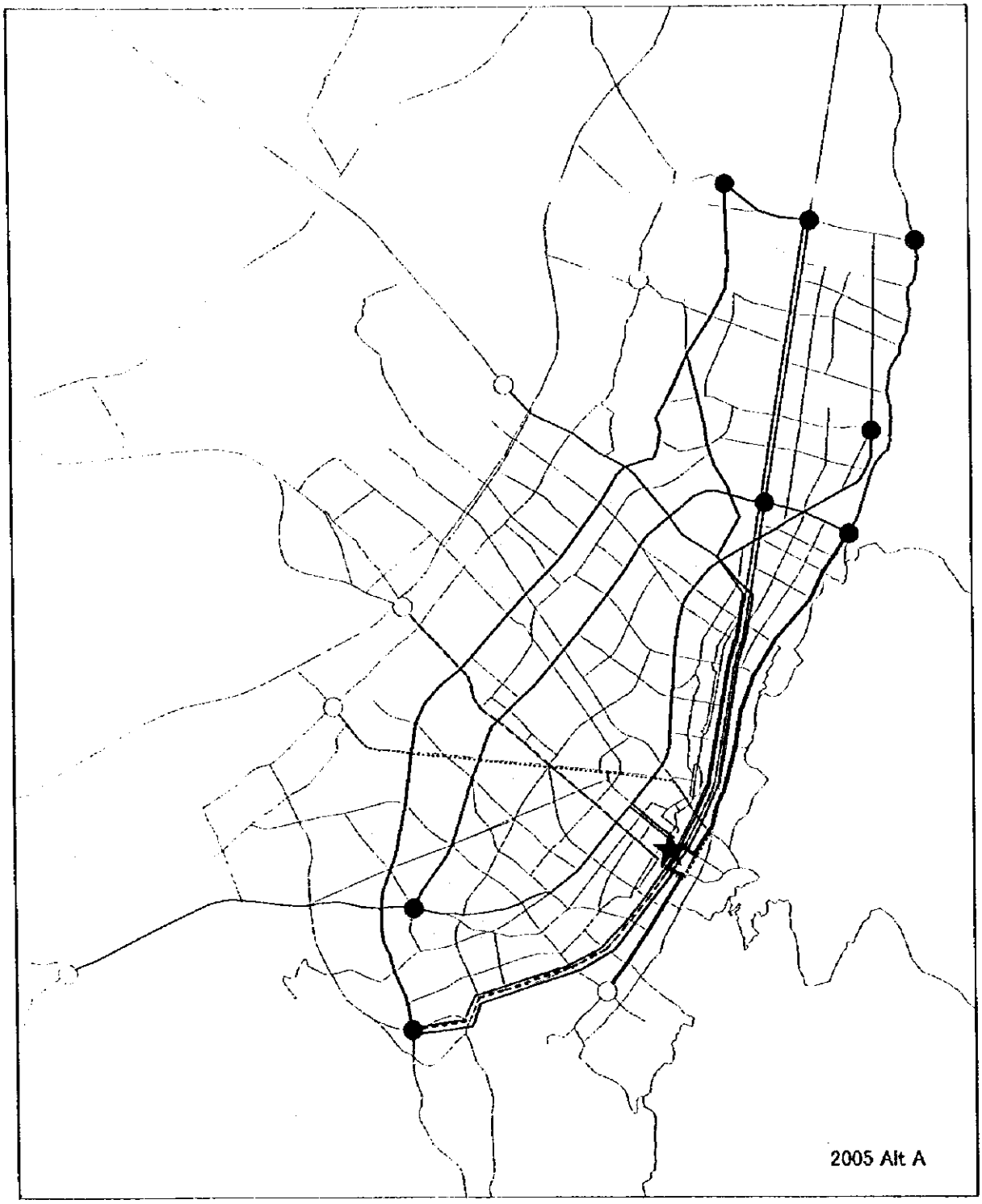
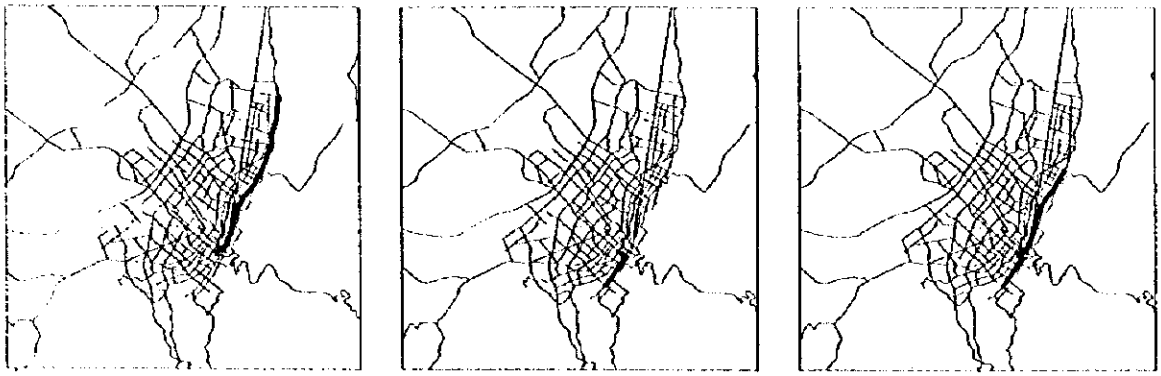


Figura 7.3-6 Alternativa - 1 de Autobús Troncal Ruta en el 2005

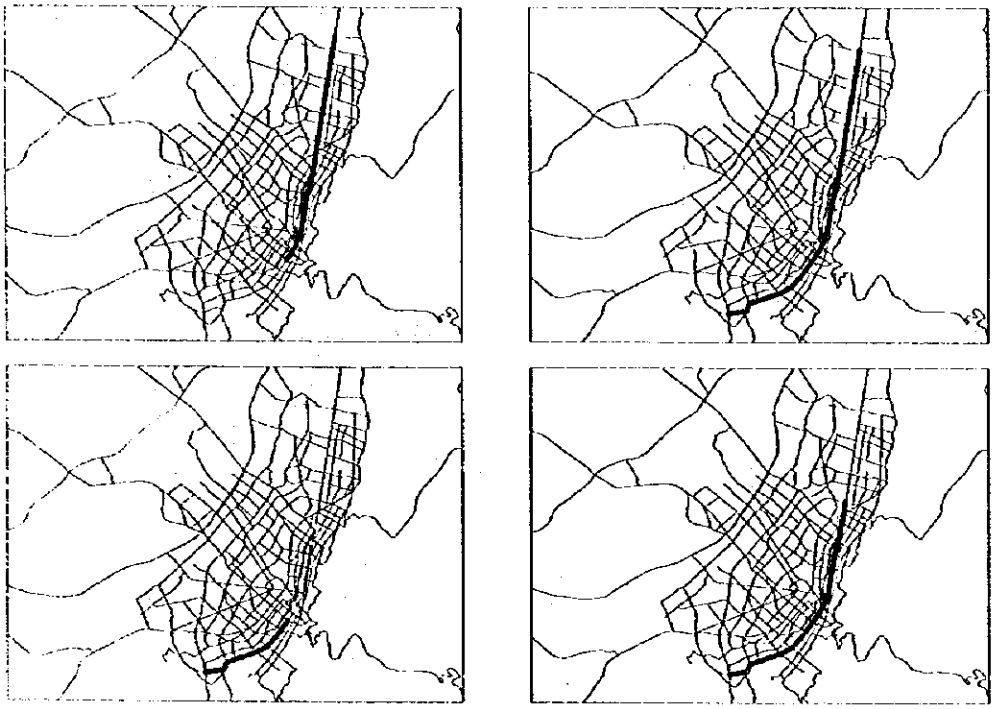
Los componentes de Cada Ruta de Autobús de Alternativa - 1

1) Carrera 7a
2) Caracas-Norte
3) Avenida Suba
4) Calle 80
5) Avenida Cuidad de Quito - Autopista Sur
6) Avenida 68
7) Avenida Centenario
8) Avenida de las Américas
9) Avenida Boyacá - Calle 170

(1) cra 7a.



(2) Caracas - Norte



(3) Suba

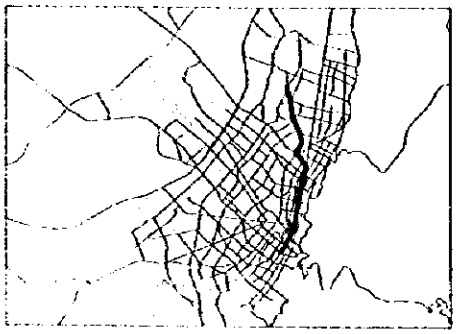
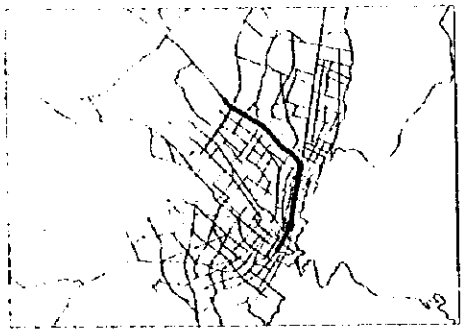
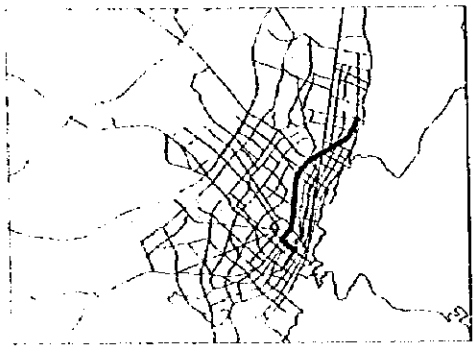


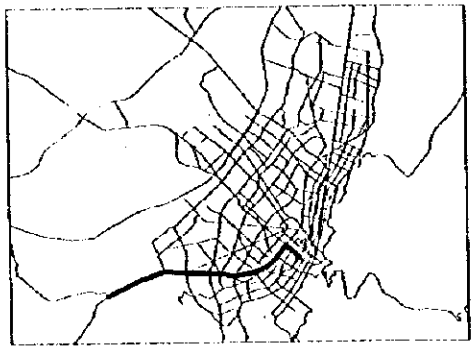
Figura 7.3-7 Componentes de Ruta de Autobús de Alternativa - 1 (1)

(4) Calle 80

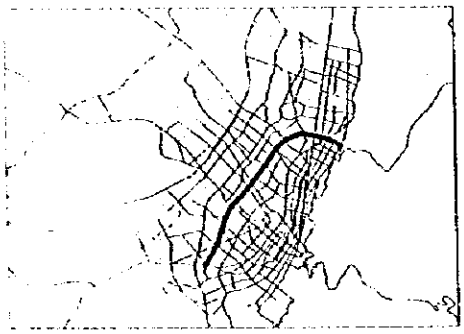


(5) Quito - Auto Sur

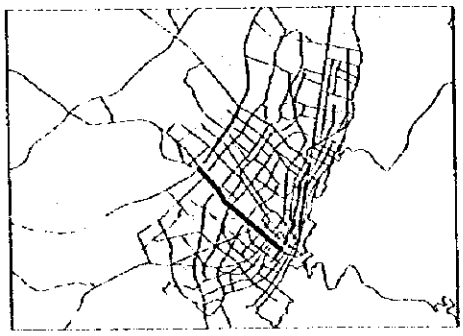




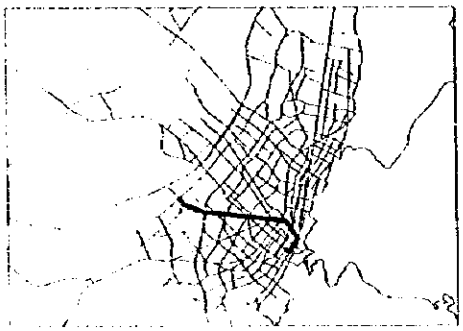
(6) Av 68



(7) Centenario



(8) Americas



(9) Boyaca - Calle 170

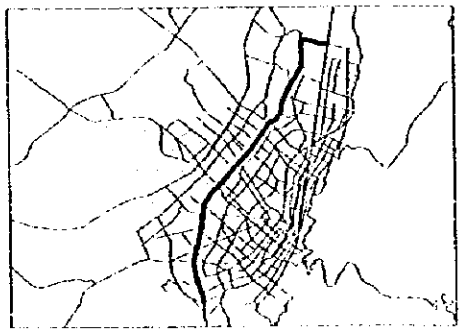


Figura 7.3-8 Componentes de Ruta de Autobús de Alternativa - 1 (2)

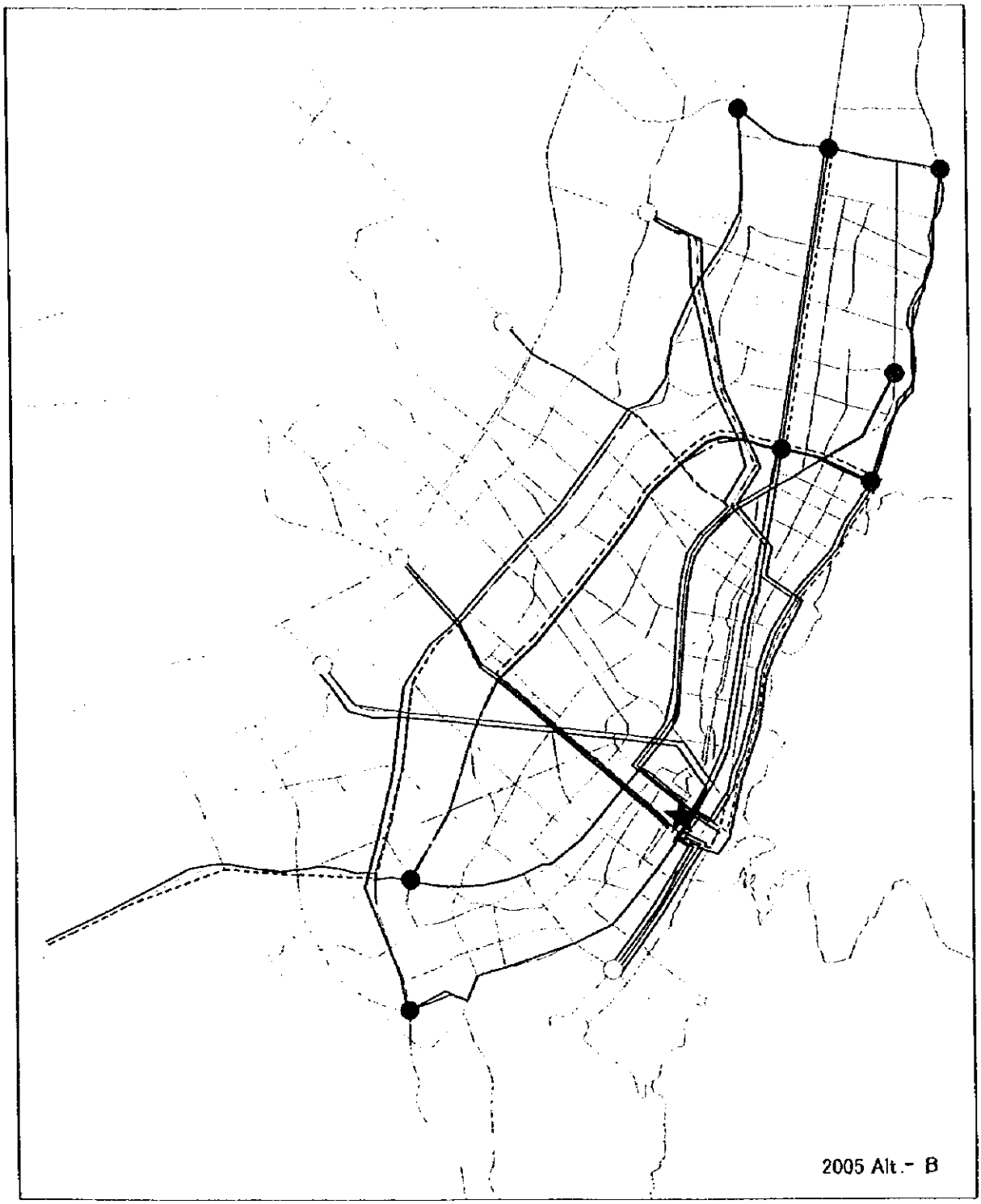


Figura 7.3-9 Alternativa - 2 de Rutas Troncales de Autobús en el 2005

Los componentes de Cada Ruta de Autobús de Alternativa - 2

1) Carrera. 7a
2) Caracas - Norte
3) Avenida Suba
4) Calle 80
5) Avenida Cuidad de Quito - Autopista Sur
6) Avenida 68
7) Avenida Centenario
8) Avenida de las Américas
9) Avenida Boyaca-Calle 170

(1) cra 7a.

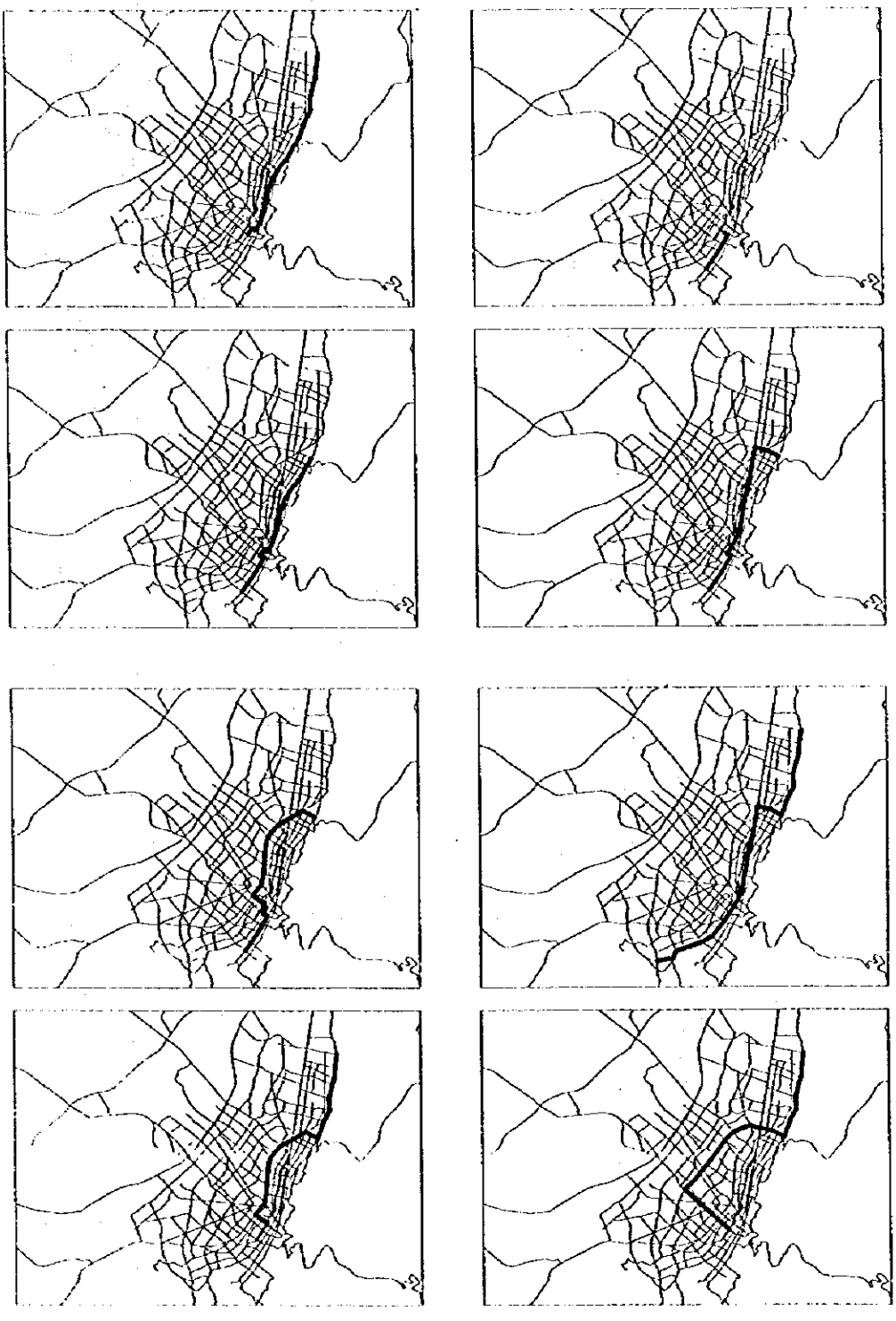


Figura 7.3-10 Componentes de Ruta de Autobús de Alternativa - 2 (1)

(2) Norte - Caracas

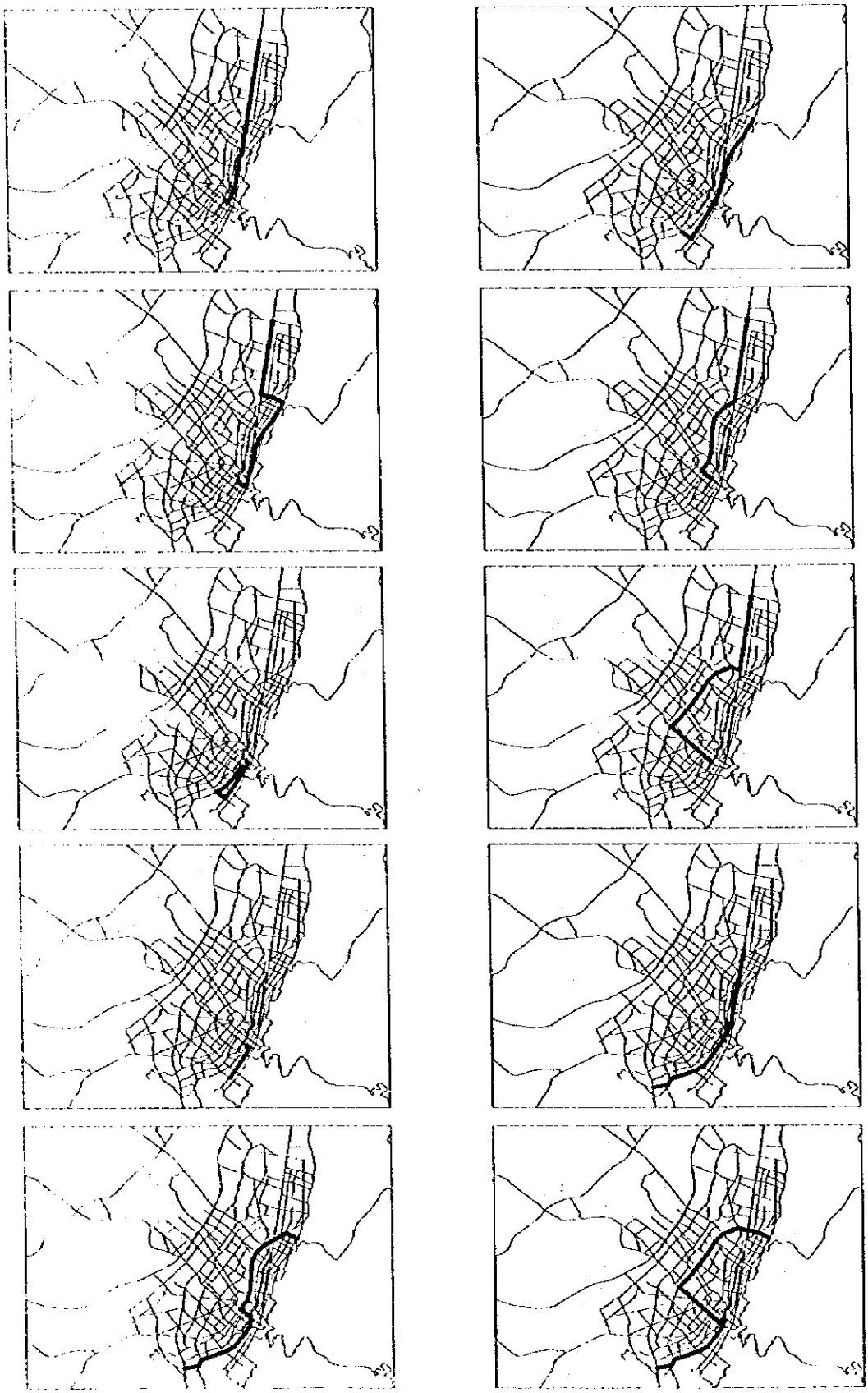


Figura 7.3-11 Componentes de Ruta de Autobús de Alternativa - 2 (2)

(3) Suba

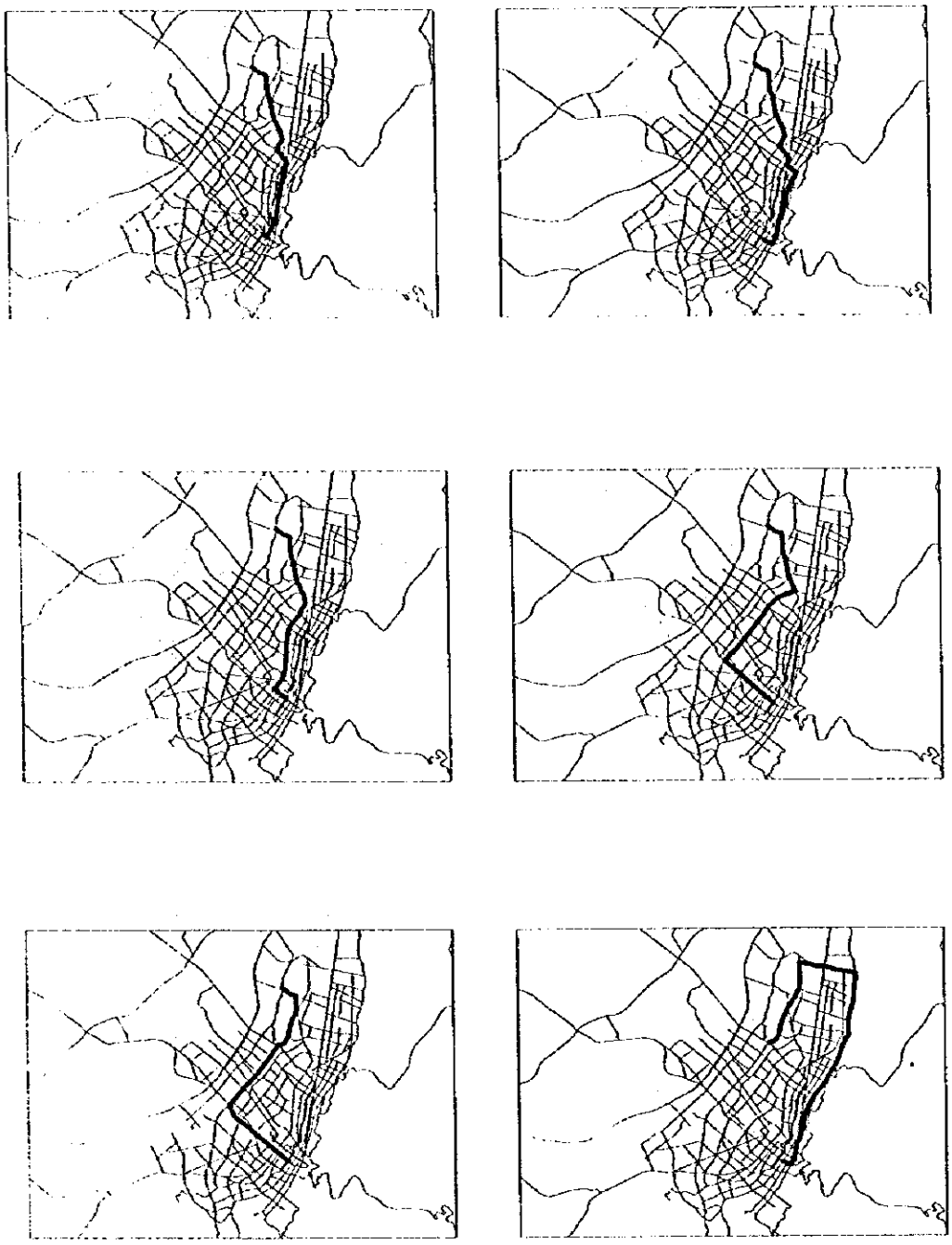


Figura 7.3-12 Componentes de Ruta de Autobús de Alternativa - 2 (3)

(4) Calle 80

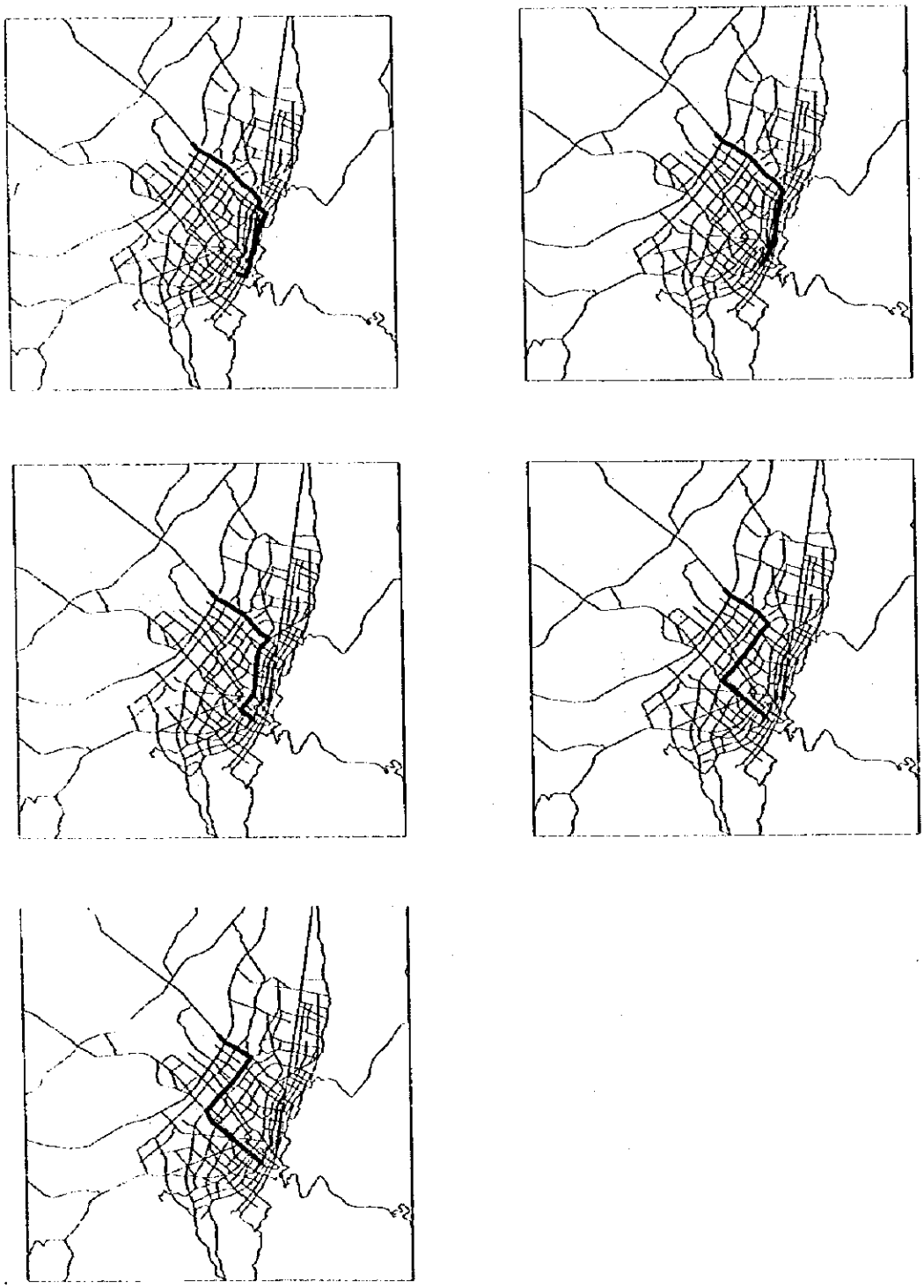


Figura 7.3-13 Componentes de Ruta de Autobús de Alternativa - 2 (4)

(5) Quito - Auto Sur

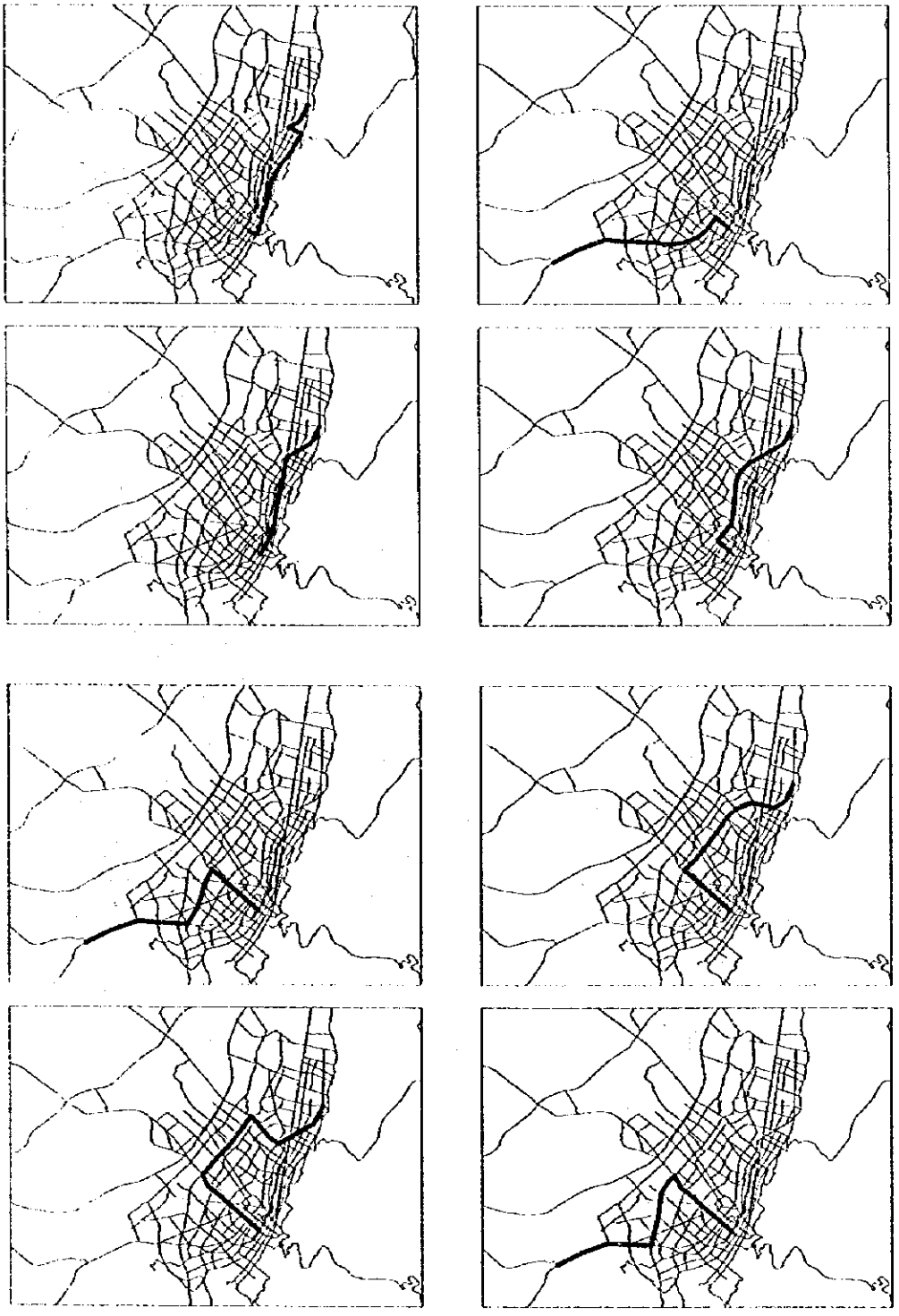


Figura 7.3-14 Componentes de Ruta de Autobús de Alternativa - 2 (5)

(6) Centenario

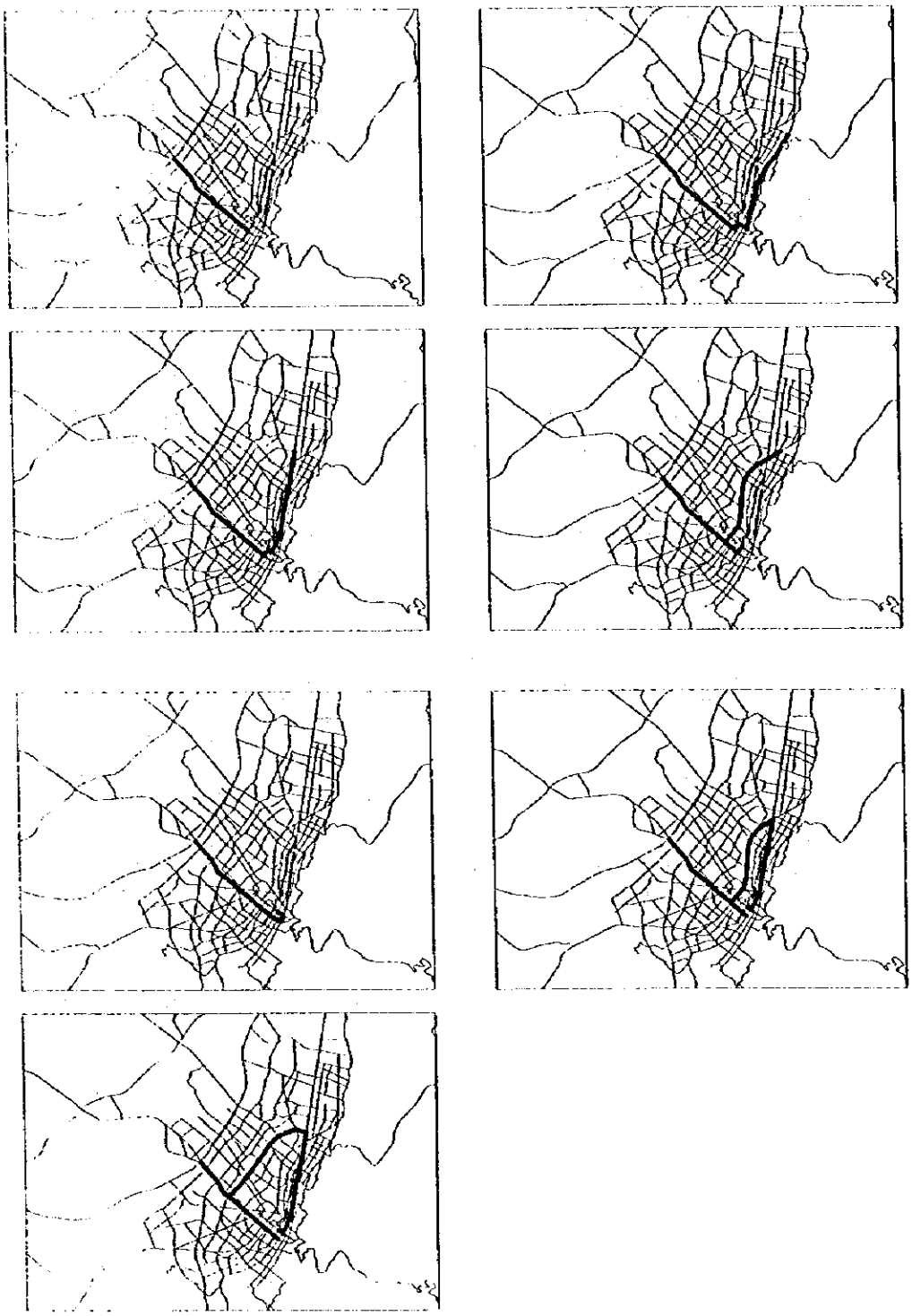
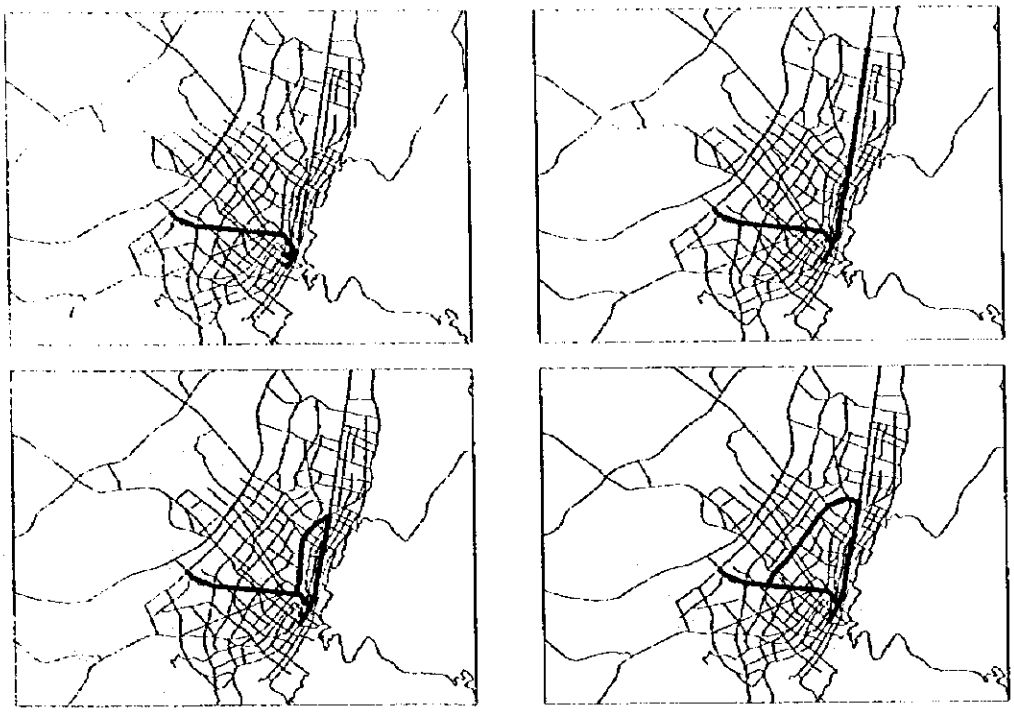
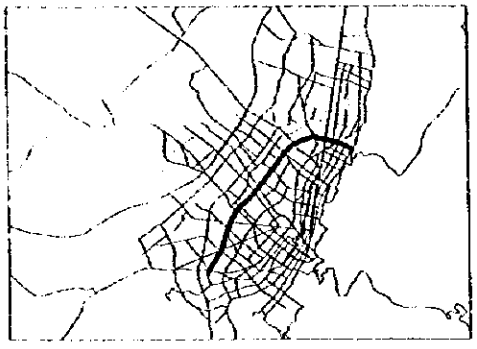


Figura 7.3-15 Componentes de Ruta de Autobús de Alternativa - 2 (6)

(7) Americas



(8) Av 68



(9) 170 - Boyaca

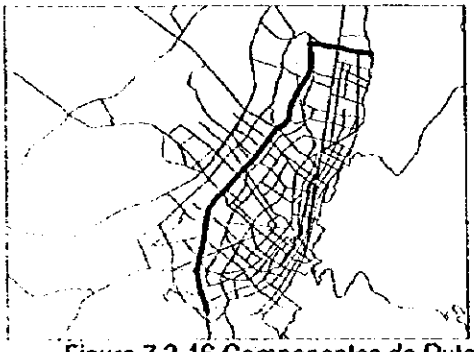


Figura 7.3-16 Componentes de Ruta de Autobús de Alternativa - 2 (7)

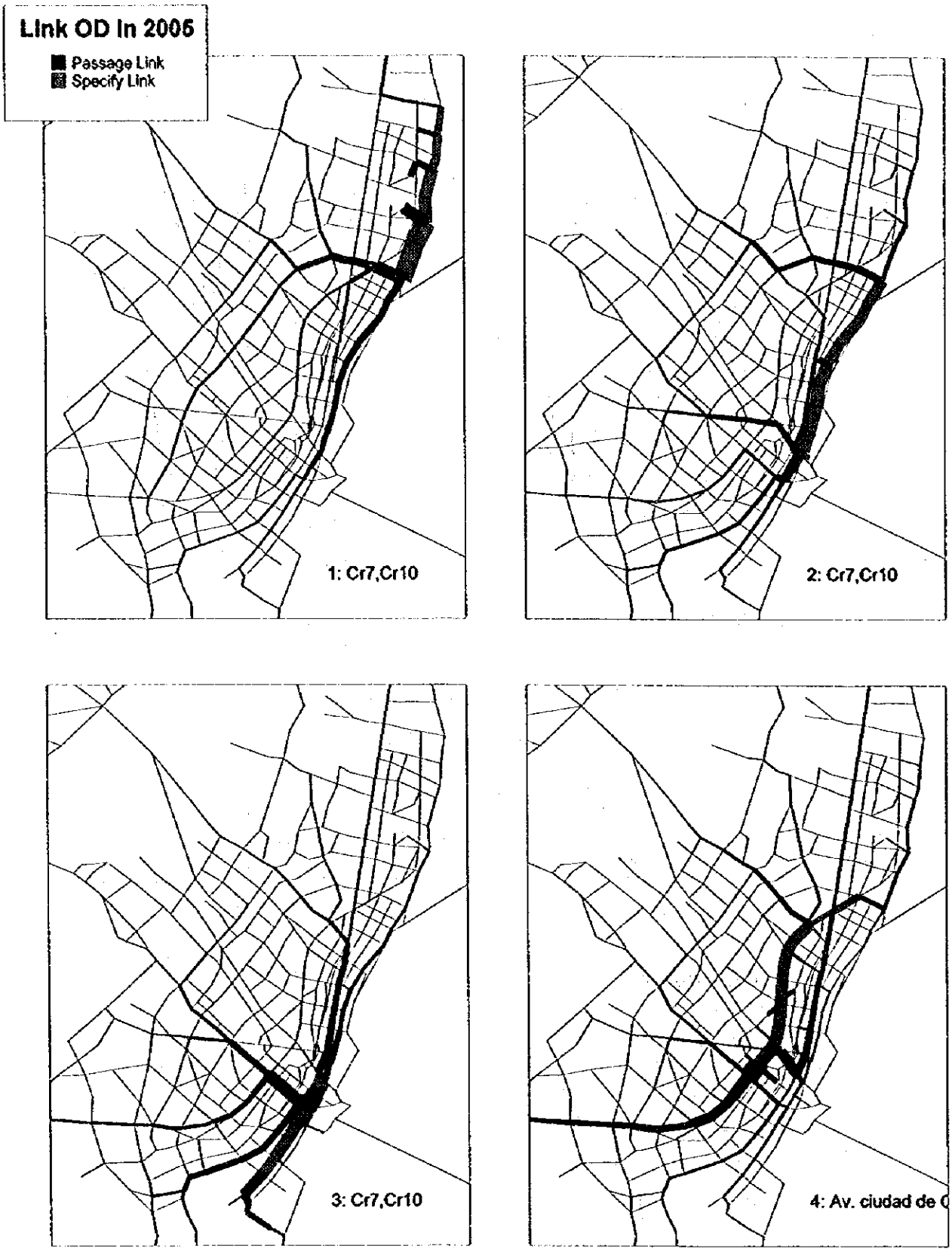


Figura 7.3-17 Pasajeros de Autobús OD Empates sobre la Avenida Carrera 7a, Carrera 10, y Avenida Ciudad de Quito

Figura 7.3-18 Pasajeros de Autobús OD Empates sobre la Avenida 68 y Avenida 100

Figura 7.3-19 Pasajeros de Autobús OD Empates sobre la Calle 170, Avenida Suba y Avenida. Caracas

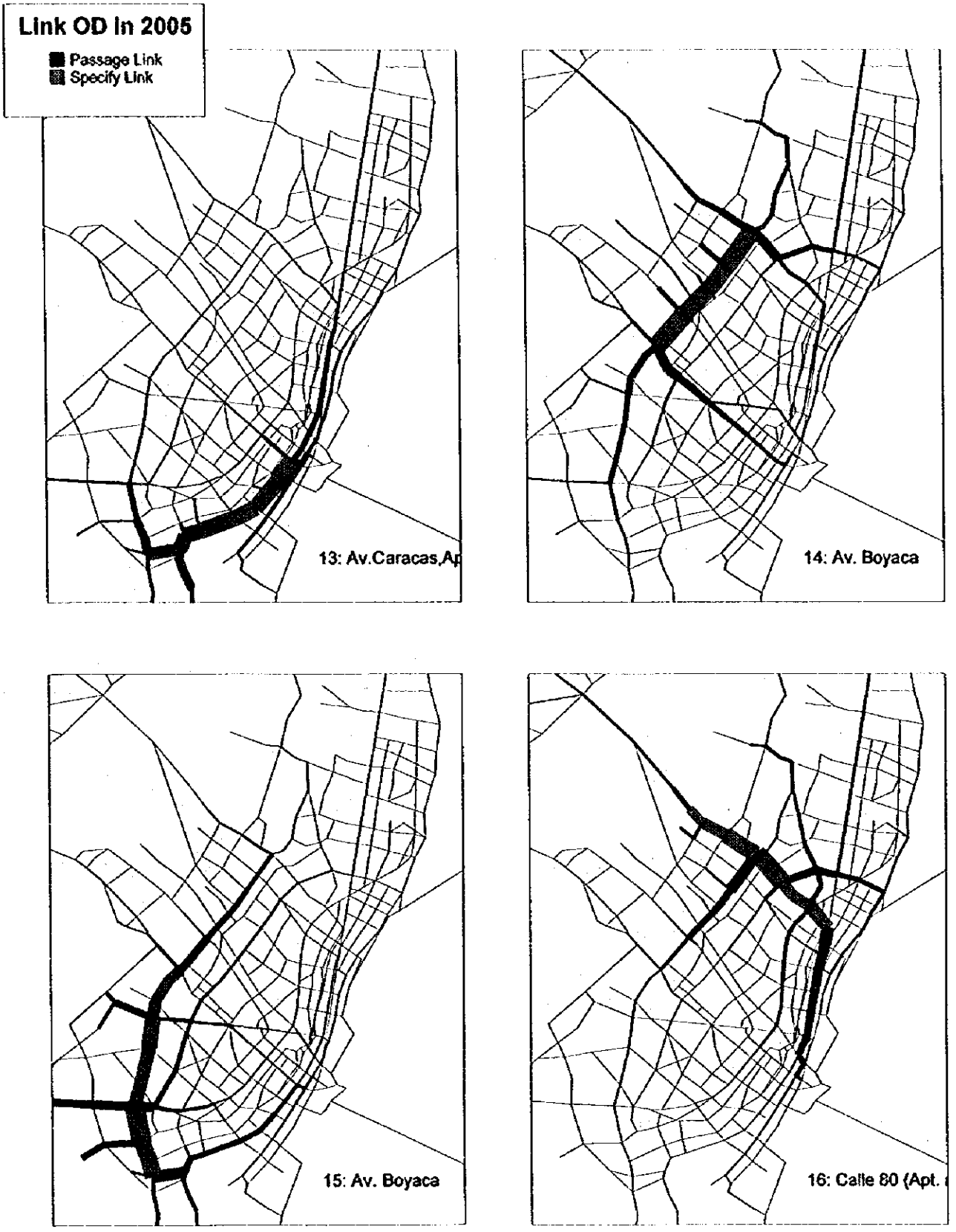


Figura 7.3-20 Pasajeros de Autobús OD Empates sobre la Avenida Boyacá y Calle 80

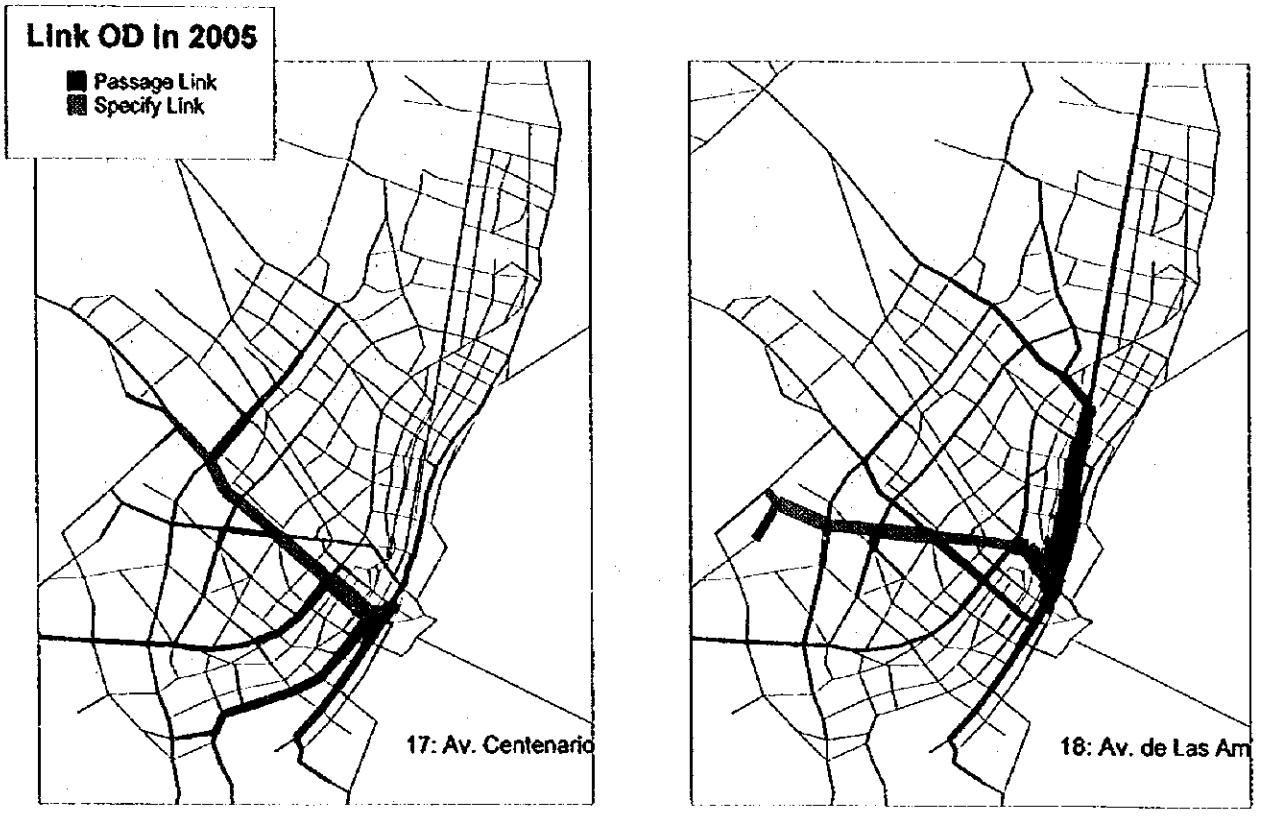


Figura 7.3-21 Pasajeros de Autobús OD Empates sobre la Avenida Centenario y Avenida de las Américas

7.3.4. SISTEMA DE FLOTAS DE AUTOBUS

(1) General

En el sistema de autobús alimentador y troncal, la capacidad carril-carga puede ser mejorada por el uso de autobuses de alta capacidad, si son articulados, de doble - muelle o con el uso de bus de remolque. En lo que concierne a la capacidad de traslado de pasajeros en los paraderos, sin embargo, la configuración de puertas, el número de puertas, sistemas de tiqueteo, etc. son frecuentemente más importantes que la sola capacidad del autobús.

Las características de autobús que influyen el desempeño del sistema de autobús troncal son como se indica a continuación:

1) Capacidad y tamaño del Vehículo
2) Existencia y control de puertas
3) Número, ubicación, ancho y uso de puertas
4) Número y altura de pasos
5) Altura de piso
6) Velocidad máxima
7) Tasas de aceleración y desaceleración

Las ventajas generales de autobúses clasificados grandes o pequeños son como se indica a continuación .

1) Los costos de Operación por unidad de capacidad ofrecida disminuyen en la medida en que la flota de buses aumenta de tamaño. Esto es mayormente debido a la productividad más alta del trabajo.
2) La capacidad de la línea aumenta casi de modo lineal con el tamaño de autobús. Con autobúses más grandes, la congestión de vía disminuye y la confiabilidad de servicio también aumenta.
3) La maniobrabilidad del Vehículo disminuye con el tamaño del autobús. Los autobuses grandes son menos convenientes y más lentos en rutas con muchos giros, carriles estrechos, y demás. Una excepción a esto puede ser buses articulados: uno de 16 mts de largo articulado es más maniobrable que uno de cuerpo sencillo con la longitud máxima (12 mts).
4) La comodidad de viaje aumenta en los autobuses de cuerpo sencillo, pero se rebaja con autobuses articulados y de dos pisos.

La selección de tamaño de autobús es comúnmente una tarea compleja porque la importancia relativa de estos factores varía con condiciones locales. Así, sobre algunas rutas, la maniobrabilidad es el factor importante contra los autobuses de tamaño máximo: en muchas ciudades Europeas prefieren autobuses de 11 mts. de regular y 16.5 mts. articulado, preferibles a la máxima longitud de autobuses (12 a 18 ms), debido a sus más estrechas trayectorias de giro. Sin embargo, frecuentemente los costos operativos y la confiabilidad de servicio son los factores dominantes. Por lo tanto, con la demanda creciente, la capacidad debería ser aumentada introduciendo autobuses más grandes, más que por mas alta frecuencia de servicio, que ocasiona costos operativos más altos y disminuye confiabilidad. La Figura 7.3-22 muestra la relación entre los elementos de servicio y costo del servicio de autobús.

En resumen, para flujos determinados por volúmenes de pasajeros, los vehículos más grandes ofrecen tanto costos activos inferiores como servicio de más alta confiabilidad. En

Bogotá, el transporte de autobús es el modo principal para el transporte público y la demanda pública de transporte es alta, especialmente en las horas pico. Cuando el sistema de autobús alimentador y troncal se introduce en Bogotá, los autobuses más grandes sobre las vías troncales de solobús ofrecerán tanto la operación a más bajo costo como el servicio de más alta confiabilidad.

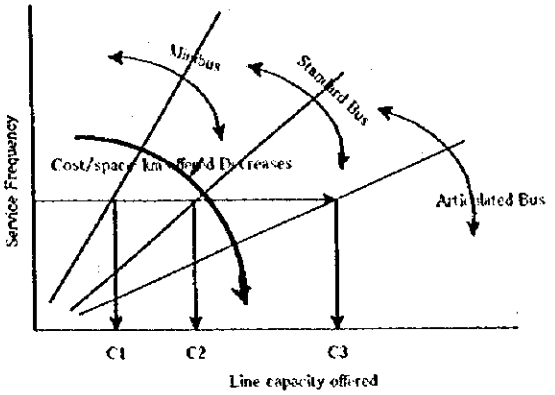


Figura 7.3-22 Relaciones entre Elementos de Servicio y Costo de Servicio de Autobús

(2) Tamaño de autobús

En el actual sistema de operación de buses, el Autobús más grande tiene aproximadamente 10.5 - 11.5 metros y su capacidad de pasajeros está alrededor de 45 asientos. Como es mencionado en la Sección 5.4.3, la capacidad de autobús usada para las operaciones de autobús alimentador y troncal se propondrán como se indica a continuación:

1) Autobús de Troncal: 80 - 100 pasajeros /unidad
2) Autobús Expreso: 150 - 200 pasajeros /unidad
3) Autobús Alimentador: 15 - 20 pasajeros /unidad

Esas capacidades de pasajeros de troncal y los autobuses expresos son casi 2 - 4 veces, comparando con las capacidades existentes de autobús. Con respecto a autobuses más grandes de tamaño, la maniobrabilidad es una desventaja debido a lo estrecha que se vuelve la trayectoria desde el punto de vista de gestión de tránsito.

La Figura 7.3-23 muestra tamaños de autobuses de troncal y expresos propuestos en el Estudio. El autobús de troncal usa un autobús estándard. Este es el tipo más común de autobús de tránsito, comúnmente considerado como la norma, que es un vehículo de cuerpo-sencillo con dos ejes, seis ruedas, y una capacidad de 80-100 espacios.

El autobús expreso emplea un autobús articulado. El autobús articulado es un autobús largo con dos cuerpos conectado por una articulación que provee un único interior contínuo pero permite al vehículo "flexionarse" mientras cruza. Su longitud total es 16 a 18 m. Su capacidad total es 120 a 160 espacios. En Curitiba, los buses expresos articulados tienen una capacidad de 160 pasajeros. Un autobús biarticulado tiene capacidad de 270 pasajeros.

El diseño más común de autobuses articulados es con dos ejes bajo el cuerpo frontal y uno bajo la sección trasera del cuerpo. La articulación se suspende sobre la proyección trasera de la sección anterior. La junta de articulación comúnmente permite doblar las dos secciones de cuerpo hasta ± 40° a 45° horizontalmente y ± 10° verticalmente.

Varios factores hacen el autobús articulado atractivo para el uso. La productividad más alta de labor en autobuses articulados reduce el costo de operación por espacio-km. También, hay una necesidad de proveer capacidad más alta de pasajeros: menos apiñado durante horas pico y asientos para más pasajeros durante horas fuera de pico. Los vehículos más grandes finalmente utilizan mejor el espacio de la calle e incrementan la capacidad de la línea

En lo que concierne a la trayectoria de giro en intersecciones, a pesar de su 50% mayor longitud, los autobuses articulados comúnmente tienen el mismo radio de giro y una trayectoria más estrecha que los autobuses estándard. Las trayectorias de las ruedas traseras caen dentro de las trayectorias de las ruedas de eje medio y anterior, permitiendo al autobús hacer cualquier giro que un autobús estándard puede hacer.

Para obtener una velocidad activa parecida a la de buses estándard, los autobuses articulados típicamente deben tener tres a cuatro puertas. Otro requerimiento es que tengan un sistema de recaudo de tarifa de autoservicio. Este método de recaudo de tarifa permite el abordaje/descenso simultáneo sobre todas las puertas para que los volumenes pesados de pasajeros puedan manejarse sin demoras importantes.

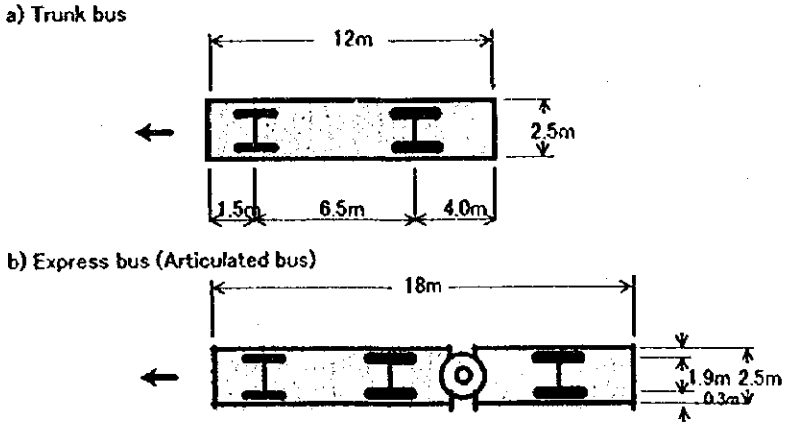


Figura 7.3-23 Tamaños de Autobuses de Troncal

(3) Puertas

El abordaje y descenso de los autobuses afecta la conveniencia del pasajero, la accesibilidad por pasajeros y demora en el tiempo de paradas de autobús, que a la vez directamente afecta la velocidad activa y el costo del servicio. La relación de capacidad/puertas del vehículo es el factor básico para determinar el número y anchura de puertas. Esta relación debería ser menor para rutas con viajes cortos e intercambio pesado de pasajeros. Algunos autobuses estándard para rutas ocupadas en ciudades Europeas tienen tres puertas de doble-canal y una relación capacidad-a-puerta de canal tan pequeña como 12:1. La mayoría de los diseños Europeos comunes tienen dos puertas de doble-canal y una relación de 20:1.

El ancho de puertas de 670 a 830 mm, típico para los autobúses de EE.UU., tienen una tasa abordando/descendiendo de 1 a 4 segundos por persona, dependiendo de si la tarifa se cobra, qué tipo de tarifa, si se transporta equipaje, etc. Esta figura de abordar/descenso por persona en Bogotá es aproximadamente 3 segundos. Puertas de doble-canal con ancho entre 1200 y 1400 mm se usan en la mayoría de ciudades del extranjero. Ellas permiten el abordaje mucho más rápido.

Por lo tanto, los autobuses propuestos para el autobús de troncal deberían tener tres puertas de doble-canal con anchuras entre 1200 y 1400 mm.

Para autobuses articulados, es sumamente importante mantener la misma relación de capacidad-a-puerta en lo que concierne a autobuses estándards. Una puerta de doble canal para abordar y dos puertas de doble canal para descender representan el mínimo requerido para la mayoría de las rutas urbanas de tránsito.

7.3.5. SISTEMA DE TARIFAS

En el plan conceptual (la Sección 5.4.5), los siguientes dos casos alternativos se proponen:

1) Alternativa - A: un sistema de valor fijo con una tarifa adicional para cada transferencia.

2) Alternativa - B: un sistema de valor fijo sin el pago de una tarifa adicional cuando se transfiere.

La alternativa B permite el traslado sin la tarifa adicional cuando los pasajeros transfieren desde/hacia buses de alimentador o a buses del terminal. Sin embargo, es difícil averiguar a los pasajeros quien trasladó o nó para la validación de boletas. En Curitiba, se construyó una estacion "tubo" como una estacion de ferrocarril como estructura segregada para controlar pasajeros. A los pasajeros que transfieren en las estaciones de tubo no les es permitido salir de la estación. Cuando el sistema de tarifa de Alternativa B se planea, es imprescindible construir instalaciones para controlar si los pasajeros se trasladan o no.

(1) Etapa 1 (en 2000)

El sistema actual de tarifa es empleado en la Etapa 1. El sistema de tarifa se examina las condiciones siguientes:

1) Se emplea un sistema de valor fijo con una tarifa adicional a cada traslado.

2) El valor de tarifa de autobús de troncal es el mismo valor que el de los autobuses actuales.

3) Un valor de la tarifa de 430 pesos se adoptó en la asignación de tránsito

El valor actual de la tarifa emplea un valor promedio de la tarifa de Autobús, Buseta y Microbús desde el punto de vista del servicio frecuencia - km. La Tabla 7.3-1 muestra tabla de tarifas (para el examen) a la Etapa 1. Se presentan los siguientes ejemplos de viajes en autobús:

- Autobús de Troncal al autobús de troncal: 430+430 $pesos
- Autobús de Troncal al autobús ordinario: 430+430 $pesos
- Autobús Ordinario -> autobús de troncal -> autobús ordinario: 430+430 $pesos

Tabla 7.3-1 Tabla de tarifas en el 2000

(unidad: pesos/trayecto)

	Un Trayecto	Cargo de Traslado	
		Autobús Troncal	Autobús Ordinario
Autobús de Troncal	430	430	430
Autobús Ordinario	430	430	430

(2) Etapa 2 (en 2005)

1) Alternativa - A

La alternativa - A es empleada como un caso básico en la Etapa 2. El sistema de tarifas se examina sobre las condiciones siguientes:

1) Se emplea un sistema de valor fijo con una tarifa adicional a cada traslado.
2) Un valor de tarifa de autobús de troncal de 400 pesos en la condición inicial.
3) Un valor de tarifa de 150 pesos es adoptado para el valor de autobús alimentador.

La Tabla 7.3-2 muestra tabla de tarifas para examinar las alternativas. Estas tarifas son las condiciones iniciales para el análisis de sistema tarifario sobre la suposición que las ventas totales del sistema actual equilibren las del nuevo sistema. Se presentan los siguientes ejemplos de viajes de autobús:

- Autobús Troncal a autobús troncal: 400+400 $pesos
- De Alimentador a autobús de troncal: 400+150 $pesos
- De Alimentador -> troncal -> autobús alimentador: 150+400+150 $pesos
- De Alimentador -> autobuses alimentador: 150+150 $pesos

Tabla 7.3-2 Tabla de Tarifas de Alternativa - A en 2005

(unidad: pesos/trayecto)

	Un Trayecto	Cargo de Traslado	
		Autobús Troncal	Autobús Ordinario
Autobús Troncal	400	400	150
Autobús Ordinario	150	400	150

2) Alternativa - B

En la Etapa 2 se emplea la alternativa - B. El sistema de tarifa se examina sobre las condiciones siguientes:

1) Un sistema de valor fijo sin el pago de una tarifa adicional cuando se hace una transferencia.
2) Un valor de tarifa de autobús troncal de 400 pesos en la condición inicial.
3) Un valor de tarifa de 150 pesos se adoptó para el autobús de alimentador.
4) Cargo por transferencia de troncal a troncal no se cobra.
5) Cargo por transferencia de alimentador a alimentador no se cobra.
6) Una tarifa de 550 pesos se adopta para viajar en autobuses alimentadores y de troncal.

La Tabla 7.3-3 muestra la tabla tarifaria para examinar las alternativas. Estas tarifas son las condiciones iniciales para el análisis. Se presentan los siguientes ejemplos de viajes de autobús:

- Autobús Troncal al autobús de troncal: 400 $pesos
- De Alimentador a autobus troncal: 550 $pesos

- De Alimentador -> troncal -> autobus alimentador: 550 $pesos
- De Alimentador -> autobus alimentador: 150$pesos

Tabla 7.3-3 Tabla de Tarifas de Alternativa - B en 2005

(unidad: pesos/trayecto)

	Un Trayecto	Cargo de Traslado	
		Autobús Troncal	Autobús Ordinario
Autobús Troncal	400	-	550
Autobús Ordinario	150	550	-

CAPITULO 8
Analisis Tecnico para el Plan Conceptual

8. ANALISIS TECNICO PARA EL PLAN CONCEPTUAL

8.1. GENERAL

La evaluación de los planes alternativos para los sistemas de bus troncal y alimentador, que se proponen en el plan conceptual en el Capítulo 7 se dearrolla en este Capítulo 8. La evaluación de cada alternativa es conducida por aspectos tangibles. Este Capítulo desarrolla únicamente la evaluación desde el punto de vista de diseño exclusivamente La evaluación económica y financiera de estos proyectos se presenta en otro capítulo.

Los principales beneficiarios por la implantación de vías del sistema solobús son los usuarios públicos del transporte, es decir; el solobús puede resultar en el mejoramiento de la calidad de viaje de autobús. Los carriles completamente segregados se construyen sobre el derecho de vía existente y los usuarios de automóvil privado se restringen para la distribución del espacio vial. Por lo tanto, es necesario evaluar ventajas y desventajas para ambos tipos de usuarios.

Como se menciona en el Capítulo 5, la evaluación del sistema de vías de solobús debe adelantarse integralmente para la totalidad de los aspectos relacionados con el transporte público: administración, operador, usuario público de transporte, usuarios de automóvil privado y medio ambiente. Especialmente, incide sobre los negocios de operadores de transporte público existentes. Estos impactos deben evaluarse tangiblemente.

8.2. FUTURA DEMANDA DE PASAJEROS SOBRE LA TRONCAL DE SOLOBUS

8.2.1. PLANTEAMIENTO DE LA EVALUCION

(1) Articulos de Evaluación

Las evaluaciones del alimentador troncal del sistema de bus en el 2000 y el 2005 se desarrollan separadamente. Esto es porque los sistemas en ambos años son diferentes en la red de vías de solobús y en la demanda de pasajeros. La Figura 8.2-1 y la Figura 8.2-2 resumen los aspectos de evaluación en el 2000 y el 2005, respectivamente. En el 2000, se evalúan los efectos de introducir un sistema troncal en el sistema actual de autobuses, mientras que el mismo sistema de troncal en el 2005, con que el sistema actual se reemplaza en la ciudad entera, es evaluado por sí mismo al comparar cada alternativa con o sin el caso.

Los siguientes aspectos se evalúan:

1) Demanda de pasajeros de troncal
2) La eficacia del sistema troncal que se compone de impactos del sistema de troncal e impactos sobre el transporte en Bogotá, tales como los automóviles de pasajeros.
3) Influencia de la operación no recíproca de autobuses, cortando una ruta en terminales suburbanos de autobús

En lo que concierne a la demanda de pasajeros de la troncal en el 2000, el volumen de pasajeros de la troncal se relaciona con el servicio actual de autobús, es decir, su volumen depende del nivel de corte de las rutas actuales de bus para sobreponer con rutas de troncal. Por lo tanto, a fin de evitar la superposición de rutas de buses actuales con el bus de ruta troncal, las rutas de bus actual donde la longitud de ruta que se sobrepone con vías de solobús sobre la Avenida Caracas y la Calle 80 es de 2.5 km o más, se cortan. La relación de las rutas interrumpidas de bus actual es aproximadamente el 30% del total.

En el 2005, una discusión importante es si la demanda de pasajeros sobre las 11 vías de troncal solobús exceda o no la capacidad de flujo de línea (máximo flujo de pasajeros en hora pico). Esto significa que si los buses propuestos de troncal se operan sobre las 11 vías troncales de solobús, segregadas con el sistema de bus alimentador y troncal, hay un punto donde el balance de oferta y demanda es suficiente o no. En este proceso, la necesidad de la operación suplementaria de buses actuales se examinó y fue confirmada. Consecuentemente, aproximadamente el 55% de las rutas actuales de bus se continúan hasta el 2005. Hay varias vías de solobús con sobre demanda de pasajeros, aunque los buses actuales suplementarios se operen. Esas vías de solobús necesitarán proponer un plan urgente de ferrocarril o troncales de solobús adicionales.

(2) Casos Alternativos

En el Capítulo 7, se explica cada componente de los casos alternativos tales como opciones de ruta de autobús, sistema de flotas de autobús, sistema arancelario, secciones de vías de solobus, paradas de bus y los terminales de autobús. En esta Sección, los planes alternativos simulados por el modelo de asignación de tránsito se proponen como se muestra en la Tabla 8.2-1.

En el 2000, el Caso alternativo 1 está sin el caso de proyecto que es el sistema actual de transporte público pero con demanda en el 2000. El caso 2 es el caso que planea tres (3) vías troncales de solobús con seis (6) vías troncales, asumiendo que los buses ordinarios se operan en el sistema actual de autobús.

En el Caso 4, como se mencionó arriba, a fin de obtener la demanda de pasajeros más apropiada de buses de troncal, se examina la desviación de buses ordinarios a los buses de troncal cambiando el número de las rutas actuales de bus que se cortan para sobreponer con rutas de troncal. A partir de este examen, las rutas de buses en donde la longitud de ruta que se sobrepone con la vía troncal de solobús es 2.5 km o más, se corta. El caso 4 es puesto como un caso de base en el que 6 rutas de troncal se sirven sobre las rutas actuales de bus en aproximadamente el 30% de las rutas totales que se sobreponen en la vía troncal de solobus, que son cortadas.

En el Caso 3 que es la misma situación que en el Caso 4 pero en rutas intermunicipales, se examina la influencia de la operación no recíproca de bus. Tal es el caso de una ruta intermunicipal de buses que forma una red de buses para cortar una ruta en los terminales suburbanos de transporte mencionados en el Capítulo 5. Sobre la red de autobuses, los buses que pertenecen a Soacha no pueden venir a Bogotá y los buses de Bogotá tampoco pueden operar en Soacha.

Evaluation Flow in 2000

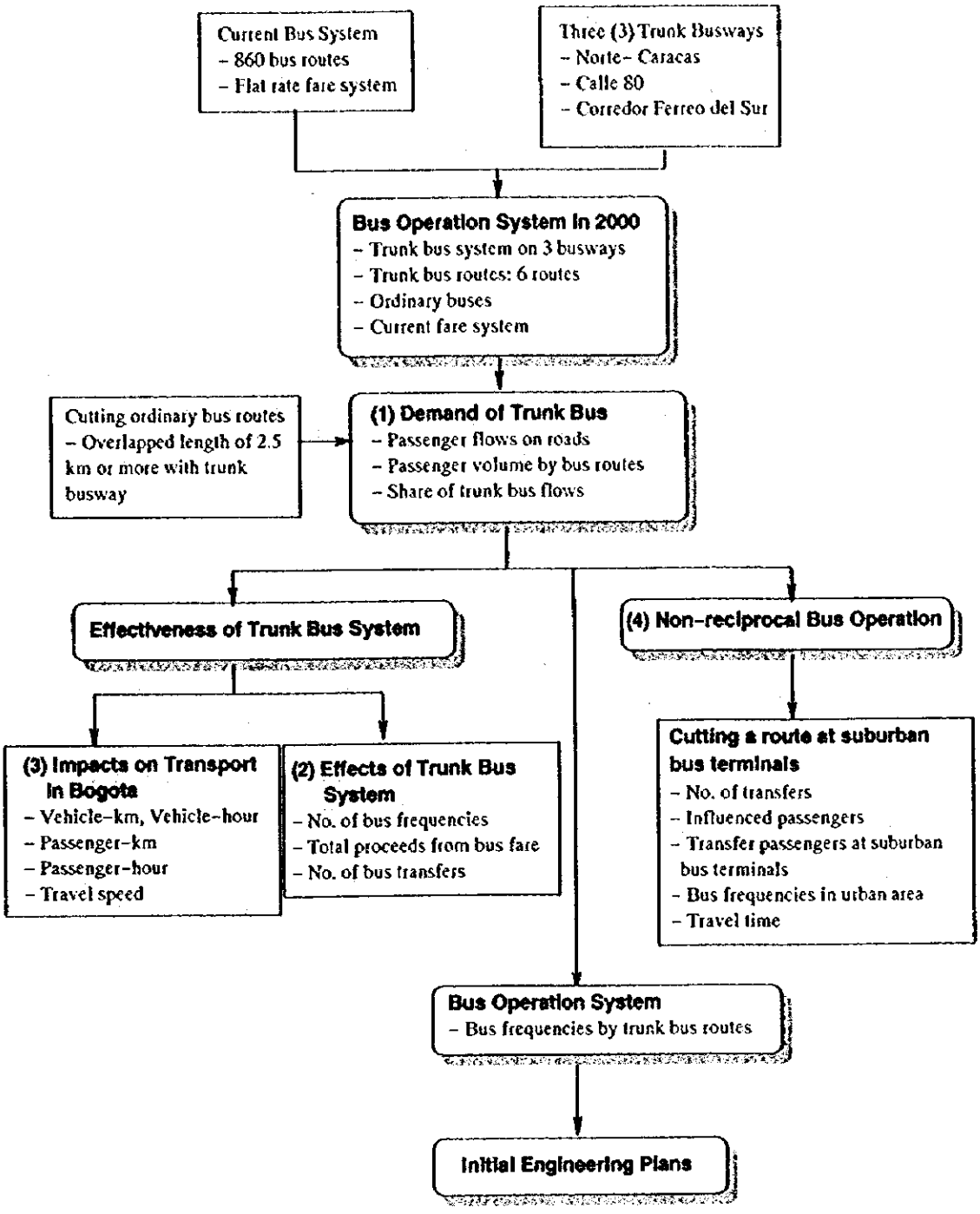


Figura 8.2-1 Flujo de Evaluación 2000

Evaluation Flow in 2005

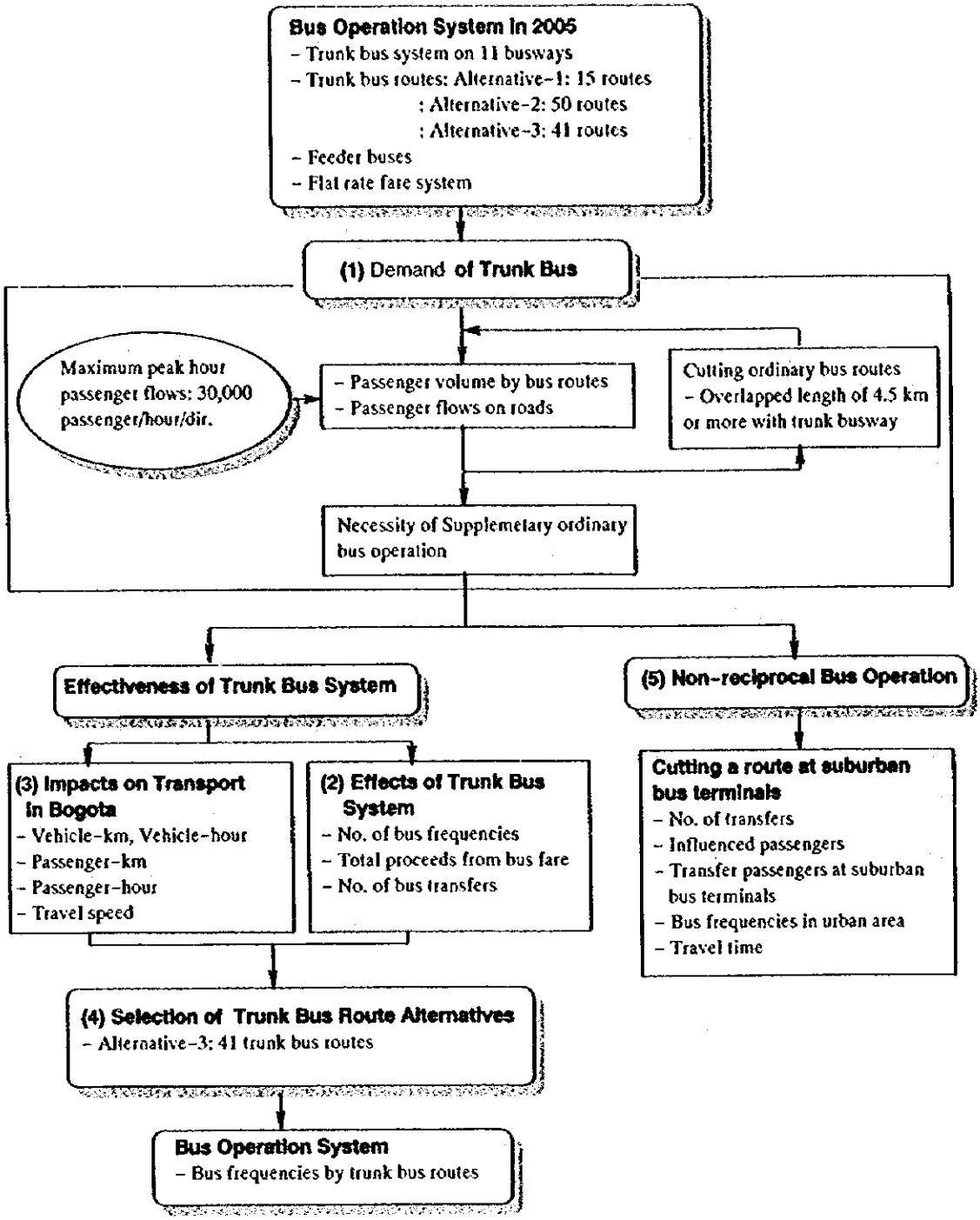


Figura 8.2-2 Flujo de Evaluación 2005

En el 2005, se completan once (11) vías de solobús totalmente segregadas y los buses ordinarios del actual sistema no se operan y las rutas existentes de dichos buses básicamente cambian a nuevas rutas de buses de troncal. El caso 1 es el caso del no hacer nada. El caso 2 es el caso Alternativo 1 de ruta troncal de buses con 15 rutas de autobuses: una red de buses de troncal que conecta únicamente terminales adyacentes el uno al otro. El caso 3 es el caso Alternativo 2 con 50 rutas de troncal: las rutas de bus conectan terminales adyacentes y entre varios terminales importantes de bus el uno con el otro.

Sin embargo, en el proceso del Estudio, se encuentra que la demanda de pasajeros en 11 vías troncales de solobús excede el máximo flujo de pasajeros de hora pico y el abastecimiento del sistema no es suficiente para la demanda. Es imprescindible operar servicio de bus ordinario suplementario. Por lo tanto, el Caso 5 se agrega para la estimación de la demanda de pasajeros más apropiado de buses de troncal por el mismo método que en el 2000, que cambia una longitud de las rutas actuales de bus sobrepuestas. En el Caso 5, las rutas de troncal se examinan también y la Alternativa 3 de ruta de buses de troncal se adiciona con 41 rutas de autobús.

El caso 5 se establece como un caso de base con el caso Alternativo 3. En el Caso 4 que es igual al Caso 5 pero con rutas intermunicipales, la influencia de la operación no recíproca de buses es examinada también de la misma manera que en el 2000.

Tabla 8.2-1 Casos Alternativos en 2000 y 2005

En el Año 2000

Caso	Ruta Troncal de Autobús	Ruta de Bus Ordinario	Rutas Inter municipales	Tarifa Sistema
1	-	Sistema Actual	Sistema Actual	Sistema Actual
2	6 rutas sobre 4 Vías de solobus	ditto	ditto	ditto
3	ditto	Para cortar 30% de rutas actuales de autobús	Para cortar una ruta a terminales suburbanos de autobús	ditto
4	ditto	ditto	Sistema Actual	ditto

En el Año 2005

Caso	Ruta Troncal de Autobús	Ruta de Bus Ordinario	Rutas Inter municipales	Tarifa Sistema
1	-	Sistema Actual	Sistema Actual	Tasa completa como tarifa adicional
2	Alternativa 1 con 15 rutas sobre 11 Vías de solobus	-	Para conectar en el terminal central	ditto
3	Alternativa 2 con 50 rutas sobre 11 Vías de solobus	-	Ditto	ditto
4	Alternativa 3 con 41 rutas sobre 11 Vías de solobus	Para cortar 45% de rutas ordinarias de autobús	Para cortar una ruta de terminales suburbanos de autobús	ditto
5	ditto	ditto	Para conectar en el terminal central	ditto

8.2.2. EVALUACION EN 2000

(1) Demanda de buses Troncal

1) Flujos de hora pico de pasajeros en las vías

Las Figura 8.2-3 y Figura 8.2-4 muestran el flujo de hora pico de pasajeros en las vías en el Caso 1 y el Caso 2 que son el número de pasajeros que viajan en una dirección pasando por un punto fijo durante una hora durante el pico de la mañana. Esos datos en las Figuras de la red de buses indican los flujos en direcciones de embarque y desembarque por hora.

Como puede verse, en el Caso 1, los flujos pesados de embarque de pasajeros en el 2000 se hallan en la Calle 80 con 25,000 pasajeros/hora/sentido. En la Avenida Caracas, de 30,000 a 35,000 pasajeros se asignan. En el Caso 2, que tanto los de troncal como los buses ordinarios, se operan sobre las mismas vías de solobus, los flujos de pasajeros sobre esas vías son más pesados que los del Caso 1. Esos datos son aproximadamente 35,000-40,000 en ambas vías, respectivamente. Estos flujos de pasajeros sobre ambas vías exceden la capacidad de línea (máximos pasajeros en hora pico flujo/hora/ dirección) que es aproximadamente el 20,000-25,000 pasajeros/ hora/ dirección medido en varias ciudades.

En el 2000, es obvio que los flujos pesados de pasajeros en vías importantes como la Avenida Caracas y la Calle 80 estén más allá de la capacidad de línea del sistema actual como se muestra en el caso de no hacer nada (Caso 1) y Caso 2. Por lo tanto, a fin de reducir la carga sobre la vías de solobús y para asegurar la demanda más apropiada de pasajeros de buses de troncal, es imprescindible cortar las rutas actuales de bus para sobreponerlas con rutas de troncal.

2) Influencia de los buses troncales después de cortar rutas desviadas de bus actual

Los buses troncales se operan sobre la prioridad totalmente segregada de vías de solobús, mientras los buses ordinarios no operan sobre las vías de solobús. Sobre las vías con rutas de solobús, es necesario que una ruta actual de bus traslapada en una vía de solobús sea cortada con el fin de evitar la superposición de rutas actuales de bus con la ruta troncal, y para asegurar una demanda de pasajeros más apropiada para buses de troncal. Por lo tanto, se eligen las rutas actuales de bus que pasan por la Avenida Caracas y la Calle 80 y las que traslapan las longitudes con ellas se identificaron. Asumiendo que las rutas actuales que recorren una o dos manzanas entre intersecciones importantes de la Avenida Caracas o Calle 80 se suprimen, se examinan los pasajeros compartidos de troncal con los pasajeros ordinarios de autobús. Finalmente, se cortan las rutas de buses flujos donde la longitud de ruta que traslapa con vías de solobús en la Caracas y en la Calle 80 es 2.5 km o más. La relación entre las rutas interrumpidas de bus actual con el total es aproximadamente del 30%. Este dato también toma en cuenta reposición programada del parque automotriz.

Como es mencionado en el Capítulo 4, según el Decreto 105, de Diciembre de 1995, hasta el 2001, la proporción de bus y buseta fuera de fase es aproximadamente el 45% de los buses totales y 44%, respectivamente, en contraste con el 2% para microbuses. La Tabla 8.2-2 resume la flota vieja programada por fuera de fase. En el sistema propuesto en el 2000, es más razonable para cortar aproximadamente el 30% de las rutas actuales totales a fin de sacar las flotas viejas en consideración de la edad la distribución de flotas de autobús.

La Figura 8.2-5 muestra las horas pico de flujo de pasajeros sobre las vías en el Caso 4 que son el número de pasajeros que viajan en una dirección que pasan por un punto durante una de hora en el pico de la mañana. Como puede verse, los flujos pesados de pasajeros de embarque están sobre la Calle 80 con 32,000 pasajeros/hora/sentido, cuya figura disminuye en contraste con 42,000 en el Caso 2. En la Avenida Caracas, los pasajeros en la hora pico

se asignan de 24,000 a 32,000. En la Calle 80, la proporción del flujo de pasajeros en el Caso 4 respecto al Caso 2 disminuye del 20% al 25%.

Tabla 8.2-2 Fase Programada Fuera de la Flota Vieja y descontinuación de Rutas de Autobús

Año	2000
1) Relación de buses sacados	
Autobús	45%
Buseta	44%
Microbus	2%
2) Relación de rutas interrumpidas	30%

3) Volumen de pasajeros a bordo por ruta troncal de bus

Las Figura 8.2-6 y Figura 8.2-7 muestran los pasajeros a bordo en el Caso 4 sobre seis (6) rutas de troncal. Como puede verse, el número más alto de pasajeros se estima sobre la ruta No. T05 operada de la Calle 80 a la Avenida Caracas. Sus datos van desde 10,000 a 20,000 por hora/sentido en la hora pico. Las rutas con el volumen algo alto son la No. T06 (Corredor Férreo del Sur: 10,000 a 16,000) y No.T04 (10,000 a 18,000). El número de Pasajeros sobre la Ruta No. 02 en la Avenida Caracas en el segmento sur es tan bajo como 250. Las rutas que permanecen se estiman en 5,000 a 10,000 por hora/sentido.

La Figura 8.2-8 muestra rutas interrumpidas de bus corriente donde la longitud de ruta para sobreponer con vías de solobús en la Avenida Caracas y Calle 80 es de 2.5 km o más.

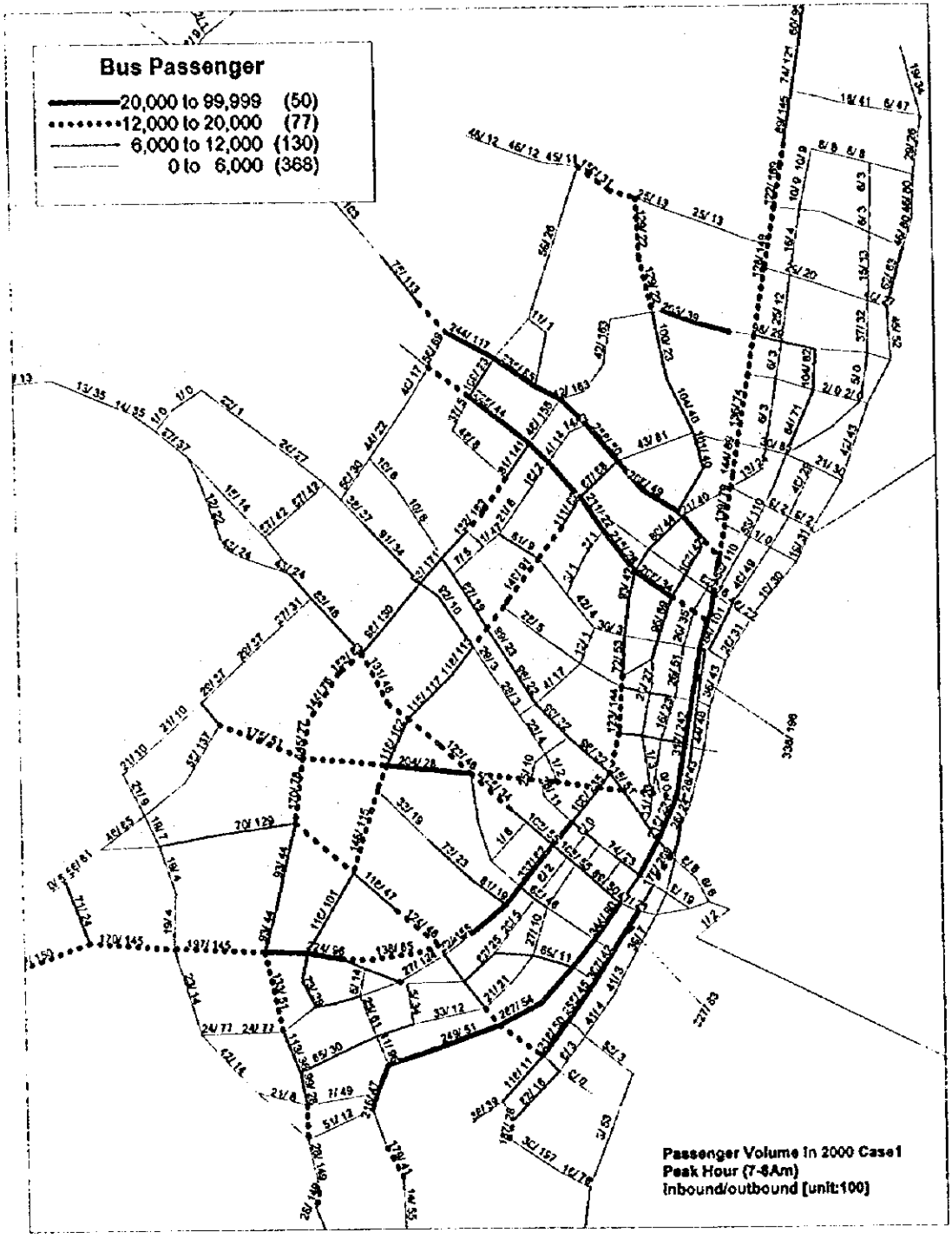


Figura 8.2-3 Flujo de Pasajeros de Bus en la Hora Pico en el 2000 (Caso 1)

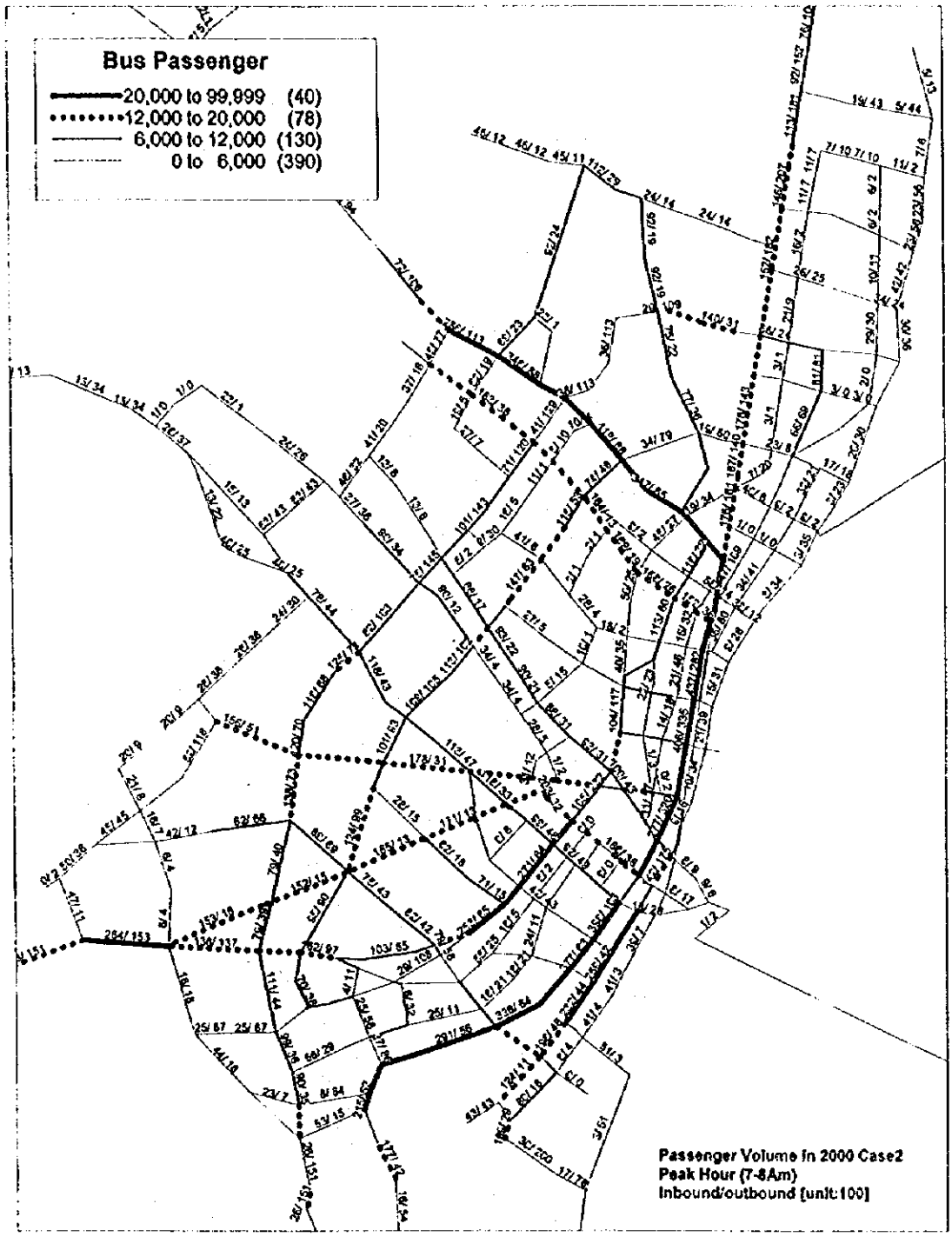


Figura 8.2-4 Flujo de Pasajeros de Bus en la Hora Pico en el 2000 (Caso 2)

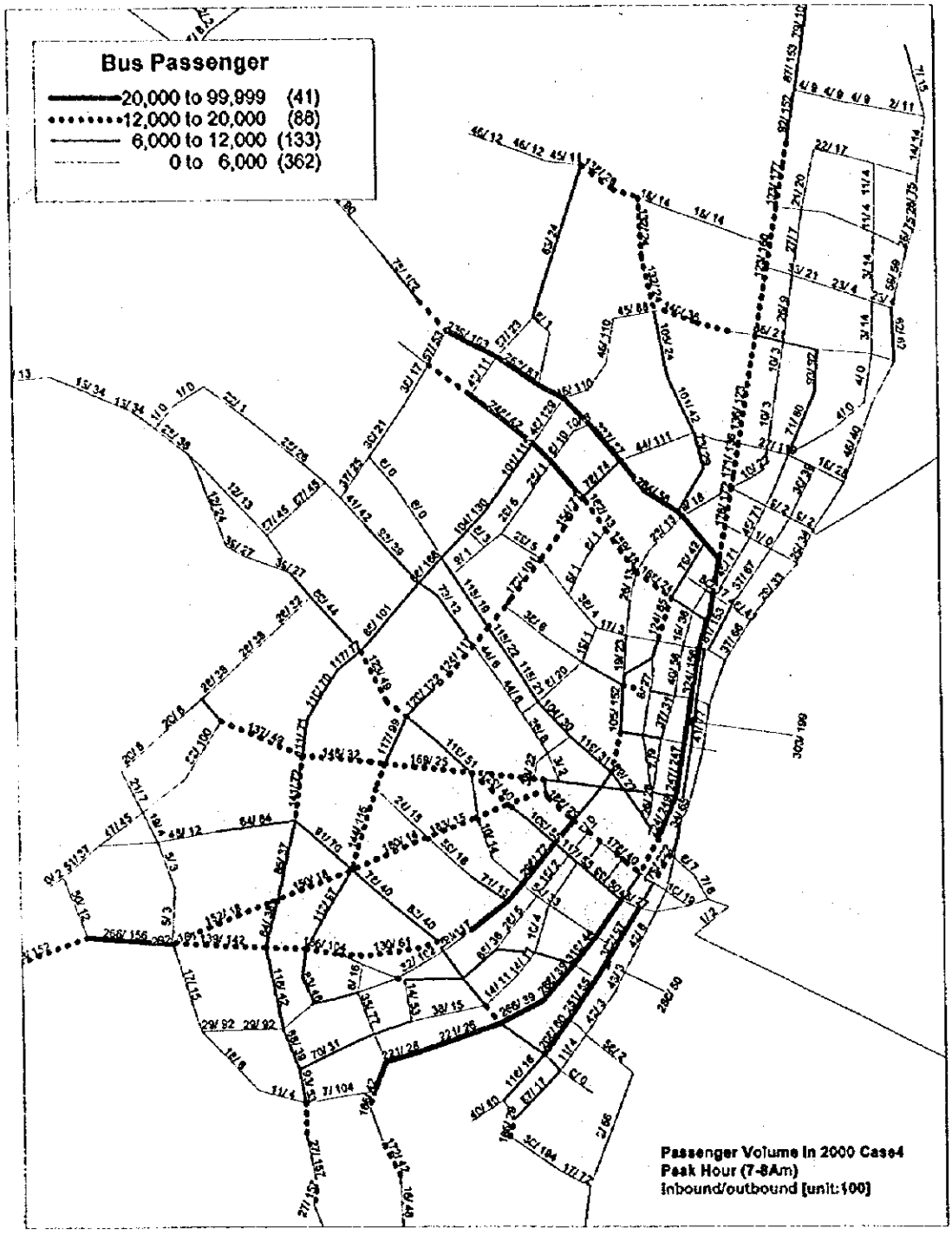


Figura 8.2-5 Flujo de Pasajeros de Bus en la Hora Pico en el 2000 (Caso 4)

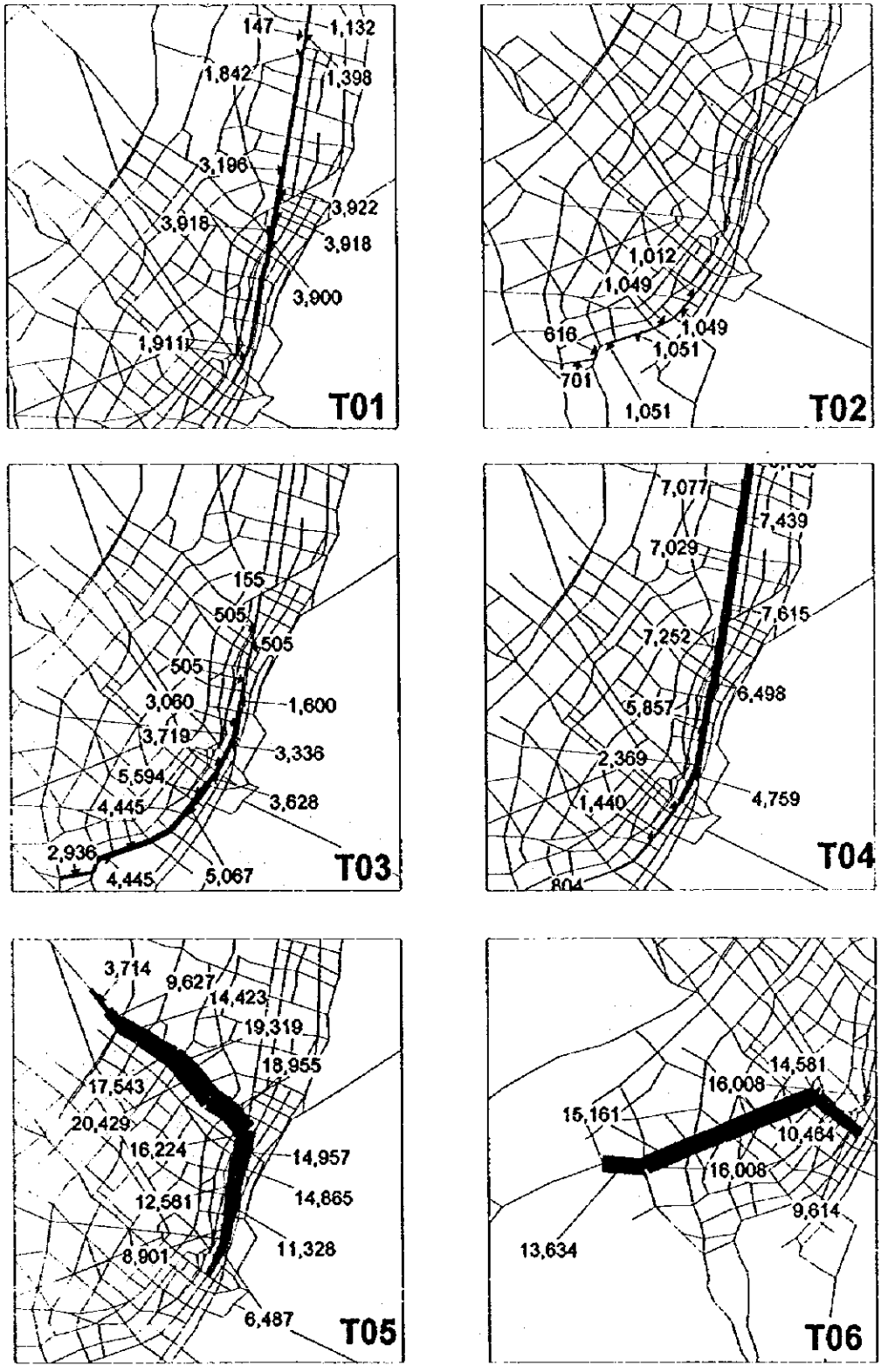


Figura 8.2-6 Pasajeros de Troncal a bordo por Ruta en el Caso 4 (Dirección de embarque)

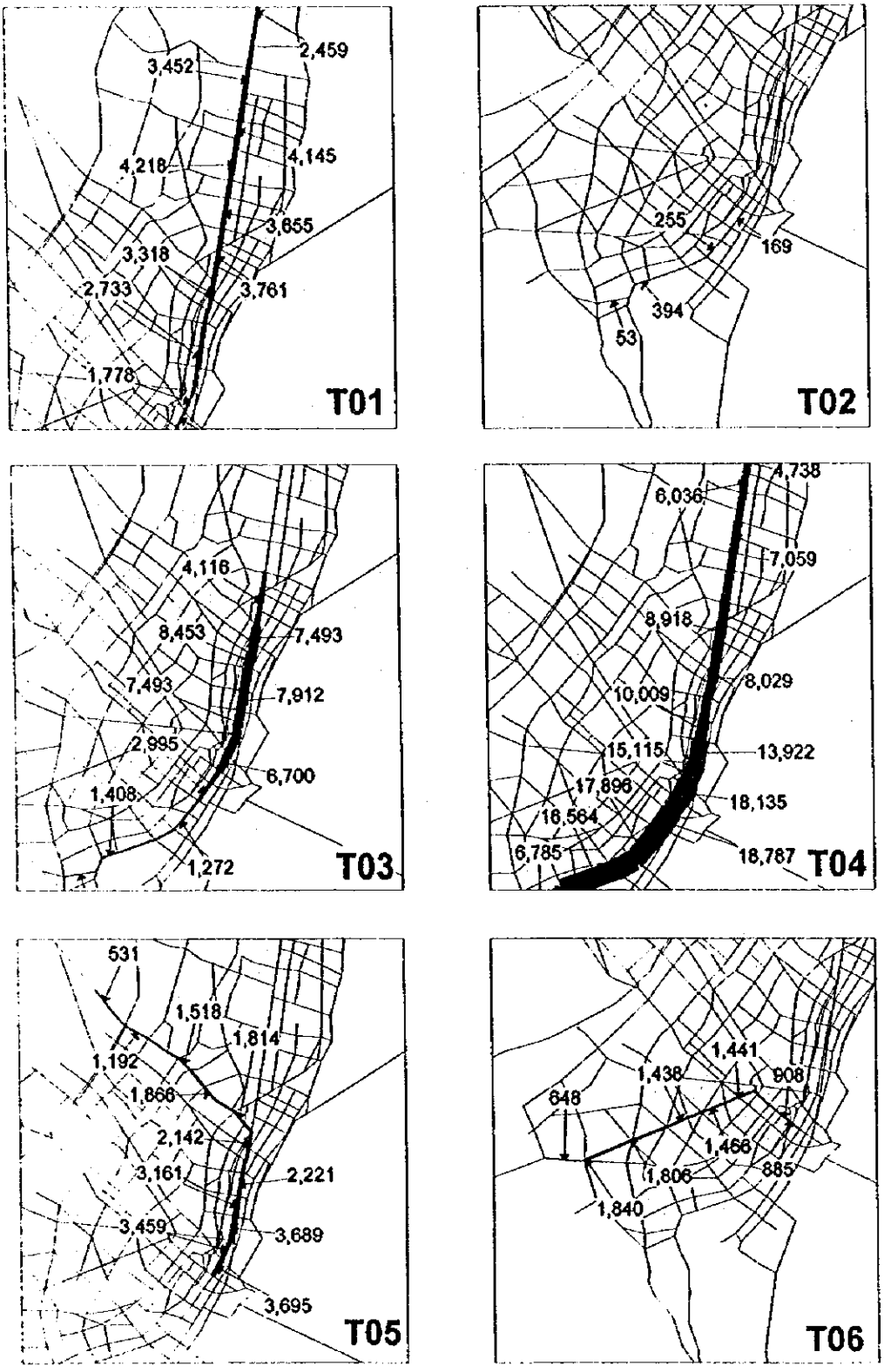


Figura 8.2-7 Pasajeros de Troncal a bordo por Ruta en el Caso 4 (Dirección de desembarque)

Figura 8.2-8 Rutas Actuales de Bus cortadas en el Caso 4

4) Operación Participación de troncal de autobús

Tres (3) vías troncales de solobús con 6 rutas de troncal se introducen en el 2000, mientras otros buses importantes se operan sobre el actual sistema de operación de autobús. La participación pasajeros de troncal a bordo es tan bajo como en el 2000.

La Figura 8.2-9 muestra la participación de pasajeros - bus - km por el sistema de bus que se clasifica en dos (2) categorías; el troncal y bus ordinario. La participación de pasajeros - km por el sistema categorizado en el Caso 4 son 20% para pasajeros de troncal y 80% para pasajeros ordinarios de autobús, en contraste con 10% y 90% en el Caso 2, respectivamente.

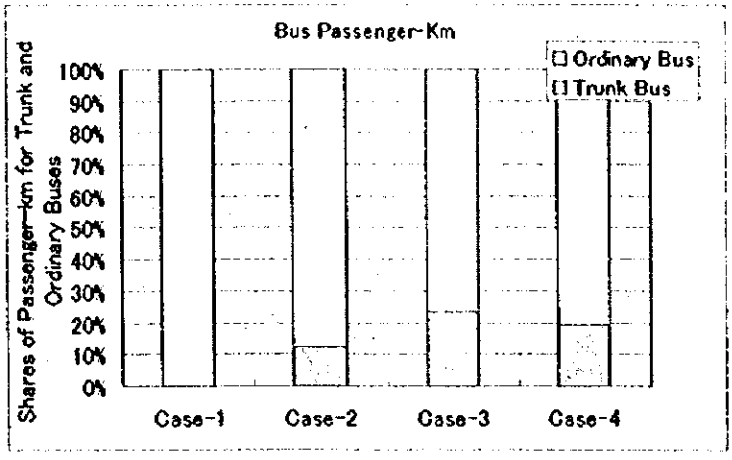


Figura 8.2-9 Participación de Pasajeros - Km por la Troncal y por Rutas Actuales de Autobús

5) Relación de pasajeros de troncal de bus y flujos de bus en las vías

La Figura 8.2-10 y la Figura 8.2-11 muestran el flujo de pasajeros de bus ordinarios y de troncal sobre la Avenida Caracas y la Calle 80 que son el número de pasajeros que viajan en un trayecto de dirección y pasan por un punto fijo en la hora pico de la mañana (una hora). En este caso, esas figuras muestran la dirección de embarque en la hora pico de la mañana.

Los flujos de pasajeros de bus sobre la Avenida Caracas en el Caso 2 son aproximadamente 40,000 por dirección/ hora, de los que 11,000 van en los buses troncales, equivalentes al 30%. Sobre la Calle 80, los flujos de pasajeros en el Caso 2 son aproximadamente 35,000 por hora/sentido, de los que 11,000 van en los buses troncales (32% de total).

En el Caso 4, un 30% de las rutas actuales de bus se descontinúan, especialmente las rutas de la Avenida Caracas y la Calle 80, la participación de pasajeros de troncal en los flujos totales en la Avenida Caracas y la Calle 80 alcanzan aproximadamente 90% y 80%, respectivamente.

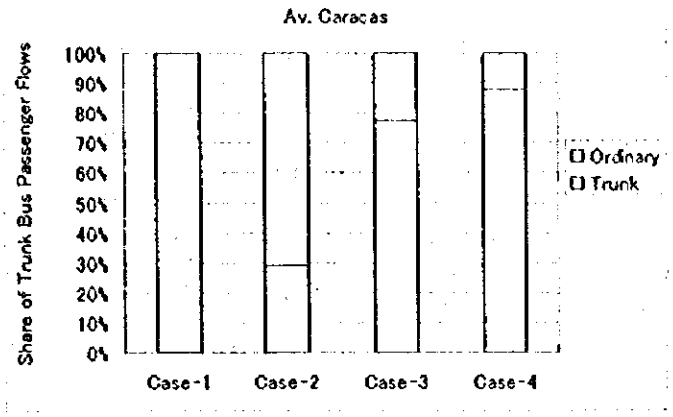


Figura 8.2-10 Flujo de Pasajeros de Buses Troncales Ordinarios en la Avenida Caracas

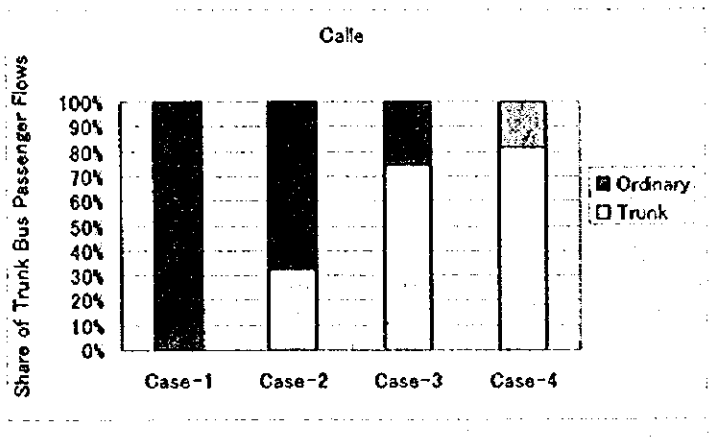


Figura 8.2-11 Flujo de Pasajeros de Buses Troncales Ordinarios en la Calle 80

(2) Eficacia del Sistema Troncal

El sistema de operación de buses en el año 2000 para conservar el sistema actual de buses es evaluado para comparar cada alternativa con el caso "Sin". Los efectos del sistema troncal son conducidos por los siguientes artículos de evaluación:

1) Número de frecuencias bus (número de buses operados)
2) Productividad del sistema de autobús
3) Número de trasferencias
4) Utilidades Totales de la tarifa de bus

1) *Número de frecuencias de autobús*

La Tabla 8.2-3 muestra el número de frecuencias de servicio de buses por casos. En el 2000, el número total de frecuencias de servicio de bus en el Caso 2 es de aproximadamente 14,200 frecuencias por hora, de las que 400 son los buses troncales y 13,800 son los buses ordinarios. El dato diferente en la comparación con el caso "Sin" es tan bajo como 3,200 frecuencias.

En el Caso 3 que corta una ruta de bus urbano a terminales suburbanos, es decir, operación no recíproca, la frecuencia de operación de troncal crece a 690 debido a la operación suplementaria para pasajeros que residen fuera de Bogotá. El caso 4 es también bajo en frecuencia de servicio de bus debido a que se cortan las rutas desviadas de bus actual. El número total de frecuencias de servicio de bus en el Caso 4 es de 13,200 frecuencias por hora. La relación de disminución del Caso 4 al Caso 1 ("Sin") en el total de frecuencias de servicio de bus es aproximadamente 35%. Esto indica que la eficiencia de transporte de bus desde el punto de vista de pasajeros por el bus se incrementa en el sistema de troncal.

Tabla 8.2-3 Números de Frecuencias de Servicio de Bus por Casos

Tipo de Autobúses	Caso - 1	Caso - 2	Caso - 3	Caso - 4
Troncal	0	416	689	680
Bus Ordinario	17393	13762	13020	12558
Suma	17393	14178	13709	13238
Relación	1.00	0.82	0.79	0.76

2) *Productividad del sistema de autobús*

Las condiciones de viaje del bus son mejoradas por la operación sobre vías de solobús totalmente segregadas con el sistema troncal, mientras los usuarios de automóvil privado se restringen por la conveniencia de viaje. Ambos impactos para transporte privado y público sobre las condiciones de viaje en la totalidad de la ciudad de Bogotá se evalúan desde el punto de vista de " el trabajo de transporte" y "productividad".

El transporte se define como el movimiento de *un número de buses o de pasajeros (u)* sobre una *distancia (s)* durante un intervalo transcurrido de *tiempo (t)*. Cuando un número de buses o de pasajeros se transporta sobre una ruta de autobús, las relaciones de esos tres elementos *(u, s* y *t)* definen atributos básicos de desempeño de ese transporte servicio.

El *trabajo de transporte (w)* es la cantidad de movimiento efectuado. Se computa como el número de buses transportados multiplicado por la distancia en que ellos se desplazan:

$$W = u \times s$$

El trabajo es una de las medidas básicas de rendimiento de un sistema de transporte. El trabajo puede expresarse en varias unidades diferentes: **persona - km, vehículo -km**, etc.

La *productividad* de *Pasajero* o *vehículo* P_p es el producto del flujo del pasajero o flujo del bus (P) que puede transportarse por una línea pasando un punto fijo durante una hora a una velocidad de operación o a una velocidad promedio (Vc). El concepto de productividad es muy útil: incorpora flujo y velocidad. La productividad de pasajero puede expresarse en varios unidades diferentes: **persona-hora y vehículo-hora.**

$$P_c = P \times V_c$$

La Figura 8.2-12 muestra la comparación pasajero-km de modo privado y de bus en casos "Con" (Caso-2 al Caso-4) con los "Sin" el caso. El pasajero-km de ambos sistemas, bus y modo privado son casi constantes para cada caso.

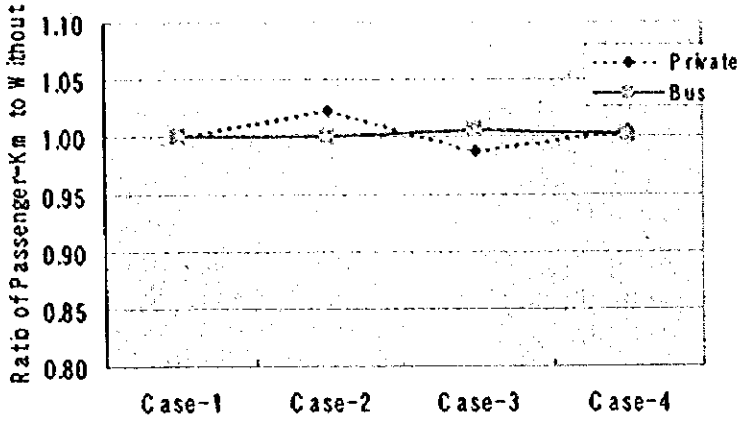


Figura 8.2-12 Relación de Pasajero-km de Modo Privado y de Bus a el Caso "Sin"

La Figura 8.2-13 también muestra pasajeros-hora de la misma manera que para el pasajero-km. El bus pasajero-hora se calcula sobre la suposición que la velocidad de operación del troncal es independiente del volumen de tránsito sobre las mismas vías, mientras la velocidad del bus ordinario se reduce en proporción al volumen de tráfico en la vía. El pasajeros-hora de bus en Caso-4 disminuye un poco, 6% respecto al caso "Sin", mientras es constante para el privado. Esto muestra que la velocidad de viaje del pasajero se mejora aproximadamente el 6%.

En el "Sin" el caso, desde que los buses ordinarios se operan sobre vías sin vías de solobús segregados, o en un carril de tránsito con el transporte mixto, la velocidad de viaje del bus se reduce según el volumen de tránsito en las vías. Por otra parte, la troncal no es influida por el volumen de tránsito en las vías a causa de la operación sobre vías segregadas de solobús.

La variación de pasajero-km y pasajero-hora indica que la operación de troncal sobre tres únicas vías troncales de solobús es ligeramente eficiente en economía de tiempo, en contraste con la de la distancia de viaje.

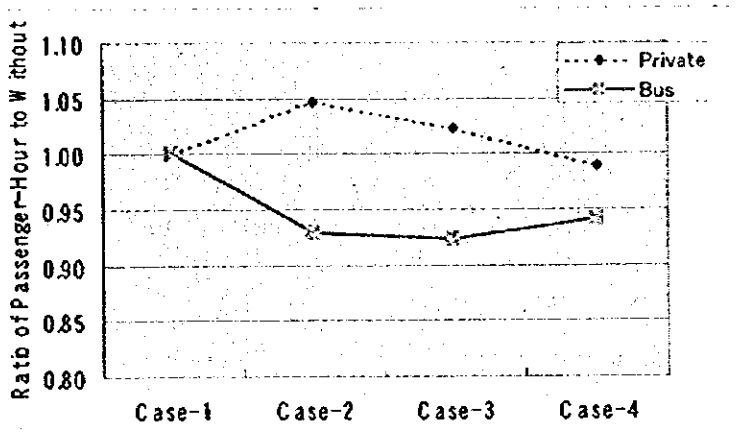


Figura 8.2-13 Relación de Pasajero-hora de Modos Privado y Bus a"Sin" el Caso

3) *Número de Transferencias*

El número de transferencias en las paradas de bus y los terminales por cada caso se muestra en la Figura 8.2-14. En el Caso-1 y el Caso-2 las proporciones de veces de transferencia son similares. El número de transferencias de una o más veces en el Caso-4 se aumenta a 43%, en contraste con 33% para el Caso-1. Los pasajeros que se deben transferir en el Caso-4 (diferencia entre el Caso - 1 y Caso - 4) son aproximadamente 57,000, equivalentes al 10% de los pasajeros.

Debido a que la participación de pasajeros entre troncal y bus ordinario es baja en el 2000, la proporción de pasajeros que deben transferir por buses de troncal (comparando entre el Caso 1 y el Caso 4) es baja.

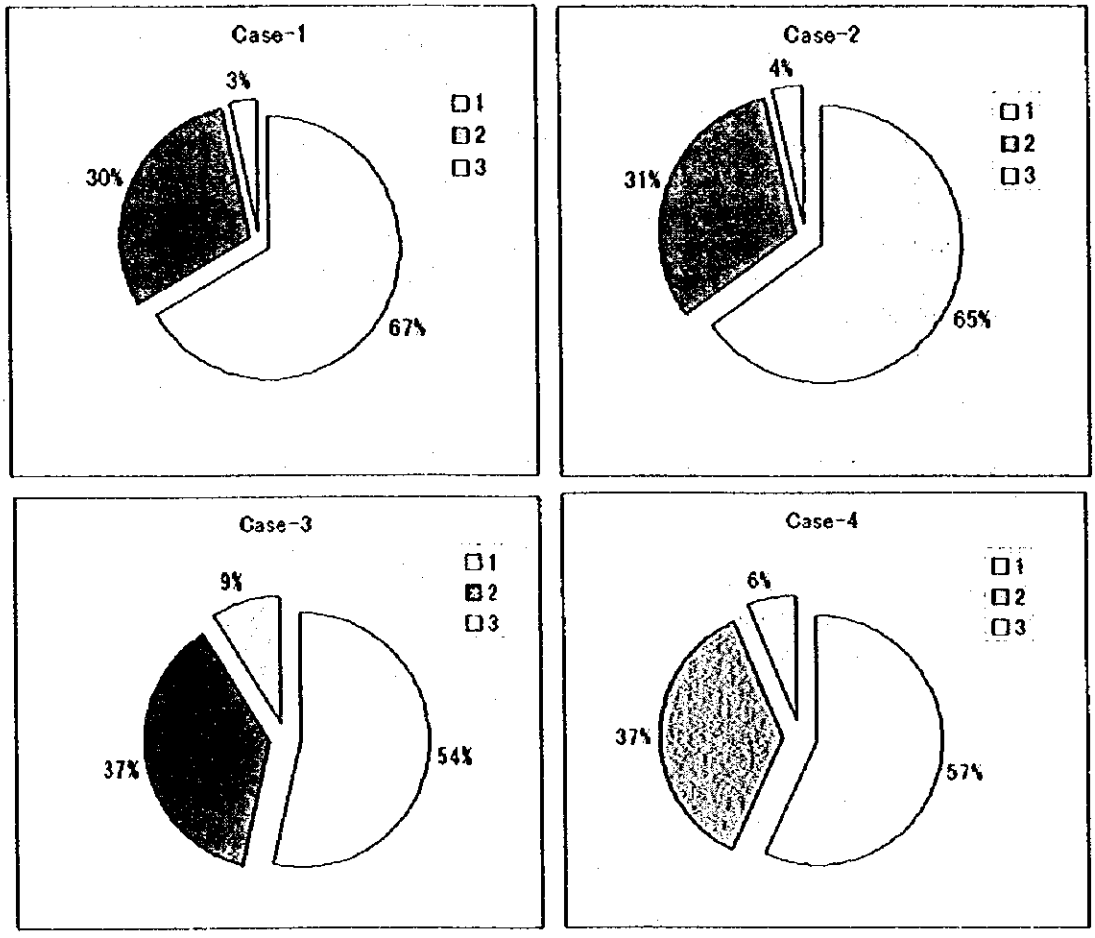


Figura 8.2-14 Número de Transferencias de Bus por Casos

4) *Utilidades Totales de la tarifa de autobús*

Las utilidades totales del recaudo de la tarifa se comparan entre "Con" (Caso 2 a 4) y "Sin" casos para comprender los efectos del sistema de troncal en el 2000 (ver Tabla 8.2-4). $430 pesos se aplican para ambos, bus troncal y bus ordinario, respectivamente.

Como puede verse, el recaudo total de tarifa en el Caso 2 es el similar al del caso "no hacer-nada". Indica que no se puede esperar los efectos de sistema de troncal. En lo que concierne a los Casos 3 y 4, las utilidades totales suben a 13% y 10%, respectivamente, comparando a el caso "Sin". Esto muestra que el traslado de bus crece un poco. Esto indica

que es posible cortar la tarifa de bus aproximadamente un 10% en Caso 4. Las utilidades totales por la frecuencia-km en el Caso 4 suben a 1.3 veces en comparación con el caso "Sin".

Tabla 8.2-4 Utilidades Totales de la tarifa de Bus

	Utilidades Totales ($pesos)	Relación al Caso 1	Por la Frecuencia- Km
Caso.1	343,543,770	1.00	1.00
Caso 2	347,812,380	1.01	1.23
Caso 3	389,855,200	1.13	1.63
Caso 4	375,726,690	1.09	1.32

(3) Impacto sobre el transporte en Bogotá

1) Velocidad de viaje

Las velocidades de viaje por fuera de los carriles de bus en las vías troncales segregadas de solobús disminuyen después de construir las vías de solobus, mientras otras rutas sin vías solobús no cambian. La Figura 8.2-15 muestra las velocidades de viaje en las líneas de tráfico afuera de los carriles de bus en las vías importantes. La velocidad de viaje en la Avenida Caracas Norte en el Caso 4 a "Sin" el caso se reduce aproximadamente un 70%, en contraste con 80% en la Calle 80.

Por otra parte, la velocidad de viaje sobre las vías sin la troncal de solobús cambia ligeramente entre el Caso 2 y el Caso 4. Por lo tanto, la introducción de troncales de vías de solobús en la calzada existente perjudica los vehículos privados que pasan por esa vía a velocidad de viaje.

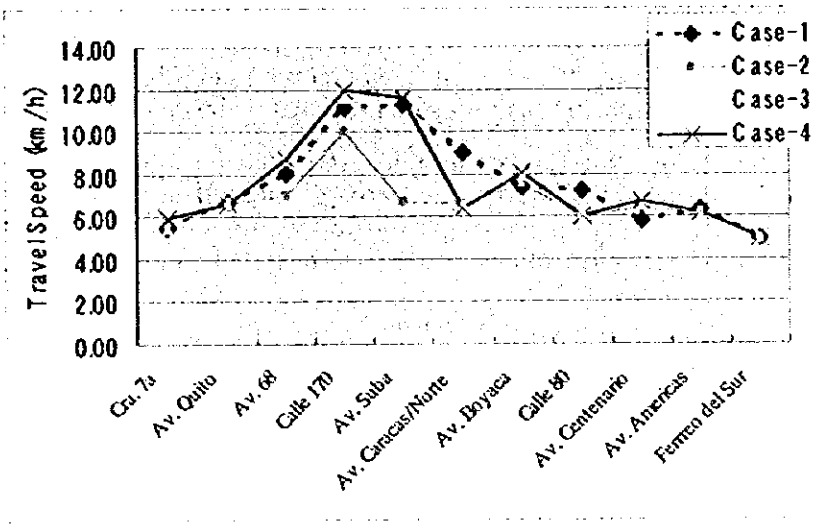


Figura 8.2-15 Velocidad de viaje en las vías

2) *Congestión de Tráfico*

La velocidad de viaje de vehículos privados que pasan por fuera de la calzada en la ruta con vías de solobús se reduce algo. Con respecto a la velocidad de viaje para vehículos privados, esto indica que la congestión de tránsito sobre la vía llega a ser una condición severa. Esas condiciones de viaje son estimaciones en términos de PCU-KM y PCU-hora para vehículos privados en la sección de vía con una velocidad de viaje de menos de 10 km/hr. La Tabla 8.2-5 muestra el cambio de PCU-KM y PCU-hora al "sin" el caso en el área entera de estudio. La congestión y demora en el área entera en el Caso 4 a "Sin" el caso desde el punto de vista de PCU-KM y PCU-hora son ligeramente disminuídas. Esas figuras muestran que debido a que el flujo del bus ordinario sobre vías sin calzadas de solobús disminuye debido a que el 30% de las rutas actuales de bus y las condiciones de viaje para vehículos privados se mejoran ligeramente, mientras que las velocidades de viaje en calzadas con vías de solobús disminuyen.

Tabla 8.2-5 Cambio de PCU-KM y PCU-hora para Vehículos Privados sobre secciones de vía con una Velocidad de Viaje de menos de 10 km/h

Artículos	Caso-1	Caso-2	Caso-3	Caso-4
PCU KM sobre 10km/h o menos	1.00	1.05	0.96	0.97
PCU hora sobre 10km/h o menos	1.00	1.05	0.96	0.97

(4) Operación de autobús no recíproca

1) *Aumento de transferencias a terminales suburbanos de autobús*

En el Caso alternativo 3, las rutas intermunicipales de buses forman una red de buses para cortar una ruta en los terminales suburbanos de autobús. Sobre esta red de buses, los que pertenecen a Soacha no pueden venir a Bogotá y los buses de Bogotá tampoco pueden operar en Soacha. Por lo tanto, el número de pasajeros de bus que se transfieren a terminales suburbanos de bus aumenta en cada terminal suburbano de bus (ver Figura 8.2-16). La Figura 8.2-17 muestra los flujos de pasajeros de bus en hora pico en el Caso 3.

El aumento de pasajeros que trasfieren a los terminales suburbanos de bus influye directamente en las dimensiones de parqueaderos de bus tal como número de puestos, instalaciones de pasajero, etc. En varios terminales, el número de pasajeros de traslado sube 1.6 - 1.8 veces. Es necesario adquirir espacio terrestre adicional para ellos.

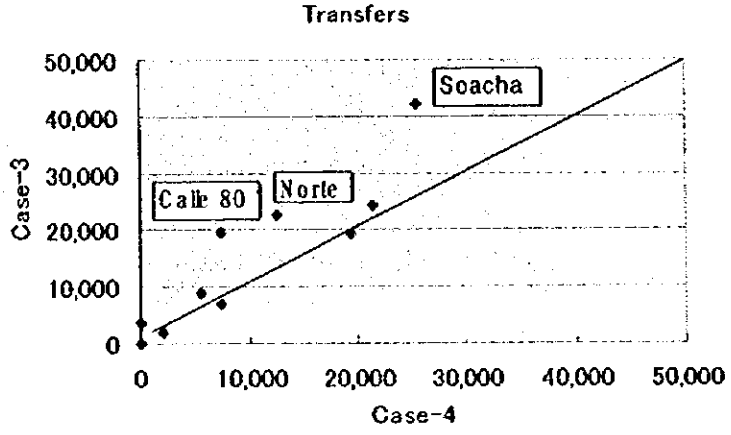


Figura 8.2-16 Comparación de Número de Traslados en Terminales Suburbanos de Autobús

2) *Aumento de tiempos de transferencia*

La Figura 8.2-18 muestra la relación de transferencia por veces en los pasajeros completos de bus incluyendo el área suburbana. Los pasajeros sin el traslado se reducen a 54% (Caso 3) desde 57% (Caso 4), mientras que los pasajeros que transfieren 1 o 2 veces aumentan a 46% en el Caso 3. Aproximadamente 18,000 (3% del total) pasajeros que transfieren aumentan adicionalmente.

3) *Aumento de servicio de bus en el área urbana*

La Tabla 8.2-6 muestra los números de pasajeros a bordo de bus en el área urbana en el Caso 4 y el Caso 3 que se clasifican en tres categorías: los buses de troncal, buses ordinarios dentro del área urbana, y buses operados afuera del área urbana. Sobre la red de buses en el Caso 3, los pasajeros urbanos de bus dentro de la ciudad de Bogotá aumentan debido a la necesidad de transportar los pasajeros que moran fuera de Bogotá.

Debido a los pasajeros de bus que deben transferir en los terminales de bus a un bus que opere adentro de Bogotá, un servicio suplementario de frecuencia aparece para esos pasajeros. Las relaciones de aumento de esos pasajeros de bus en el Caso 3 a los del Caso 4 son aproximadamente 4%. La diferencia del número de pasajeros de bus entre el Caso 3 y el Caso 4 aumenta levemente en 33,000 de los que 163,000 están dentro Bogotá y 130,000 están afuera Bogotá.

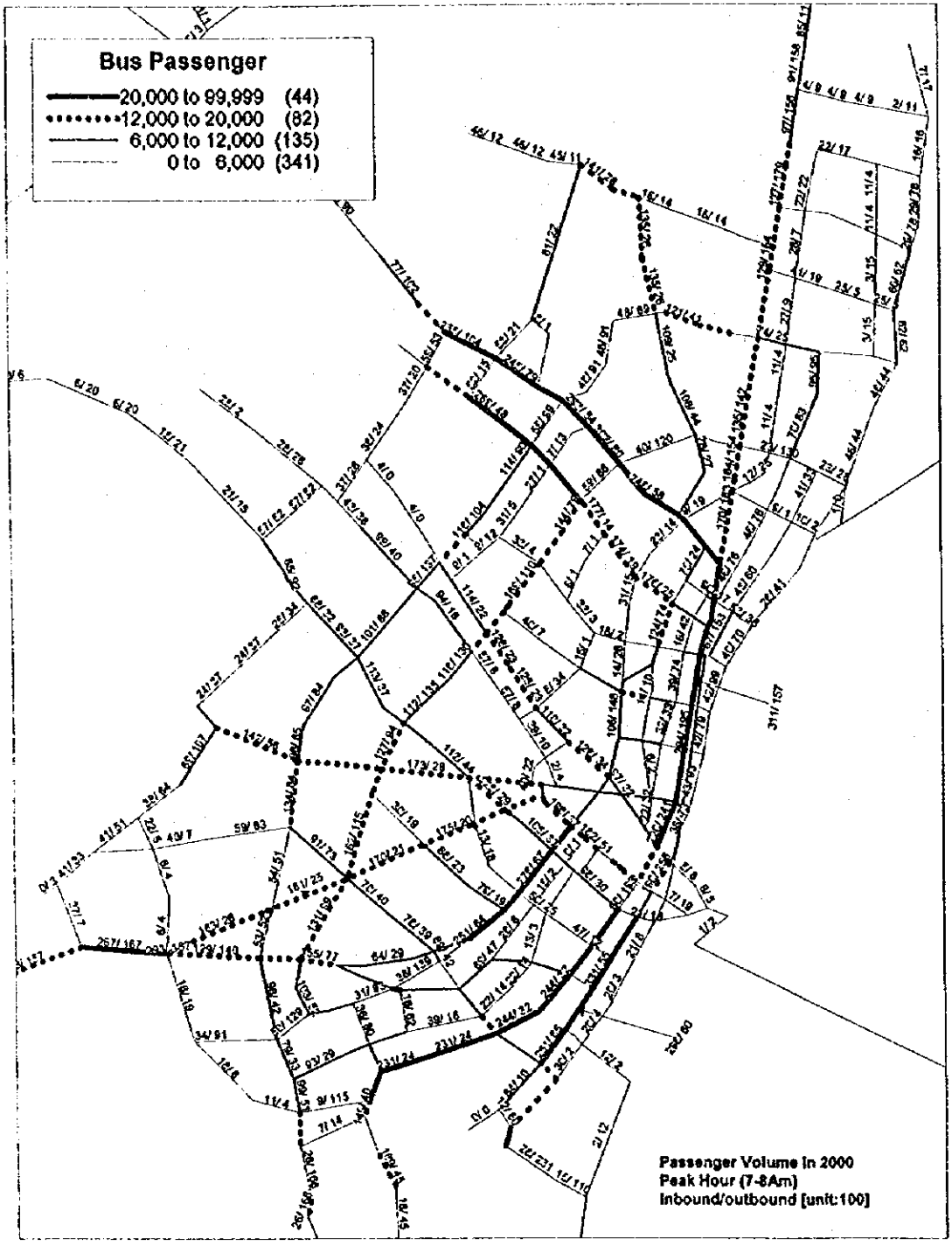


Figura 8.2-17 Flujo de Pasajeros de Bus en Hora Pico en el 2000 (Caso 3)

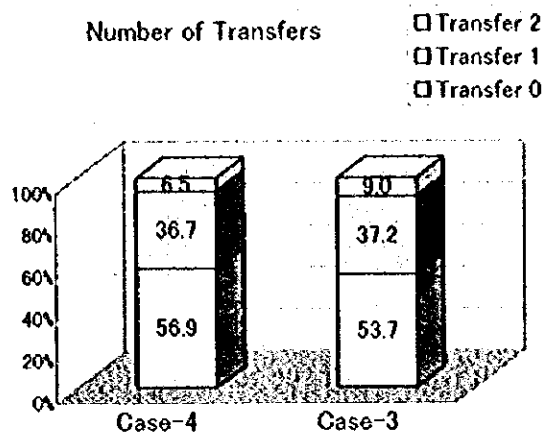


Figura 8.2-18 Número de Transferencias de Autobús

Tabla 8.2-6 Número de Pasajeros de Bus que Operaron en el Caso 3 y el Caso 4

El Caso	Bogotá		Buses de Bogotá desde afuera (Caso 4) y operados afuera (Caso 3)	Total
	Troncal	Autobús		
Caso 3 (Parado al Linde)	149,985	693,081	63,574	906,640
Caso 4 (base)	120,566	558,847	194,370	873,783
Diferencia	29,419	134,234	- 130,796	32,857
Relación (Diff/Caso 4)	24.4%	24.0%	- 67.3%	3.8%

8.2.3. EVALUACION EN 2005

(1) Demanda de Autobuses de Troncal

1) Flujos de hora pico de pasajeros en las vías

Desde la Figura 8.2-19 hasta la Figura 8.2-21 se muestran los flujos de pasajeros en hora pico de las vías de el Caso 1 al Caso 3 que son el número de pasajeros que viajan en una dirección pasando por un punto fijo durante una hora en el pico de la mañana. Esos datos en la red de bus en las Figuras indican los flujos en las direcciones de embarque y desembarque por hora.

Como puede verse, en el Caso 1 (caso de no hacer nada) los flujos pesados de pasajeros de embarque en el 2005 están sobre la Avenida Caracas, la Autopista Sur, Calle 80, y Avenida 10 con 30,000-38,000, 30,000-40,000, 25,000-28,000 y 25,000-32,000 pasajeros/hora/sentido, respectivamente. Debido a que en esos caminos importantes, los flujos de pasajero exceden la capacidad de línea (pasajero de hora pico máximo flujo/hora/sentido), la operación sobre el sistema actual de bus será difícil a partir de el 2005. Es necesario introducir el sistema de bus alimentador y troncal en el 2005.

En el Caso 2, los flujos pesados de pasajeros de embarque están sobre la Calle 80, la Avenida Caracas, Avenida 10 y Autopista del. Sur con 57,000-62,000, 45,000-85,000, 30,000-38,000 y 30,000-37,000 pasajeros/hora/sentido, respectivamente. Esas figuras exceden la capacidad de línea. Esos flujos de pasajeros en el Caso 3 se reducen, comparando a los del Caso 2. Las relaciones de disminución de los flujos son 10 - 30%. Sin embargo, los flujos de pasajeros sobre esas vías son pesados con 30,000 - 50,000 por hora/sentido.

El caso 2 y el Caso 3 asociados con el sistema totalmente troncal de buses y alimentadores de buses mientras que en el servicio ordinario de bus sobre el actual sistema de operación no es operado y las rutas existentes básicamente cambian a nuevas rutas de troncal. Bajo este sistema de operación, es obvio que el flujo pesado de pasajeros sobre vías importantes como la Calle 80 y la Caracas están más allá de la capacidad de la línea. Por lo tanto, a fin de reducir la carga de pasajeros que fluye sobre las vías de solobus, es imprescindible complementar las rutas actuales de bus para no sobreponerlas con las rutas de troncal.

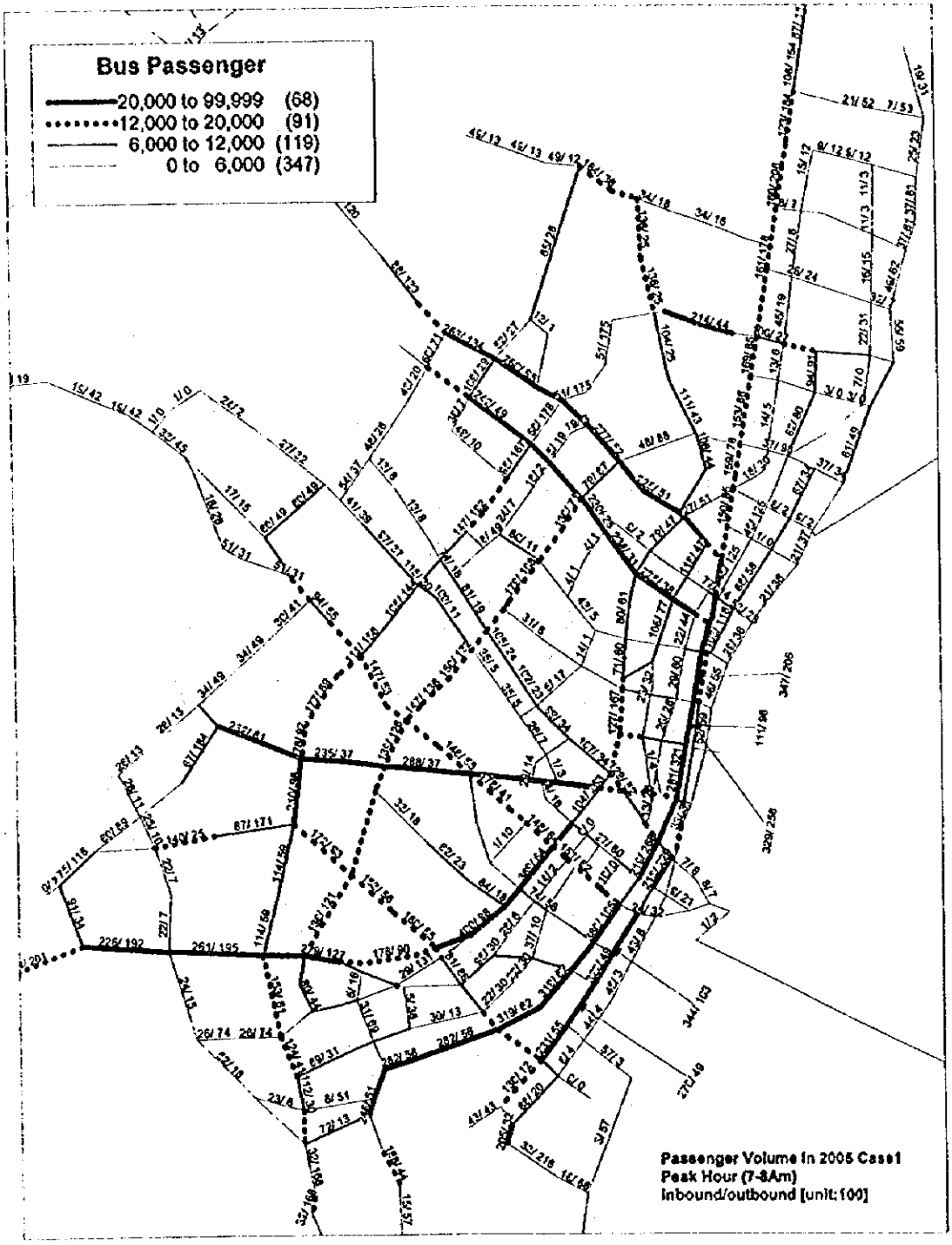


Figura 8.2-19 Flujo de Pasajeros de Bus en Hora Pico en el 2005 (Caso - 1)

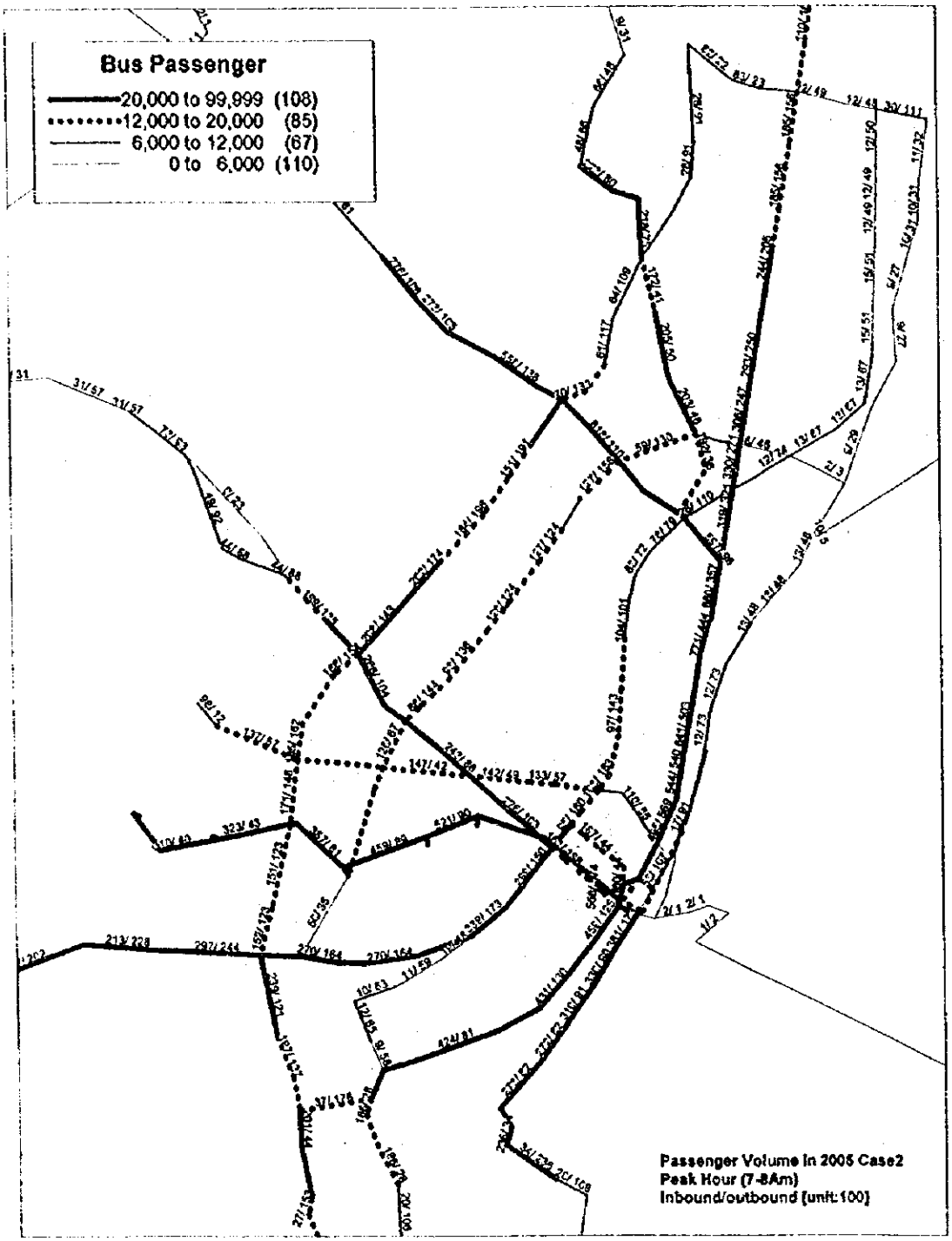


Figura 8.2-20 Flujo de Pasajeros en Bus en Hora Pico en el 2005 (Caso - 2)

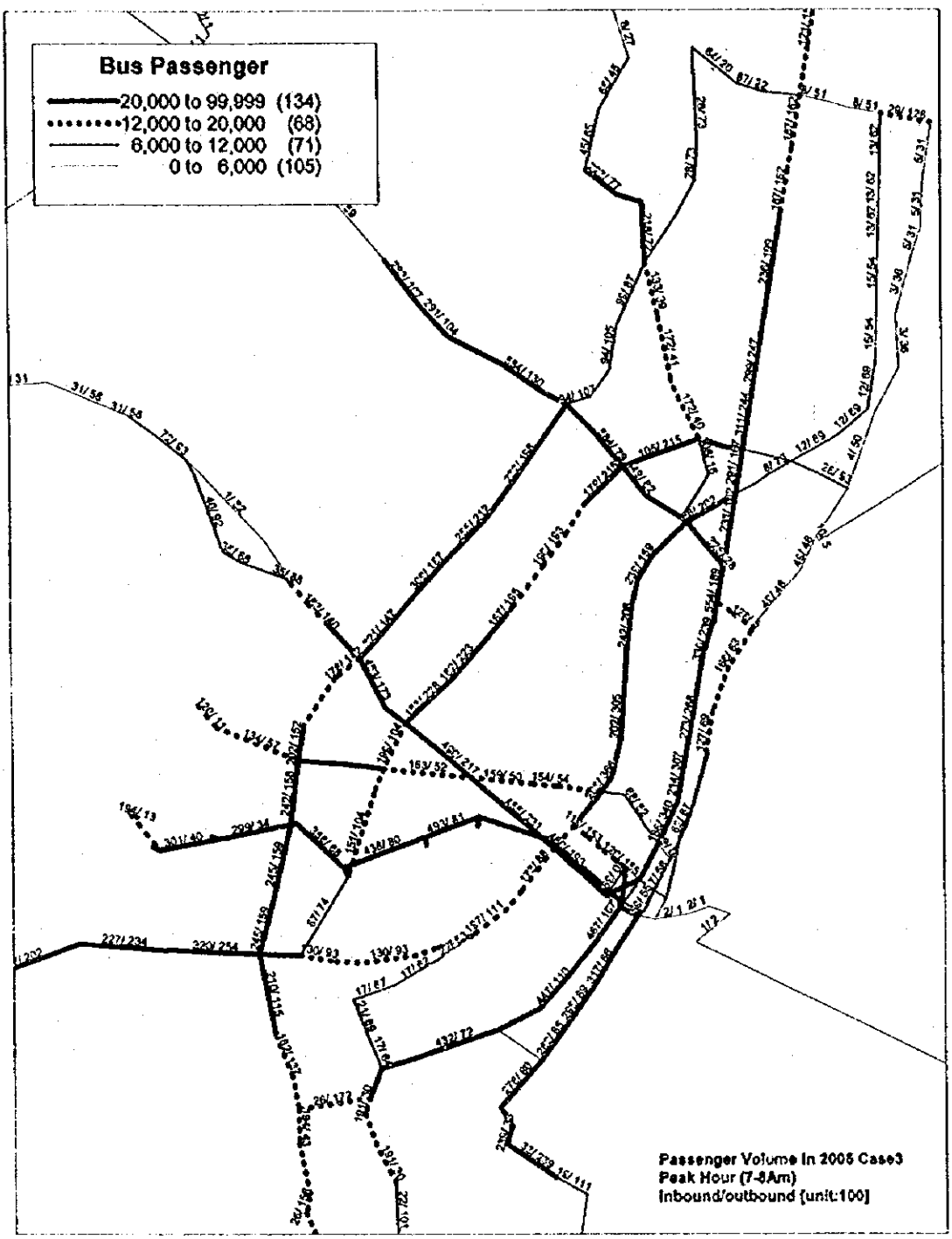


Figura 8.2-21 Flujo de Pasajeros de Bus en Hora Pico en el 2005 (Caso - 3)

2) *Necesidad de rutas suplementarias de bus corriente*

Unicamente un sistema troncal con sistema de alimentación de buses y sin la operación de buses flujos puede convertirse en un sistema sobre-capacitado de troncal solobus. El bus actual de ruta que no se sobrepone con la troncal de vías de solobús se complementa sobre el sistema de troncal. Por lo tanto, las rutas actuales de bus con una longitud sobrepuesta de 4.5 km o más con la Avenida Caracas y de 9.0 km o más con otra vía de solobús se corta de la misma manera que en el 2000. El criterio de longitud sobrepuesta se ha fijado con la longitud más larga que en el 2000, desde que la relación de corte de las rutas actuales llegó ser más alta debido a que muchas vías de solobús se construyen en el 2005.

Sobre las condiciones arriba mencionadas, aproximadamente 45% de las rutas actuales totales fueron cortadas tomando en cuenta la paticipación del flujo de pasajeros de troncal y que la flota vieja de buses sale de planilla en un período de transición al nuevo sistema. La Tabla 8.2-7 resume la fase programada fuera de la flota vieja. En el sistema propuesto en el 2005, es más razonable cortar aproximadamente 45% de las rutas actuales totales a fin de sacar las flotas viejas en consideración de la distribución de la edad de las flotas de buses.

En el Caso 5, esas rutas suplementarias actuales de bus cortando las rutas actuales sobrepuestas se agregan a la Alternativa 3 de las rutas de troncal en la que 50 rutas de troncal de Alternativa 2 son cortadas e integradas en 41 rutas de la manera siguiente.

1) Una ruta con la longitud más larga se corta.
2) Una ruta con demanda pequeña de pasajeros se corta.

La Figura 8.2-22 muestra flujos de pasajeros de hora pico y frecuencia en las vías en el Caso 5. Como puede verse, los flujos pesados de pasajeros de embarque se estiman en la Avenida Caracas, Calle 80, Autopista Sur y Centenario. Esas figuras son 33,000-35,000, 41,000-53,000, 23,000-30,000, y 37,000-42,000 pasajeros/hora/sentido. Los flujos de pasajeros en las otras vías de solobús en el Caso 5 son aproximadamente 10,000-25,000 por hora/sentido.

El complemento del bus de ruta actual, para no sobreponer con la troncal de vías de solobús es efectivo para aliviar la carga de flujos de pasajeros en la troncal de vías de solobus. La Figura 8.2-23 muestra las rutas de bus cortadas en el Caso 5. En el 2005, el sistema de bus se opera sobre las 11 vías troncales de solobús con 41 rutas troncales de autobuses, y los buses ordinarios complementarios en rutas con 45% de las rutas actuales de bus, que también se operan.

En la anterior discusión, las distintas vías de solobús toman las sobre-demandas de pasajeros en el 2005, aún cuando los buses ordinarios se operen sobre las rutas complementarias de bus actual en calles, no en vías troncales de solobús. Esas vías de solobús necesitarán proponer un plan de ferrocarril para la sobre-capacidad de transporte de buses o vías troncales adicionales de solobús para aliviar la carga de las vías de solobús existentes. Estos puntos se discutirán en el Capítulo 9.

Tabla 8.2-7 Fase Programada Fuera de Flota Vieja y de Rutas de Bus Interrumpidas

Año	2005
1) Relación de buses fuera de fase	
Autobús	53%
Buseta	80%
Microbus	6%
2) Relación de rutas cortadas	45%

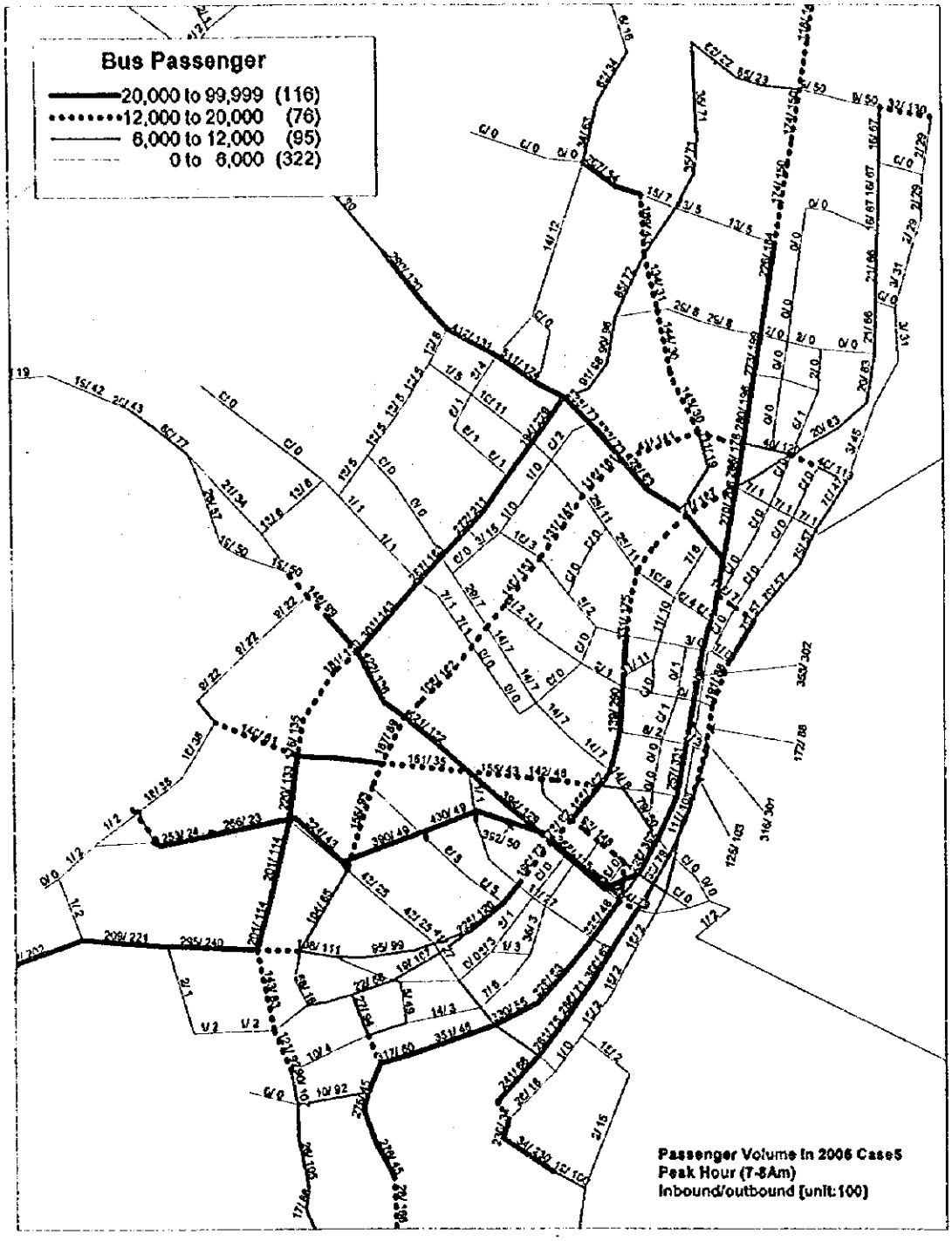


Figura 8.2-22 Flujos de Pasajeros de Bus en la Hora Pico en el 2005 (Caso 5)

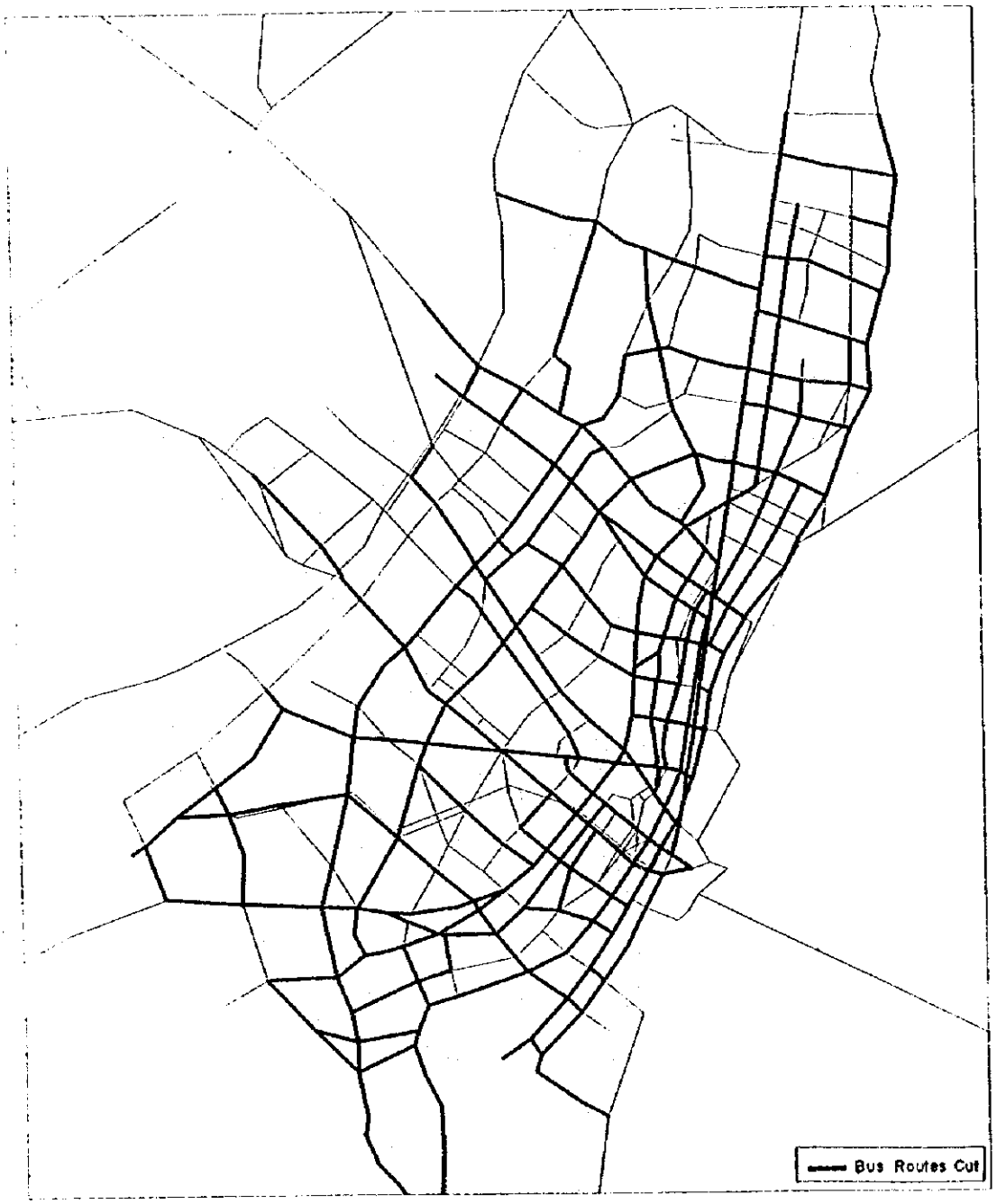


Figura 8.2-23 Rutas Cortadas de Bus en el Caso 5

3) *Compartir la operación de troncal*

Once (11) vías troncales de solobús se introducen en el 2005 en las condiciones en que los buses ordinarios se operan sobre las vías ordinarias. La participación de los pasajeros de troncal llega a ser una relación más alta, en contraste con las de el 2000.

La Figura 8.2-24 muestra la participación de rutas troncales de pasajero / km que se clasifican en dos (2) categorías; la troncal y los buses ordinarios. Las participaciones de pasajero km por los buses categorizados en el Caso 5 son aproximadamente 65% para pasajeros de troncal y 35% para otros pasajeros.

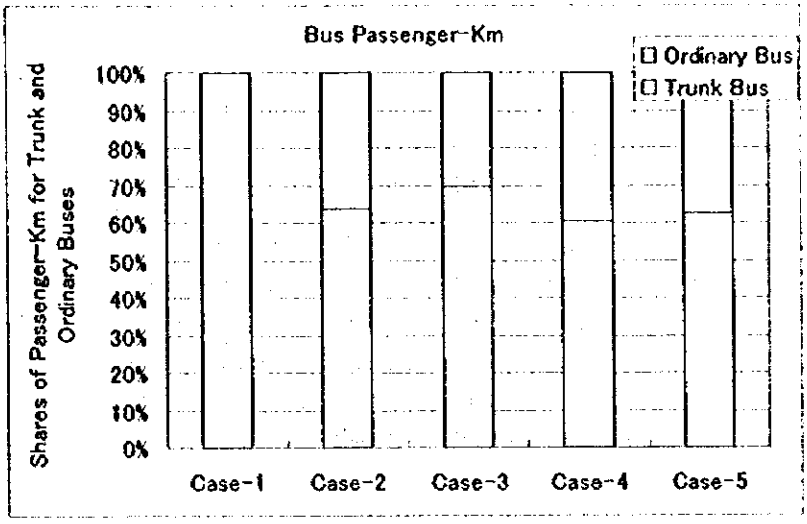


Figura 8.2-24 Participación de Pasajeros km por la Troncal y por las Rutas Actuales de Autobús

(2) Eficacia de Sistema de Autobús Troncal

El sistema troncal en el 2005 es evaluado por la comparación de cada alternativa con el caso "Sin". Los efectos del sistema de troncal son evaluados por los siguientes artículos de evaluación:

1) Número de frecuencias de bus (número de buses operados)
2) Productividad de sistema de autobús
3) Número de transferencias
4) Utilidades Totales de la tarifa de bus

1) *Número de frecuencias bus*

La Tabla 8.2-8 muestra el número de frecuencias de servicio de bus en el 2005. Los números totales de servicio de frecuencias de bus en el Caso 5 son aproximadamente 8,600 frecuencias por hora. El dato diferente entre el Caso 5 y el caso "Sin" es aproximadamente 11,000 frecuencias. La relación de disminución de Caso 5 al Caso 1 (Sin) en frecuencias totales de bus es aproximadamente 65%. Esto indica que la eficiencia de operación de buses desde el punto de vista de pasajeros por bus aumenta en el sistema de troncal.

El caso 2 con terminales adyacentes únicos conectados el uno con el otro es lo mínimo en el servicio de frecuencia de autobús. La relación de disminución de Caso 2 al Caso 1 (Sin) en el servicio total de frecuencias de bus es aproximadamente 73%.

Tabla 8.2-8 Números de Frecuencias de Servicio de Bus por Casos

Tipo	Caso - 1	Caso - 2	Caso - 3	Caso - 4	Caso - 5
	Caso "Sin"	Caso "Con"			
Troncal	0	3,208	4,676	3,680	3,765
Bus Ordinario	19,639	2,071	1,629	6,212	4,826
Total	19,639	5,279	6,305	9,892	8,591
Relación	1.00	0.27	0.32	0.50	0.44

2) *Productividad de sistema de autobús*

Las condiciones de viaje son mejoradas por la operación sobre vías de solobús totalmente segregadas con el sistema de troncal, mientras los usuarios de automóvil privado se restringen para la conveniencia del transporte. Los dos impactos para el modo privado y el modo público sobre las condiciones de viaje en la totalidad de Bogotá se evalúan desde el punto de vista de " el trabajo de transporte" y "productividad" de la misma manera como los de el 2000. El trabajo de transporte puede expresarse en varias unidades diferentes: **persona-km, vehículo-km,** etc. La productividad de pasajeros se expresa también en varias unidades: **persona-hora y vehículo-hora.**

La Figura 8.2-25 la comparación pasajero-km de privado y modo de bus en los casos "Con" (Caso 2 al Caso 5) con los del caso "Sin". El pasajero-km de ambos bus y los modos privados en los casos Con están sin cambiar.

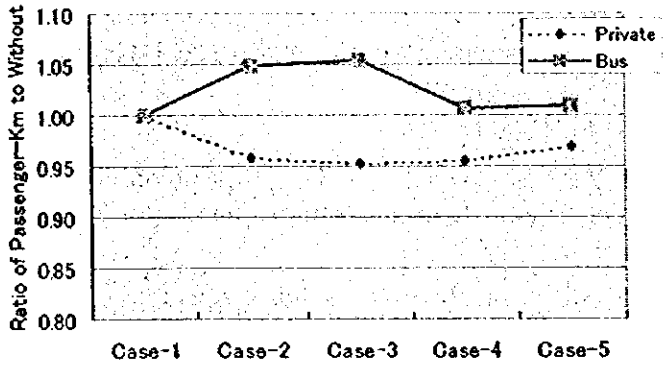


Figura 8.2-25 Relaciones de Pasajero-km de Privado y Modo de Bus con el Caso "Sin"

La Figura 8.2-26 también muestra pasajeros-hora de bus de la misma manera como en el 2000. El pasajero - hora para bus se calcula sobre la misma suposición que en el 2000. El pasajero-hora en el Caso 5 disminuye apreciablemente como en contra del caso "Sin", mientras el pasajero-hora disminuye ligeramente en el modo privado. Esas relaciones de disminución de las figuras para el bus y el modo privado en el Caso 5 al Caso 1 son aproximadamente 0.6 y 0.94, respectivamente. Esto muestra que la velocidad a la que viaja el pasajero de bus se mejora aproximadamente 1.7 veces.

Debido a que los buses ordinarios se operan sobre calles sin vías segregadas de solobús, o sobre el carril de tránsito con el transporte mixto, la velocidad a la que viaja el bus se reduce según el volumen de tránsito sobre las vías. Por otra parte, la troncal no influye para el volumen de tráfico en las vías a causa de la operación sobre la vía segregada de solobus. En el 2005, los flujos ordinarios de bus se reducen debido al recorte del 45% de las actuales rutas de autobús; las condiciones en las vías se mejoran ligeramente a causa de la

disminución del tráfico ordinario de autobuses, a pesar de la reducción del carril mixto de tránsito privativo de vías importantes con el expreso vías de solobus.

La variación de pasajero-km y pasajero-hora indica que por la operación de troncal en las vías troncales, las condiciones de viaje para los pasajeros se mejoran, mientras los usuarios privados permanecen invariables.

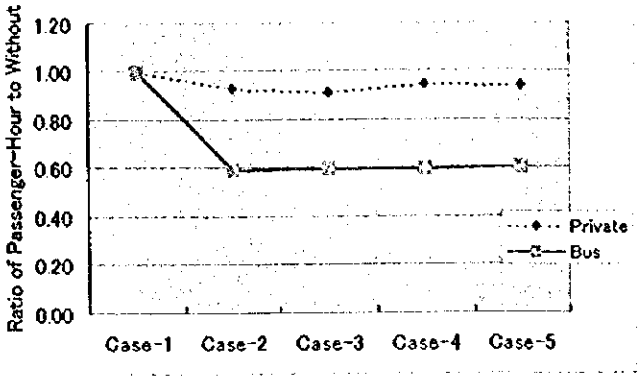


Figura 8.2-26 Relaciones de Pasajero-hora de Privada y Modos de Bus al Caso "Sin"

3) *Número de transferencias*

El número de transferencias en las paradas de bus y los terminales por cada caso se muestra en la Figura 8.2-27. Los pasajeros con traslados (1 tiempo o más) en el Caso 5 son el 37% del total, en el contraste con el 34% para el Caso 1 (Sin el caso). los Pasajeros forzados a transferir en el Caso 5 (diferencia entre el Caso 1 y Caso 5) son aproximadamente 26,000, equivalentes al 4% de los pasajeros. En el Caso 2 que opera buses de transbordador entre terminales adyacentes de autobús, la relación de transferencia de pasajeros respecto al total llega aproximadamente al 50%.

4) *Utilidades Totales de la tarifa de bus*

Las utilidades totales del recaudo de la tarifa de bus se comparan entre "Con" (Casos 2 a 5) y casos "Sin" para comprender los efectos del sistema de troncal en el 2005 (ver Tabla 8.2-9). $430 pesos se aplican para las tarifas de ambos, troncal y bus ordinario, respectivamente.

Como puede verse, el recaudo total de tarifa en el Caso 5 crece únicamente 2%, comparado al caso "Sin". Las utilidades totales por la frecuencia-km en el Caso 5 suben a 2.5 veces en comparación con el caso "Sin". Las utilidades por la operación de bus (frecuencia-km) se mejoran en el sistema de troncal.

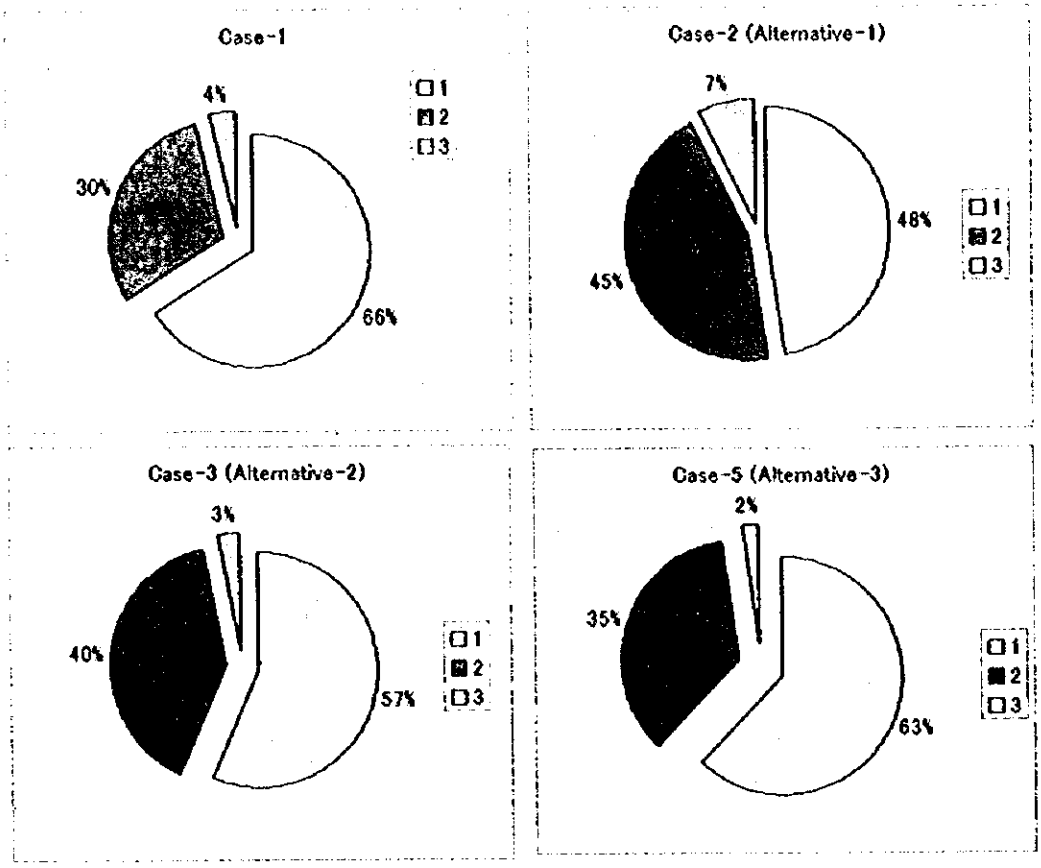


Figura 8.2-27 Números de Transferencias de Autobús

Tabla 8.2-9Utilidades Totales de la Tarifa de Bus

	Utilidades Totales ($pesos)	Relación al Caso 1	Por Frecuencia - Km
Caso - 1	391,261,300	1.00	1.00
Caso - 2	455,171,340	1.16	3.36
Caso - 3	417,398,420	1.07	3.17
Caso - 4	418,231,760	1.07	2.40
Caso - 5	398,927,340	1.02	2.47

(3) Impactos sobre el Transporte en Bogotá

1) Velocidad de viaje

La velocidad de viaje por fuera de los carriles de bus en las vías con troncal segregada de solobus, disminuye después de construir las vías de solobus. La Figura 8.2-28 muestra las velocidades de viaje en carriles de tránsito por fuera de los carriles de bus en vías importantes. Las velocidades de viaje de los vehículos privados varían un poco desde el caso "Sin". Las velocidades sobre la Avenida Caracas y Quito-Sur aumentan levemente a 5-10%, mientras que la Calle 80 y la Avenida 68 disminuyen ligeramente la velocidad (5-6%).

En el 2005, las condiciones de tráfico en el Caso - 1 "Sin" son severas según el aumento de la demanda, para no relacionar la construcción de las vías de solobús y las velocidades de viaje en vías importantes que son menos de 10km/h. En el Caso 5, "Con" el flujo ordinario de buses en vías se reduce debido al recorte del 45% de las rutas actuales de autobús, especialmente sobre la Avenida Caracas. Las condiciones de viaje sobre calles se mejoran ligeramente a causa de la disminución del flujo ordinario de autobuses, a pesar de la reducción de carril de tránsito mixto privativo de vías importantes con el solobus expreso.

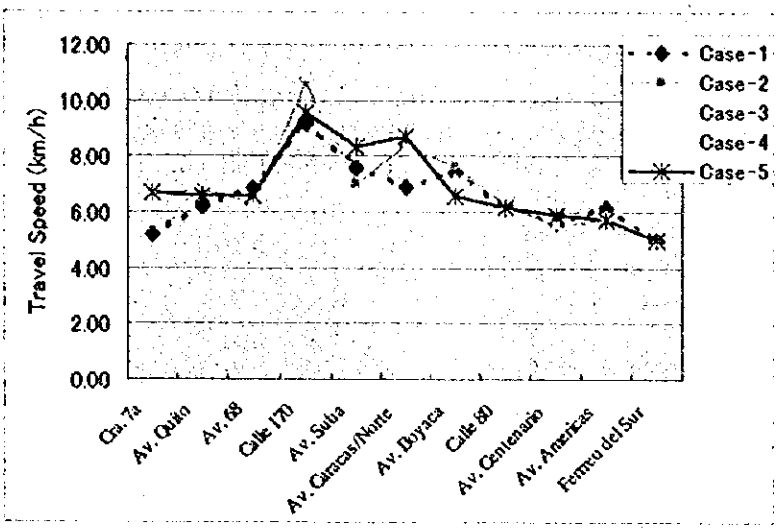


Figura 8.2-28 Cambio de Velocidad de Viaje afuera de los Carriles de Autobús

2) *Congestión de Tráfico*

La velocidad de viaje de vehículos privados que pasan por fuera del carril en la ruta con vías de solobús se reduce un poco. Esas condiciones de viaje son estimadas en términos de PCU-KM y PCU hora para vehículos privados en la sección de vía con una velocidad de viaje de menos de 10 km/hr. La Tabla 8.2-10 muestra el cambio de PCU-KM y PCU hora a el caso "SIN" en el área entera de estudio. En el Caso 5, la congestión y demora desde el punto de vista de PCU-KM y PCU hora son ligeramente disminuídas. Esas figuras muestran que las condiciones de viaje para vehículos privados se mejoran ligeramente debido a la disminución de los buses ordinarios.

En el Caso 2 y el Caso 3 sin la operación suplementaria de bus ordinario que son únicamente operados con el sistema de alimentador y troncal, la congestión y la demora se mejoran también.

Tabla 8.2-10 Cambio de PCU-KM y PCU-hora para Vehículos Privados en la sección de vía con una Velocidad de Viaje de menos de 10 km/h

Los Artículos	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
PCU KM sobre 10km/h o menos	1.00	0.92	0.89	0.95	0.93
PCU hora sobre 10km/h o menos	1.00	0.91	0.89	0.95	0.92

(4) Influencia de Operación No-reciproca de Autobús

1) *Aumento de traslados a terminales suburbanos de autobús*

En el 2005, los buses de troncal se operan en las 11 vías troncales de solobús y los buses ordinarios suplementarios se operan también sobre las vías ordinarias. Por lo tanto, el flujo

de pasajeros más pesado se concentra notoriamente en terminales suburbanos de bus a fin de transferir, abordar o descender, comparando con los de el 2000, cuando los pasajeros se dispersaban debido a la configuración de red de rutas de bús. A la vez, por la operación no recíproca, el número de pasajeros de bus que transfieren a terminales suburbanos de bus aumenta en cada terminal suburbano de autobús.

En varios terminales, el número de pasajeros de transferencia crece a 1.2 - 1.3 veces como ocurre exclusivamente en el terminal suburbano de buses de Bosa donde el número de traslados es 50,000 en el Caso 4, en contraste a 10,000 en el Caso 5 (ver la Figura 8.2-29). El volumen pesado de pasajeros desde Soacha obliga a transferir al terminal de Bosa.

El volumen influye directamente en las dimensiones de las instalaciones del parqueo de buses tales como número de puestos, instalaciones para pasajeros, etc. La Figura 8.2-30 muestra el flujo de pasajeros de bus de hora pico en el Caso 4.

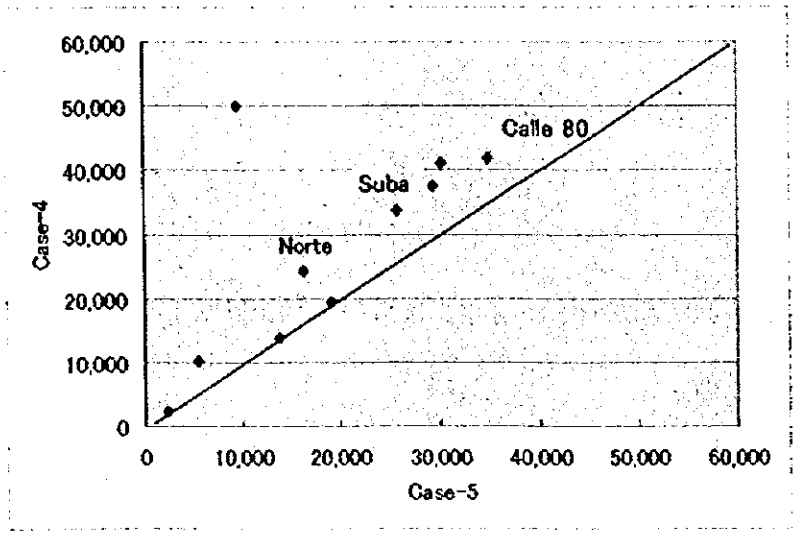


Figura 8.2-29 Comparación de Número de Transferencias a Terminales Suburbanos de Autobús

2) *Aumento del número de veces de Transferencia*

La Figura 8.2-31 muestra la relación de transferencia por veces de todos los pasajeros del autobús. Los pasajeros sin transferencia se reducen a 58% (Caso 4) desde 62% (Caso 5), mientras los pasajeros que transfieren 1 ó 2 veces aumentan a 42% en el Caso 4. Aproximadamente 26,000 (4% de total) pasajeros aumentan adicionalmente.

3) *Aumento de servicio de bus en el área urbana*

La Tabla 8.2-11 muestra el número de pasajeros de bus en el área urbana en el Caso 4 y el Caso 5 que se clasifican en tres categorías: el troncal, buses ordinarios dentro del área urbana y buses que operan afuera del área urbana. Sobre la red de bus en el Caso 4, los pasajeros urbanos de bus dentro de la ciudad de Bogotá aumentan a fin de transportar los pasajeros que moran afuera de Bogotá.

Desde que los pasajeros de bus que deben transferir en terminales de bus a un bus que opere adentro de Bogotá, aumenta una frecuencia de servicio de bus suplementario para esos pasajeros. Las relaciones de aumento de pasajeros de bus en el Caso 4 a los del Caso 5 son aproximadamente 5%. Los números diferentes de pasajeros de bus entre el Caso 4 y el Caso 5 aumentan levemente a 45,000 de los que 62,000 son de adentro de Bogotá y 17,000 son de afuera de Bogotá.

Tabla 8.2-11 Números de Pasajeros de Bus en el Caso 4 y Caso 5

Caso	de Bogotá		Buses desde afuera (Caso 5) y operados afuera (Caso 4)	Total
	Troncal	Autobús		
Caso 4 (Parada en andén)	644,056	238,200	90,376	972,632
Caso 5 (base)	654,434	165,552	107,752	927,738
Diferencia	- 10,378	72,648	- 17,376	44,894
Relación (Dif/Caso - 5)	- 1.6%	43.9%	- 16.1%	4.8%

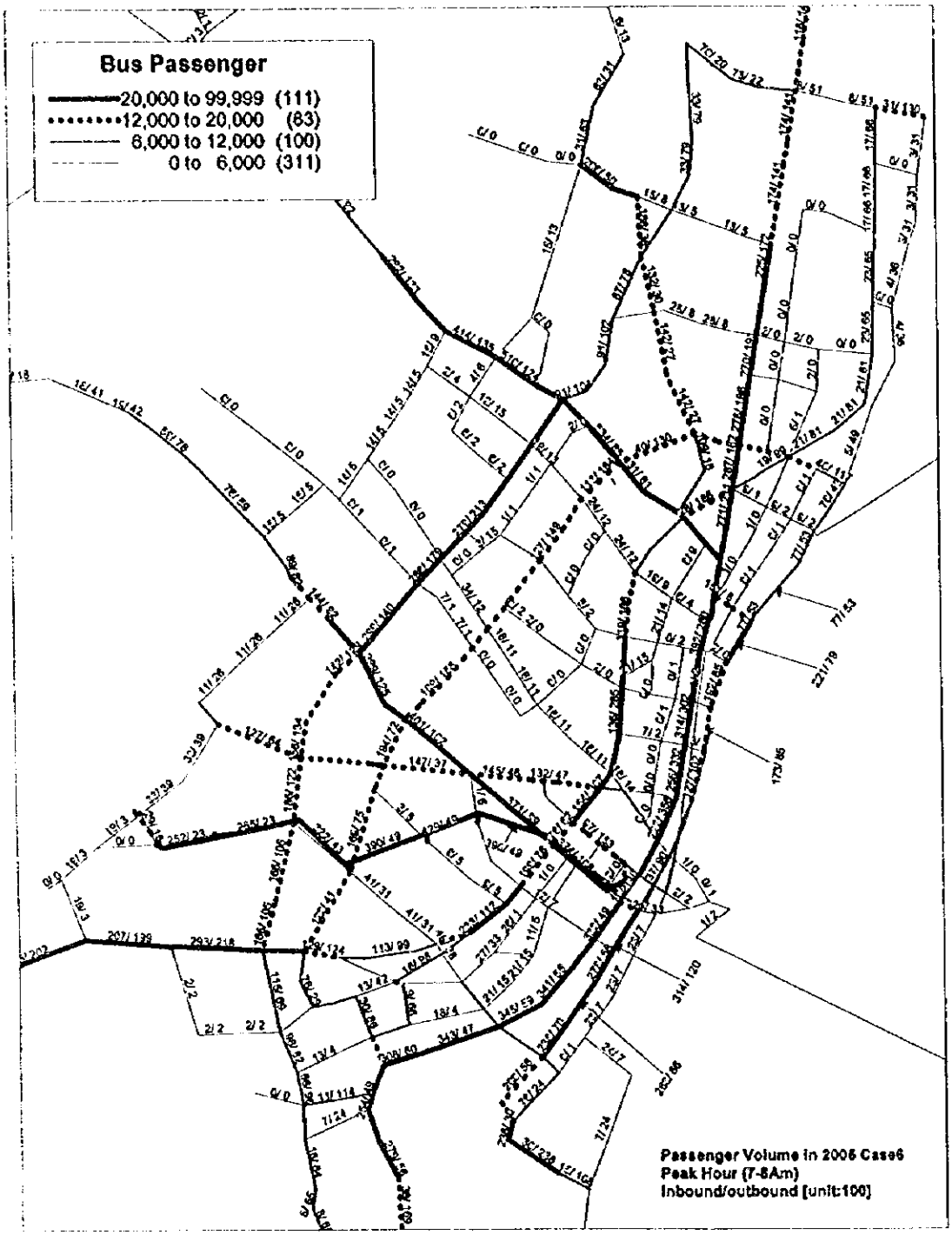


Figura 8.2-30 Flujo de Pasajeros de Bus en Hora Pico en el 2005 (Caso 4)

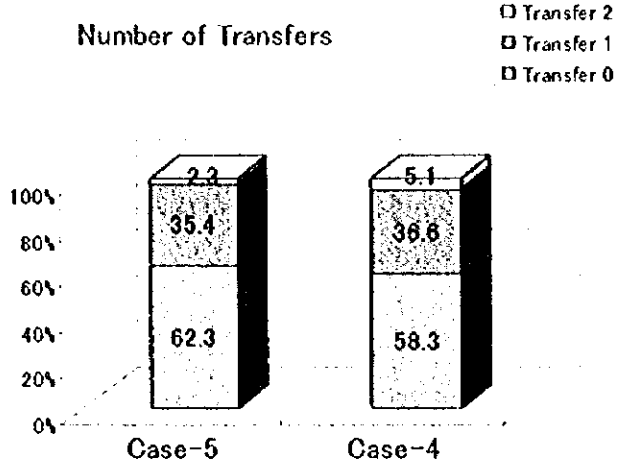


Figura 8.2-31 Números de Transferencias de Autobús

8.2.4. RESUMEN DE EVALUACION

Las evaluaciones del sistema de bus troncal-alimentador en el 2000 y el 2005 se desarrollaron separadamente. El plan en el 2000 para tres (3) vías troncales de solobús con seis (6) rutas troncales, se propone sobre las condiciones que los buses ordinarios sobre el sistema actual de buses se operen. Los efectos para introducir el sistema troncal en el sistema actual de bus se evaluaron. Se planean para el 2005, once vías segregadas o de prioridad de bus, y los buses ordinarios sobre el sistema de operación actual de bus se interrumpe y la ruta de bus actual básicamente cambia a una nueva ruta troncal. El mismo sistema troncal con el que el sistema actual se reemplaza fue evaluado por comparar cada alternativa con el caso "Sin".

En lo que concierne a la demanda de pasajeros de troncal en el 2000, el volumen de pasajeros de troncal se relaciona con el servicio actual de autobuses, es decir, su volumen depende de el nivel en que se corten rutas actuales de bus para sobreponer con rutas troncales. Por lo tanto, a fin de evitar la superposición de rutas actuales de bus con la ruta troncal, la ruta actual de bus donde la longitud de ruta para sobreponer con vías de solobús en la Avenida Caracas y la Calle 80 es de 2.5 km o más se cortan.

En No-hay caso (Sin el caso) en el 2000, los flujos de pasajeros sobre varias vías importantes están más allá de la capacidad de la línea y esto muestra que será más difícil operar buses en el sistema actual de autobuses. En el sistema propuesto, será necesario cortar aproximadamente el 30% de las rutas actuales totales a fin de evitar la superposición de rutas con el bus de ruta troncal, y para asegurar la demanda de pasajeros más apropiada de buses troncales. Esta figura también toma en cuenta la fase programada de descarte de la flota vieja.

En el 2005, los buses troncales propuestos se operan sobre 11 vías troncales de solobús con el sistema alimentador y el autobús. Los flujos de pasajeros sobre la mayoría de las vías de solobús están más allá de la capacidad de la línea. Por lo tanto, la necesidad de la operación suplementaria de bus actual se examinó y fue confirmada. La óptima relación de corte será aproximadamente del 45%. El sistema de bus se operará sobre 11 vías troncales de solobús con aproximadamente 41 rutas de troncal y los buses actuales suplementarios se operarán también sobre las vías ordinarias con un 45% de las rutas actuales de autobús.

Sin embargo, hay varias vías de solobús con sobre-demanda de pasajeros, aún cuando los buses ordinarios suplementarios se operen. Esas vías de solobús necesitarán proponer un plan de ferrocarril para aumentar la capacidad de transporte de buses o una troncal adicional de vías de solobús para aliviar la carga de las vías actuales de solobus.

Se evalúa la eficacia del sistema troncal de buses y la influencia de la operación no recíproca de buses.

La Figura 8.2-32 y la Figura 8.2-33 resumen la evaluación del sistema en el 2000 y el 2005, respectivamente. Las figuras resumidas evaluaron el sistema de troncal desde los puntos de vista siguientes.

1) Administración
2) Operador
3) Pasajeros de transporte Público
4) Usuarios de automóvil privado

1) Resumen en el 2000

En el 2000, los operadores pueden reducir la frecuencia de servicio de bus por el sistema de buses troncales. Comparado con el "no-hay-caso", la frecuencia se reduce aproximadamente 35% en la hora pico de la mañana. Debido a que a la vez, aproximadamente el 30% de las actuales rutas de bus que traslapan con las rutas de troncal se cortarán, los operadores se forzan a cambiar las rutas de bus que operan en el sistema actual de autobuses.

El tiempo de viaje para los pasajeros de bus se mejora algo y esta figura reduce aproximadamente en 6% al caso sin. En lo que concierne a la distancia de viaje, la distancia promedio de viaje no cambia en el caso del nuevo sistema troncal. Los pasajeros con transferencias (1 tiempo o más) algo aumentan. Los pasajeros que deben transferir (diferencia entre el "Sin" y el Caso 4) son aproximadamente 57,000, el equivalente al 10% de los pasajeros.

En lo que concierne a usuarios privados de automóvil, ellos son restringidos en la distribución de espacio vial, debido a que los carriles segregados de prioridad de bus se construyen sobre el derecho de vía existente. Ellos sufren desventaja en la velocidad de viaje. Especialmente, sobre vías con los carriles de prioridad de bus totalmente segregado, las velocidades de viaje tienen una disminución del 20 al 30% en la comparación con el caso "SIN". Aunque la congestión de tránsito en esas vías es más severa, la congestión y demora en el área entera de estudio desde el punto de vista de PCU-KM y PCU-hora en el sector vial con una velocidad de viaje de menos de 10 km/hr tiene una ligera disminución del 3% respectivamente.

La administración del transporte público tendrá que construir las 3 troncales de solobús sobre las vías existentes y controlar las propuestas 6 rutas troncales. Y también, administrar la reestructuración de rutas cortando el 30% de las rutas actuales de bus para sobreponer con rutas de troncal.

Es necesario discutir para la operación no-recíproca de buses desde el punto de vista de los pasajeros de autobús, operadores de autobuses, planeamiento del uso de la tierra, desarrollo urbano, etc. En esta sección se resumen la influencia de los pasajeros de autobús, operadores, y usos de la tierra. Los pasajeros de bus que transfieren 1 o 2 veces suben a 46% desde 43% y los pasajeros afectados son aproximadamente 18,000 (3% de total), comparando a la operación recíproca. En varios terminales, el número de pasajeros de transferencia crece a 1.6 - 1.8 veces. Es necesario adquirir espacio terrestre adicional para ello. Los operadores de bus necesitan preparar servicio adicional de frecuencia de buses en

el área urbana. Debido a que los pasajeros de bus forzados a transferir a terminales de bus deben cambiar a un bus que opere dentro de Bogotá, debe haber servicio de frecuencia de bus suplementaria para esos pasajeros. La razón de aumento de esos pasajeros de bus por la operación no recíproca es de aproximadamente un 4%.

2) *Resumen en el 2005*

En el 2005, los operadores pueden reducir el servicio de frecuencia de bus en el sistema de buses troncales. Comparando con el caso de no hacer nada, la frecuencia se reduce en aproximadamente el 45% en la hora pico de la mañana. Debido a que al mismo tiempo, aproximadamente el 45% de las rutas actuales de bus se cortarán, los operadores se forzan a cambiar las rutas de bus que operan sobre el sistema actual de autobuses.

El tiempo de viaje para los pasajeros de bus se mejora apreciablemente y el dato se reduce a aproximadamente 0.6 al caso sin. En lo que concierne a la distancia de viaje, la distancia promedio de viaje no se cambia en el supuesto del nuevo sistema de troncal. Los pasajeros con transferencias (1 vez o más) aumentan ligeramente. Los pasajeros afectados son aproximadamente 26,000, equivalente al 4% de los pasajeros.

En lo que concierne a usuarios de automóvil privado, ellos son restringidos en la distribución de espacio vial, debido a que los carriles de prioridad de bus segregados se construyen sobre el derecho a la vía existente. Ellos sufren pérdida de velocidad de viaje. Especialmente, sobre vías con carriles de prioridad de bus totalmente segregada, la velocidad de viaje se disminuye en un 10% sobre la Calle 80 o aumenta en 5 a 10% en la Avenida. Caracas en comparación con el caso sin. Aunque la congestión de tránsito sobre esas vías es más severa, la congestión y la demora en el área entera de estudio desde el punto de vista de PCU-KM y PCU hora sobre secciones de vía con una velocidad de viaje de menos de 10 km/hr se disminuye ligeramente en un 7%,

La administración de transporte público tendrá que construir 11 troncales de vías de solobús en las vías existentes y controlar las propuestas 41 rutas troncales. Y también, administrar la reestructuración de rutas cortando el 45% de las rutas de buses actuales para sobreponer con rutas troncales.

En lo que concierne a operación no recíproca de autobuses, los pasajeros de bus que transfieren 1 o 2 veces suben a 42% y los pasajeros afectados son aproximadamente 26,000 (4% de total), comparando con la operación recíproca. En varios terminales, el número de pasajeros de transferencia aumenta 1.2 - 1.3 veces excepción hecha del terminal suburbano de buses de Bosa donde el número de traslados varía desde 10,000 a 50,000 para operación no - recíproca. El volumen influye directamente en las dimensiones de las instalaciones de buses tales como número de bahías, instalaciones de pasajeros, etc. Los operadores de Autobús. necesitan preparar servicios de frecuencias adicionales de bus en el área urbana. Las relaciones de aumento de los pasajeros de bus por la operación no recíproca son aproximadamente 5%.

Summary in 2000

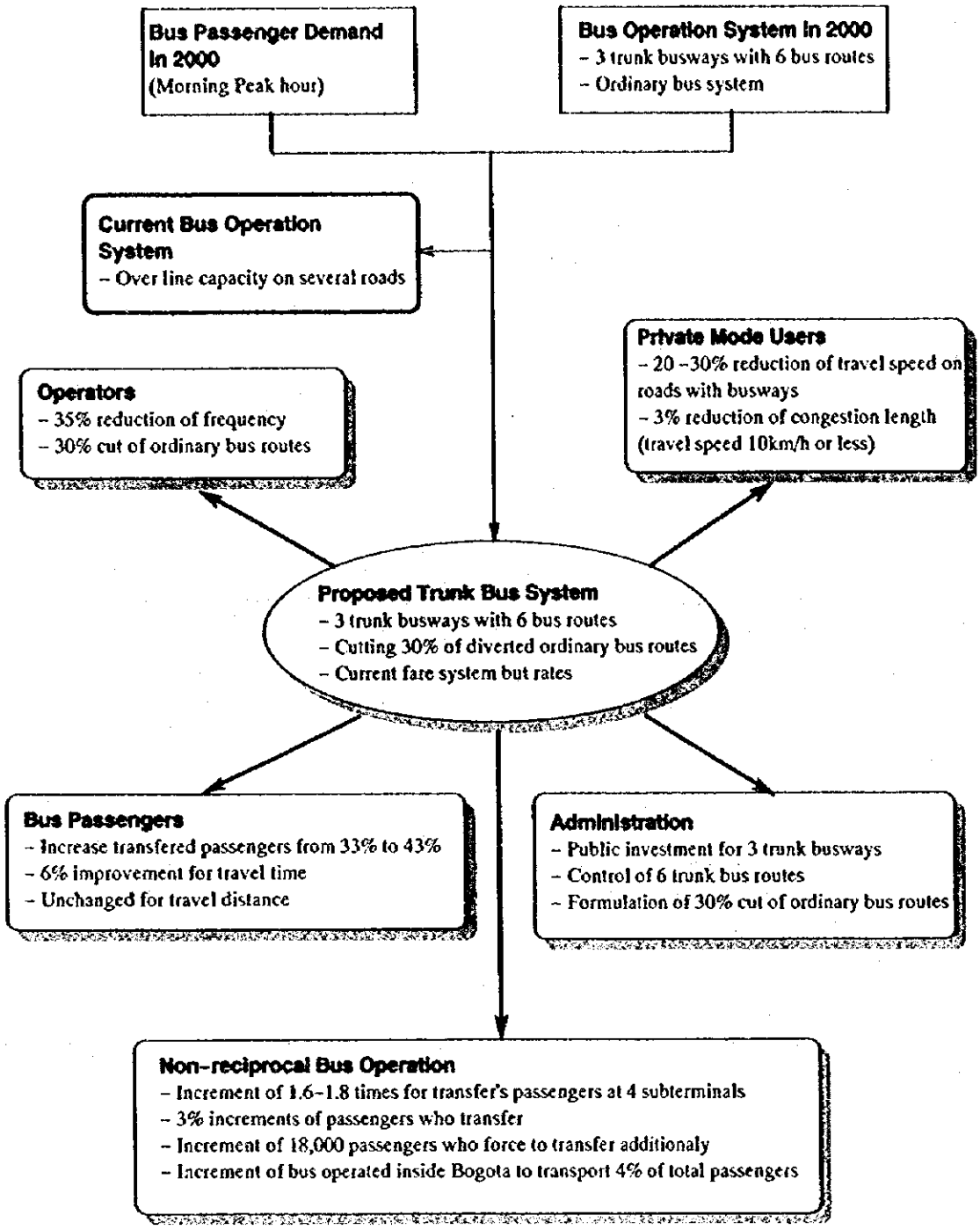


Figura 8.2-32 Resumen de Evaluación en el 2000

Summary in 2005

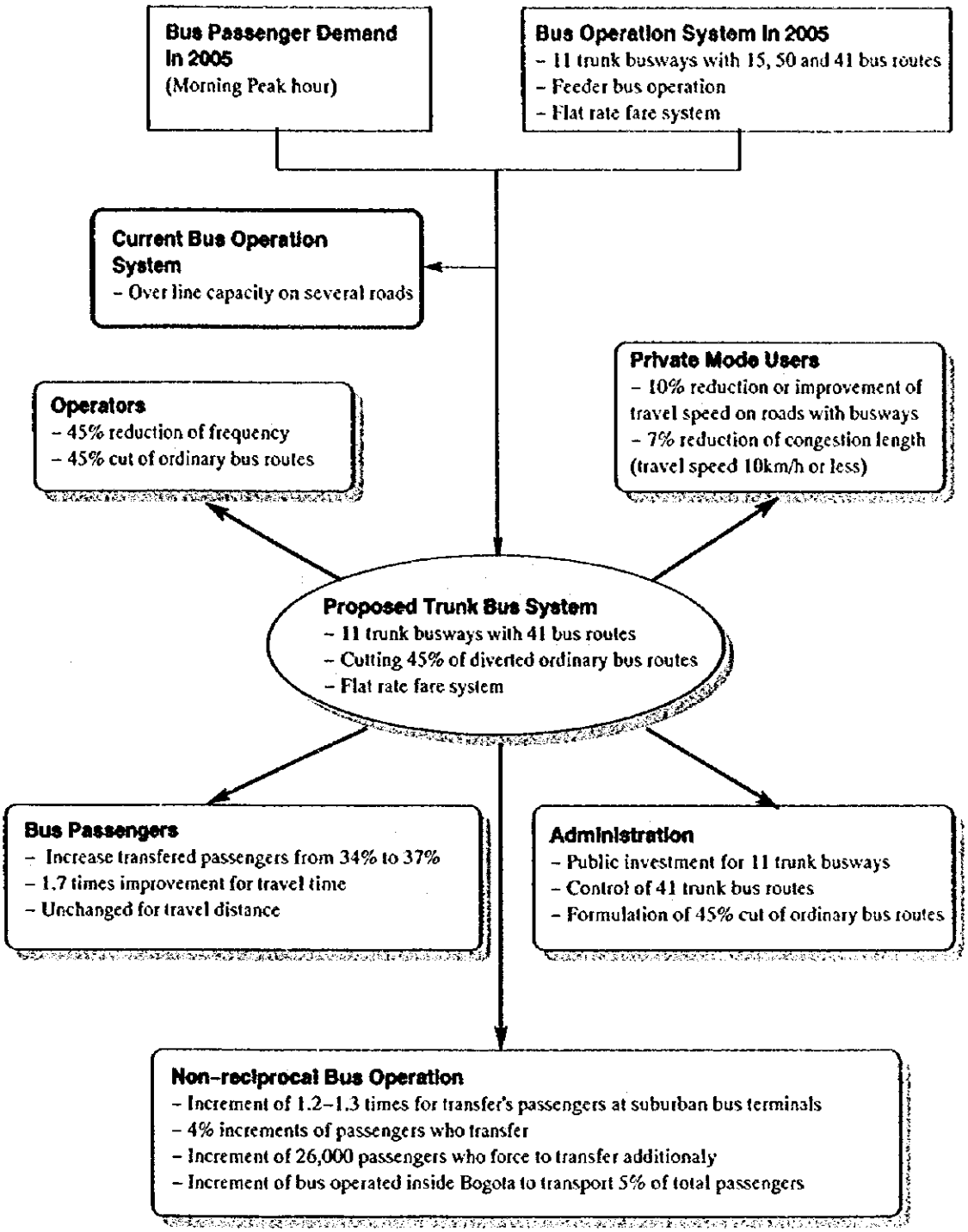


Figura 8.2-33 Resumen de Evaluación en el 2005