

*REPUBLIC OF GUATEMALA*

***ESTUDIO DE PLAN MAESTRO  
PARA  
EL SISTEMA DEL TRANSPORTE  
URBANO  
EN  
EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA***

***INFORME FINAL***

***MARZO 1992***

***AGENCIA DE COOPERACION  
INTERNACIONAL DEL JAPON***



JICA LIBRARY



1097445(9)

27668



*REPUBLIC OF GUATEMALA*

***ESTUDIO DE PLAN MAESTRO  
PARA  
EL SISTEMA DEL TRANSPORTE  
URBANO  
EN  
EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA***

***INFORME FINAL***

*MARZO 1992*

***AGENCIA DE COOPERACION  
INTERNACIONAL DEL JAPON***



## PREFACIO

En respuesta a la solicitud presentada por el Gobierno de la República de Guatemala, el Gobierno de Japón decidió llevar a cabo el Estudio de Plan Maestro para el Sistema del Transporte Urbano en el Area Metropolitana de Guatemala, confiando la realización del Estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

La JICA envió a la República de Guatemala una misión de estudio encabezada por el Ing. Takeshi Yoshida, Yachiyo Engeneering Co., Ltda., tres veces desde junio de 1990 hasta diciembre de 1991.

La misión sostuvo una serie de reuniones con las autoridades competentes del Gobierno de la República de Guatemala, a la vez que realizó estudios de campo. Además de haber completado el viaje, la misión se dedico en Japón a estudios con más detenimiento a fin de preparar el presente informe.

Espero que este informe contribuya a promover el desarrollo de los proyectos y que sirva de lazo de amistad entre los dos países.

Quisiera expresar mi sincero agradecimiento a las autoridades competentes del Gobierno de la República de Guatemala por la gentil cooperación que han brindado a la Misión.

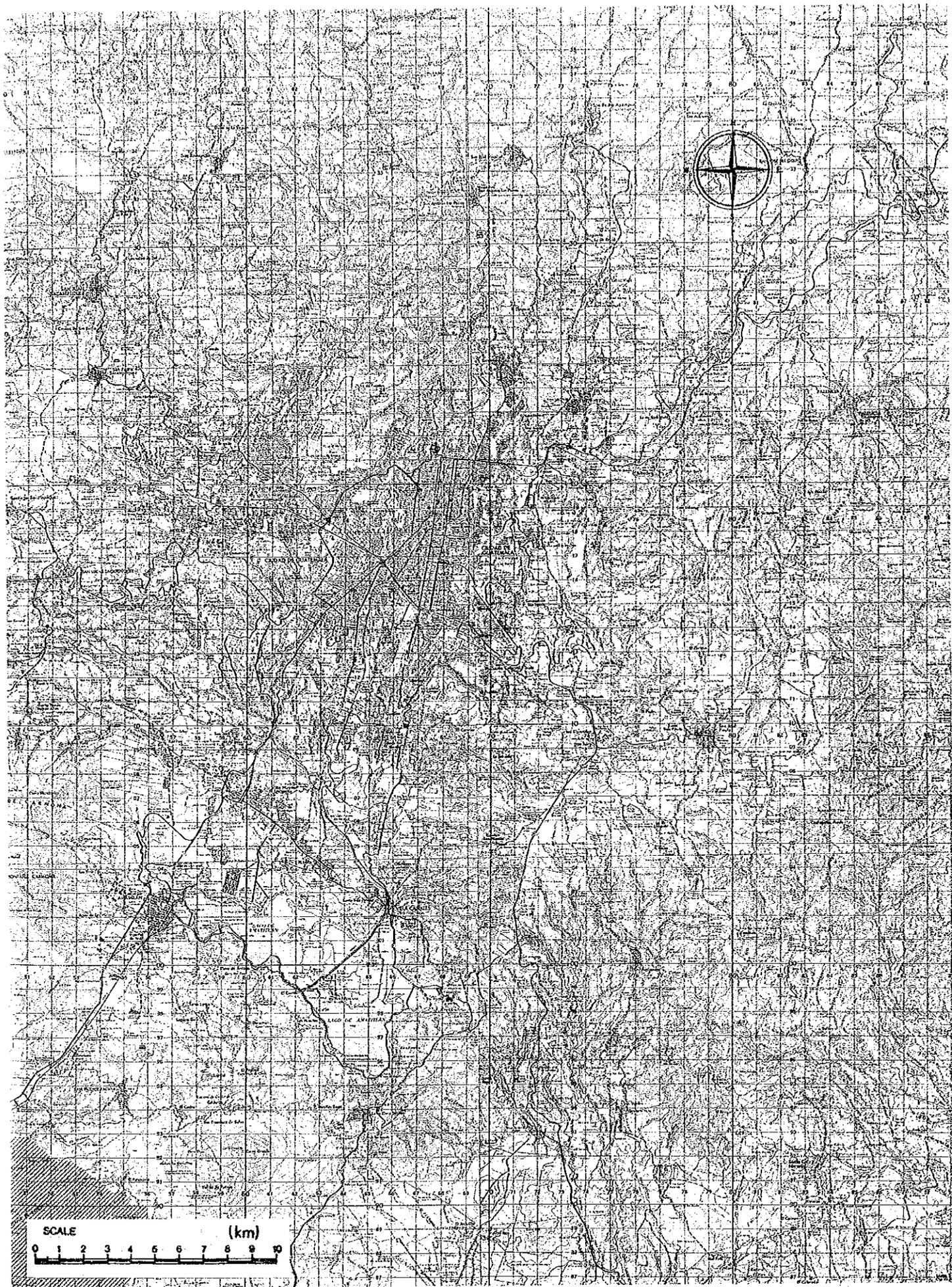
Marzo, 1992



---

Kensuke Yanagiya  
Presidente  
Agencia de Cooperación  
Internacional del Japón





AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA



## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCION .....	1
<b>PARTE I. CONDICIONES EXISTENTES</b>		
2.	CONDICIONES SOCIO-ECONOMICAS Y USO DEL SUELO	5
2.1	Condiciones Socio-Económicas Existentes .....	5
2.2	Uso del Suelo Actual y Estructura Urbana .....	8
3.	CARACTERISTICAS DEL VIAJE PERSONAL	15
3.1	Encuesta de Viajes Personales .....	15
3.2	Resumen de Viajes Personales .....	21
3.3	Producción de Viaje .....	23
3.4	Generación y Atracción de Viaje .....	27
3.5	Distribución de Viajes .....	32
3.6	División Modal .....	37
4.	FACILIDADES DE VIAS Y TRANSITO	42
4.1	Condiciones de Facilidades de Vías Existentes ..	42
4.2	Condicion Actual del Tránsito .....	52
4.3	Identificación de Problemas en Facilidades de Vías y Tránsito .....	65
5.	TRANSPORTE PUBLICO	71
5.1	Buses Urbanos y Microbuses .....	71
5.2	Buses Extraurbanos .....	86
5.3	Taxis .....	98
5.4	Ferrocarriles .....	101
6.	ADMINISTRACION DE TRANSITO	104
6.1	Condiciones Actuales de Administración de Tránsito .....	104
6.2	Problemas de Administración de Tránsito .....	129
<b>PARTE II. PRONOSTICO Y PLANIFICACION</b>		
7.	PLAN DE DESARROLLO URBANO	133
7.1	Estructura Socio-Económica .....	133
7.2	Patrones de Desarrollo Urbano .....	134
7.3	Plan de Uso del Suelo .....	145
7.4	Plan de Distribución de la Población y Empleo ..	153
8.	PRONOSTICO DE DEMANDA DE TRANSITO FUTURO	159
8.1	Procedimiento de Pronóstico .....	159
8.2	Número Total de Viajes .....	162
8.3	Generación y Atracción de Viajes Futuros .....	166

8.4	Distribución de Viajes Futuros .....	169
8.5	Distribución Modal Futura .....	175
8.6	Asignación de Tránsito Futuro .....	182
9.	<b>PATRON DE RED DE TRANSPORTE FUTURO</b>	<b>188</b>
9.1	Condiciones de Planificación y Estrategia Básica	188
9.2	Concepto de Alternativas de la Red de Transporte	193
9.3	Alternativas de Red de Transporte .....	196
9.4	Análisis de Tránsito del Plan Alternativo .....	204
9.5	Evaluación de Planes Alternativos .....	216
10.	<b>PLAN VIAL E INTERSECCIONES</b>	<b>243</b>
10.1	Plan Vial .....	243
10.2	Plan de Intersecciones .....	285
11.	<b>PLAN DE TRANSPORTE PUBLICO</b>	<b>295</b>
11.1	Condiciones Básicas para Planificación .....	295
11.2	Sistema de Transporte Público Futuro .....	297
11.3	Paradas y Terminales de Buses .....	315
11.4	Mejoramiento de Servicio .....	327
11.5	Aspectos Financieros e Institucionales del Transporte Público .....	329
11.6	Principales Proyectos y Programa .....	335
11.7	Medidas Urgentes de Mejoramiento .....	337
11.8	Sistema de Tránsito Ferroviario .....	341
12.	<b>PLAN DE ADMINISTRACION DE TRANSITO</b>	<b>348</b>
12.1	Conceptos de Planificación .....	348
12.2	Plan de Administración de Tránsito .....	352
12.3	Plan y Proyecto de Administración de Tránsito en el Area Central .....	372
13.	<b>PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE</b>	<b>390</b>
13.1	Formulación de Plan Maestro .....	390
13.2	Programa de Implementación .....	392
13.3	Consideraciones Financieras .....	399
14.	<b>EVALUACION DE PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE</b>	<b>409</b>
14.1	Evaluación Económica .....	409
14.2	Análisis Financiero .....	414
14.3	Impacto Social .....	416
14.4	Impacto Ambiental .....	417
15.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>419</b>

**ANEXOS**

A. Lista de Tablas .....	421
B. Lista de Figuras .....	425
C. Abreviaturas .....	429
D. Tablas de OD .....	430



## **1. INTRODUCCION**



## 1. INTRODUCCION

### (1) Desarrollo del Estudio

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Guatemala, el Gobierno del Japón, a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), inició el Estudio del Plan Maestro para el Sistema de Transporte Urbano en el Area Metropolitana de Guatemala (Denominado "ESTUAM").

El equipo de estudio preliminar, dirigido por el Doctor Hisao Uchiyama, fue enviado por JICA a Guatemala, y el alcance de trabajo para el Estudio se acordó para el mes de noviembre de 1989.

El Estudio en Guatemala comenzó en julio de 1990, y continúa hasta diciembre de 1991.

### (2) Propósito del Estudio

Los objetivos del Estudio son los siguientes:

- 1) Formular un Plan Maestro para el Sistema de Transporte Urbano en el Area Metropolitana de Guatemala.
- 2) Recomendar un Plan de Desarrollo Urgente a corto plazo para ser formulado dentro del Plan Maestro.
- 3) Transferir tecnología relevante al personal de la Contraparte durante el Estudio.

### (3) Alcances del Estudio

#### 1) Año Meta

El año 2010 está definido como año meta para el Estudio del Plan Maestro y el año 1995 se adopta como año meta para el Plan de Desarrollo Urgente a Corto Plazo.

## 2) Area de Estudio

El Area de Estudio cubre la Ciudad de Guatemala, así como Mixco, Villa Nueva, San Miguel Petapa, Santa Catarina Pinula, Chinautla, Amatitlán, Villa Canales, Fraijanes y San José Pinula

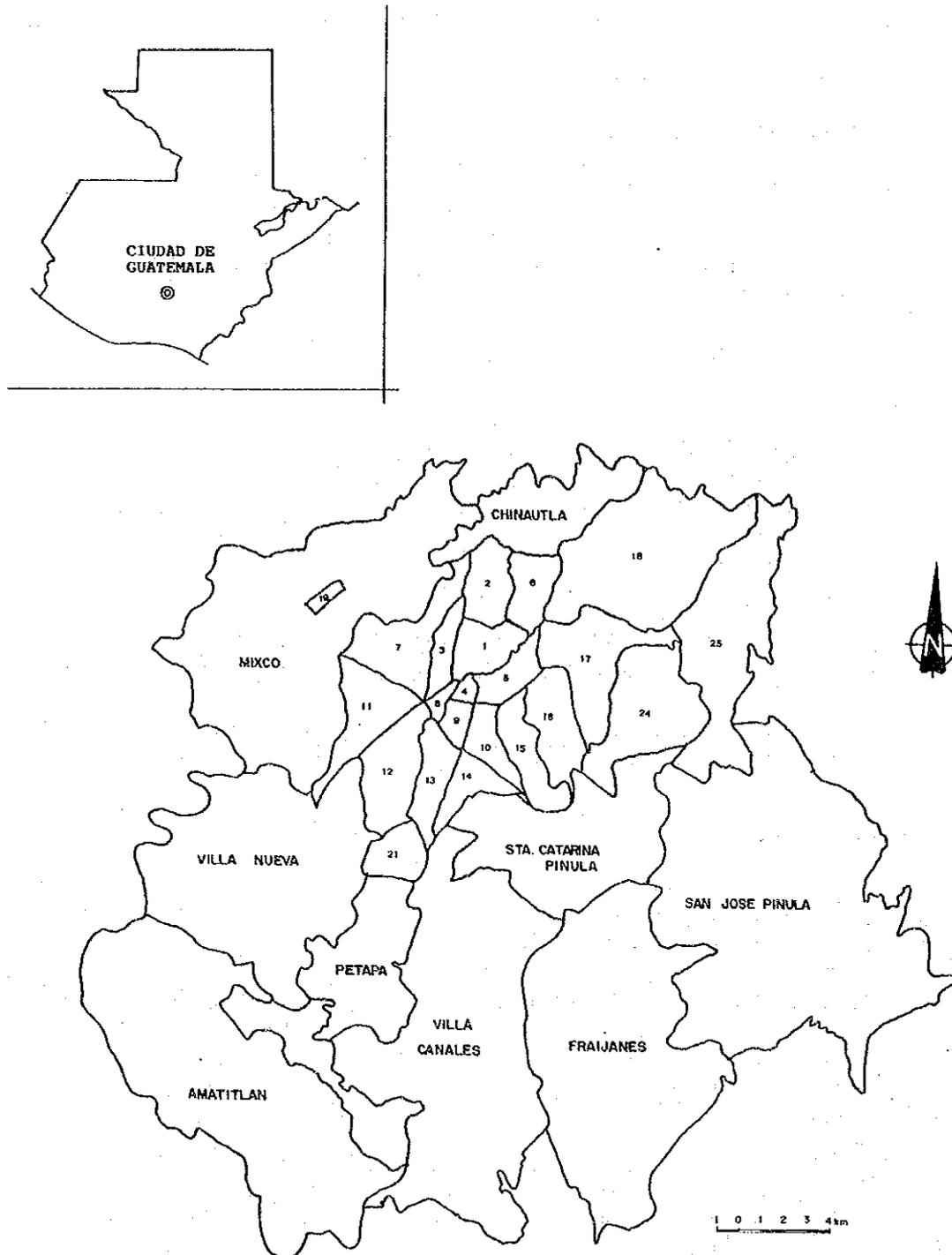


Figura 1.1. Area de Estudio

(4) Organización del Estudio

Para conducir el Estudio, JICA ha organizado tanto el Equipo de Estudio, dirigido por el Ingeniero Takeshi Yoshida, como el Comité Asesor, encabezado por el Doctor Hisao Uchiyama, para recibir el consejo para el Estudio.

El Gobierno de Guatemala ha formado el Equipo de Contraparte, dirigido por el Ingeniero Edgar de León Maldonado, de la Municipalidad de la Ciudad de Guatemala.

Esta ha organizado el Comité Consultivo, conformado por la Municipalidad de Guatemala, la Secretaría General de Planificación (SEGEPLAN), el Ministerio de Comunicaciones, Transportes y Obras Públicas, la Policía Nacional, el Banco Nacional de la Vivienda y Ferrocarriles de Guatemala.

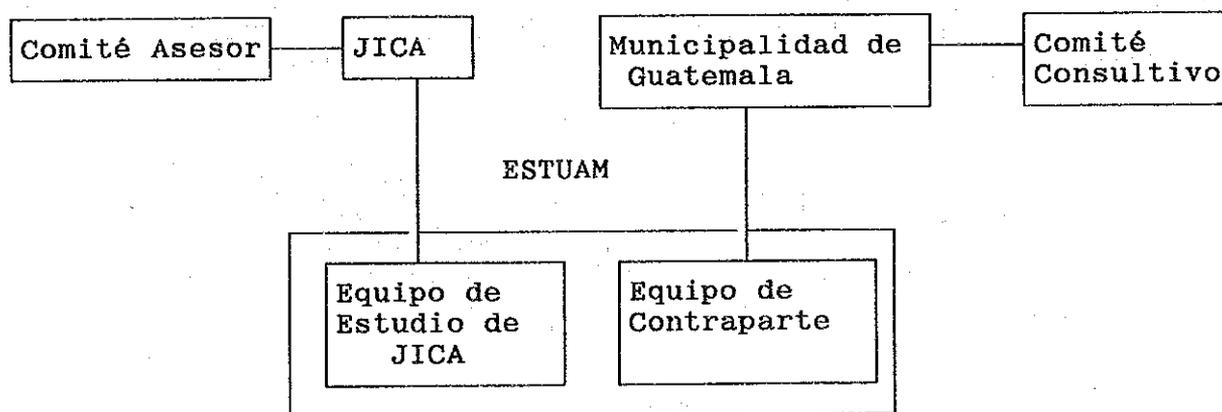


Figura 1.2 Organización de Estudio

#### EQUIPO DE ESTUDIO JICA

Ing. Takeshi Yoshida Gerente del Proyecto  
Ing. Koichi Tsuzuki Planificador de Carreteras  
Ing. Hikaru Nishimura Planificador de Transporte  
Ing. Shinsuke Tsuruta Planificador de Transporte Público  
Ing. Masayuki Ishiya Analista de Pronóstico de Demanda  
Ing. Hiroaki Sugawara Analista de Encuesta de Transporte  
Ing. Shigeru Okutsu Supervisor de Encuesta de Transporte  
Arq. Iwane Mizuno Planificador de Uso de la Tierra  
/Desarrollo Urbano  
Arq. Naoyuki Minami Planificador de Calles y Estacionamientos  
Ing. Keiichi Ichikawa Planificador de Transporte  
Lic. Takao Yamane Analista Económico y Financiero

#### COMITE ASESOR JICA

Presidente : Dr. Hisao Uchiyama Universidad de la Ciencia Tokio  
Miembro : Dr. Mitsuyuki Asano Ministerio de Construcción  
Miembro : Ing. Shinji Mizuno Ministerio de Construcción  
Miembro : Lic. Kozo Fujita Ministerio de Transporte  
\*Miembro : Lic. Hiroyuki Sumita Ministerio de Transporte

#### COORDINADORES DEL PROYECTO JICA

Lic. Hiroshi Uchiyama Agencia de Cooperación Internacional del Japón  
\*Lic. Shoichi Okumura Agencia de Cooperación Internacional del Japón

#### EQUIPO DE CONTRAPARTE DE GUATEMALA

Ing. Edgar De León Maldonado, Coordinador ESTUAM  
Ing. Carlos Barillas  
Ing. Claudio Piedra Santa  
Ing. Jorge Chavarria  
Ing. Rudy Cuellar  
\*Ing. Melecio Recinos  
\*Ing. Rolando Figueroa

#### COMITE CONSULTIVO

Ing. Edgar De León Maldonado, Coordinador ESTUAM  
Ing. Marco Antonio Arango, D.G.T. Extraurbanos/MINISCOPE  
Ing. José Santos Monzón, CAMINOS/MINISCOPE  
Ing. Roberto Martínez Ocrassa, SEGEPLAN  
Ing. Miguel Angel Oquendo, BANVI  
Arq. Edna de Figueroa, Municipalidad de Guatemala  
Lic. Alejandro Porras, Municipalidad de Guatemala  
Lic. José Francisco Ramirez Valenzuela, Policía Nacional  
Ing. Carlos Moino, FEGUA  
\*Arq. Fernando Masaya, BANVI

\*Predecesor

Figura 1.3 Miembros de la Organización del Estudio

## **I. CONDICIONES EXISTENTES**

2. **CONDICIONES SOCIO-ECONOMICAS Y USO DEL SUELO**
3. **CARACTERISTICAS DEL VIAJE PERSONAL**
4. **FACILIDADES DE VIAS Y TRANSITO**
5. **TRANSPORTE PUBLICO**
6. **ADMINISTRACION DE TRANSITO**



## 2. CONDICIONES SOCIO-ECONOMICAS Y USO DEL SUELO

### 2.1 Condiciones Socio-Económicas Existentes

#### (1) Condición Física y Localización del Area de Estudio

El Area de Estudio se encuentra localizada en una meseta a 1,500 m.s.m., latitud de  $14^{\circ}$  N y longitud aproximada de  $90^{\circ}$  O y cubre un área de  $937 \text{ km}^2$ . La línea divisoria de aguas corre del noroeste al suroeste de la ciudad y la característica topográfica más relevante es una fuerte inclinación de las líneas divisorias en dirección norte hacia el suroeste. En la parte sur del Area de Estudio está el lago de Amatitlán a 1200 m.s.m.

Las características geológicas del área son rocas volcánicas susceptibles a la erosión, la cual ha creado profundos valles cortando el área montañosa.

La región tiene un clima templado, con una temperatura media durante el año de  $20^{\circ}$  C. Hay dos estaciones definidas la seca de noviembre a abril y la lluviosa de mayo a octubre.

#### (2) Reseña Histórica

La actual ciudad de Guatemala, fue establecida en 1776 después de la destrucción de la vieja capital localizada en Antigua a consecuencia del terremoto ocurrido en 1773. Hasta 1870 el ritmo de crecimiento urbano fue lento debido a los acontecimientos derivados de la independencia, además de la inestabilidad social así como la subsiguiente guerra civil. Además, influyeron otros factores, como fue el aislamiento político por parte del partido conservador. La Ciudad de Guatemala comenzó a desarrollarse tanto económica como socialmente, después que el partido liberal alcanzó el poder. Se incorporaron comunidades adyacentes, se introdujeron facilidades urbanas, tales como carreteras de acceso, carruajes tirados por bestias, alumbrado público, ferrocarril, servicio eléctrico y telegráfico; para el año 1900 la población ya alcanzaba los 100,000 habitantes.

La primera mitad del siglo 20 fue el período en el cual se vió la formación del marco de trabajo para la actual área urbana de la Ciudad de Guatemala. Las calles principales que unían el norte y el sur fueron contruídas. Las actuales zonas 9, 10, 13 y 14 fueron unidas. Además la suburbanización progresó a través de la contrucción de villas residenciales uni-familiares de estilo noreuropeo por la clase alta. Mientras tanto distritos residencia-

les de la clase media y baja fueron construídos atravesando la ciudad de norte a sur. La población en 1950 alcanzó los 300,000 habitantes.

Después de 1950 la población aumentó rápidamente a causa de la migración rural hacia la capital. Hubo una expansión en el área urbana como consecuencia de la formación de distritos comerciales en la zona 9 y 10, el circuito industrial se desarrolló a lo largo de las vías principales. La esfera de influencia de la ciudad de Guatemala se extendió alcanzando Mixco y Villa Nueva. La población del Area de Estudio alcanzó el millón de habitantes en el año de 1970 y 1.8 millones en 1990.

### (3) Población

La población en el Area de Estudio se incrementó de 1.35 millones en 1981 a 1.8 millones en 1990, con un porcentaje anual de 3.3%. La población en la Ciudad de Guatemala de 1,030,000 en 1990 contaron el 57% del Area de Estudio, pero su tasa de crecimiento fue menor que la de sus áreas adyacentes, y decrecerá gradualmente. En años recientes, el área que mostró un particular crecimiento de población fue Villa Nueva, la cual creció en un porcentaje anual de 12%, de una población de 82,000 en 1981 a 225,000 en 1990 con un factor de 2.7 veces.

Tabla 2.1.1 Cambio de la Población en el Area de Estudio

Area	Población		Tasa Anu. Crecim. %
	1981 <sup>1)</sup>	1990 <sup>2)</sup>	
Ciudad Capital	865,200 ( 64.3)	1,034,400 ( 57.4)	2.00
Mixco	226,800 ( 16.8)	335,000 ( 18.6)	4.43
Villa Nueva	81,500 ( 6.1)	225,400 ( 12.5)	11.97
Otros	171,800 ( 12.8)	206,100 ( 11.5)	2.04
Total	1,345,300 (100.0)	1,800,900 (100.0)	3.29

Nota:

1) Corregido en base de censo en 1981.

2) Estimación de Equipo de Estudio.

### (4) Condición Económica

La economía de Guatemala encontró una serie de dificultades en años 80 mientras el crecimiento negativo había continuado a través de la primera mitad de la década; luego cambia a positivo

en 1987, el promedio de crecimiento redondeaba el 0.9%, lo cual indicó no haber crecimiento en este período. Por tal razón el Producto Interno Bruto (PIB) había declinado 82% del nivel de 1980.

El sector primario puede ser ignorado casi totalmente en el Area de Estudio, mientras que el secundario y el terciario figuran sobre la mitad de la economía nacional. Tomando de base las estimaciones del Banco de Guatemala, el análisis de la actividad económica por sector, según el Area de Estudio, el Producto Regional Bruto en 1990 fue de 1,827 millones de quetzales del valor del precio en 1958. El PRB per cápita en 1990 fue de 1,014 quetzales o sea \$2,018 US dolares.

Tabla 2.1.2 Actividad Económica en el Area de Estudio

Producto Regional Bruto (PRB)		
	(millón de quetzales <sup>1</sup> )	1,827
Población	(millares de habitante)	1,801
GRP per cápita	(quetzales)	1,014
	(US dólares <sup>2</sup> )	2,018

Nota: 1) Precios constantes de 1958  
2) Precios de 1990 (\$1.000 = Q5.00)

Fuente: Estimaciones del Equipo de Estudio.

La población trabajadora totalizó 637,000, 16,000 en el sector primario, 150,000 en el sector secundario y 471,000 en el sector terciario, una figura que contó por 73.9% del número total.

Tabla 2.1.3 Empleos por Sector

Sector	Empleados	Porcentaje
Primario	16,300	2.6
Secundario	149,800	23.5
Terciario	470,800	73.9
Total	636,900	100.0

Fuente: Encuesta de viajes de personas

## 2.2 Uso del Suelo Actual y Estructura Urbana

El área total de Estudio es de 93,725.5 ha. De esta área 45,973.5 ha (49%) tienen pendiente mayor al 30%. La mayor parte de esa área es de uso forestal y su urbanización no se considera posible. El área con pendiente menor del 30% ocupa el 51% (47,752 ha), considerándose ésta apta para futuros desarrollos urbanos.

El área urbana total es de 24,916.2 ha., la cual incluye tierra que ha sido preparada pero aún no ha sido ocupada y los distritos semiurbanos de las comunidades adyacentes. Se estima que el 52% tiene potencial para la urbanización. El 37% de estas tierras son fincas con un área de 17,760.3 ha.

Tabla 2.2.1 Uso del Suelo en el Area de Estudio

Clasificación	Area (ha.)	%
Area con menos de 30% de pendiente.	47,752.0	50.9
Area urbana	24,916.2	26.6
Finca	17,760.3	18.9
Bosque	3,530.5	3.8
Areas con agua	1,532.5	1.6
Otros	192.5	0.2
Area con más de 30% de pendiente (bosques)	45,973.5	49.1
Total	93,725.5	100.0

Fuente: Equipo de Estudio

Las áreas residenciales ocupan 13,279.3 ha. El área total residencial, la cual incluye áreas de uso mixto y áreas semi-urbanizadas tal como tierra preparada, es de 21,850.2 ha. con una población de 1.8 millones. La densidad media de áreas residenciales son de 82.4 personas/ha.

Tabla 2.2.2 Composición de Uso del Suelo en Area Urbana

Clasificación	Area (ha.)	%
Residencial	13,279.3	53.3
Negocios/comercial	538.2	2.2
Industria	1,134.2	4.8
Público	998.7	4.7
Mixto	631.4	2.5
Area verde	394.8	1.8
Area no-ocupada	7,939.5	31.8
<b>Total</b>	<b>24,916.2</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Equipo de Estudio



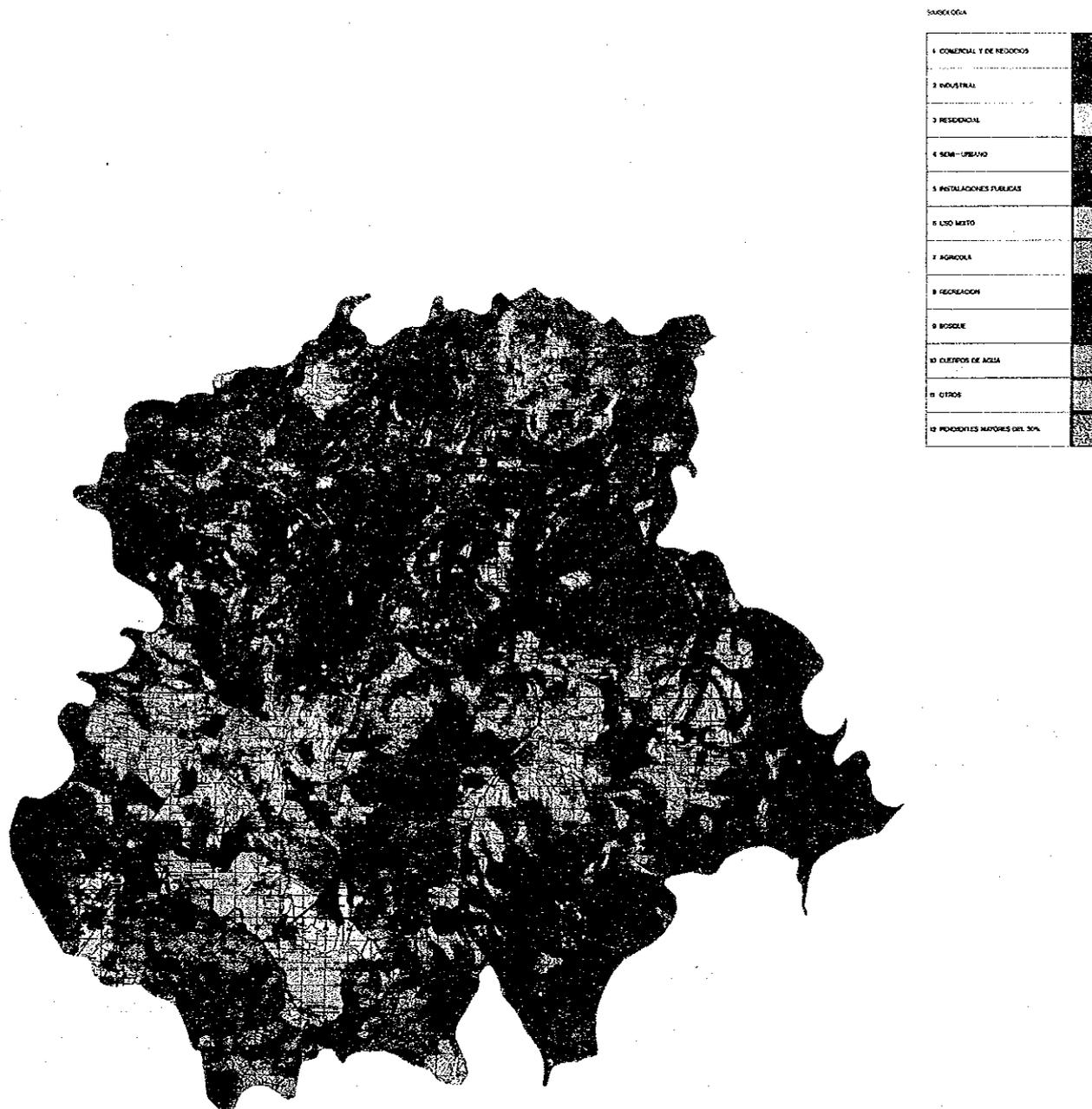


Figura 2.2.1 Uso del Suelo Actual en el Area de Estudio



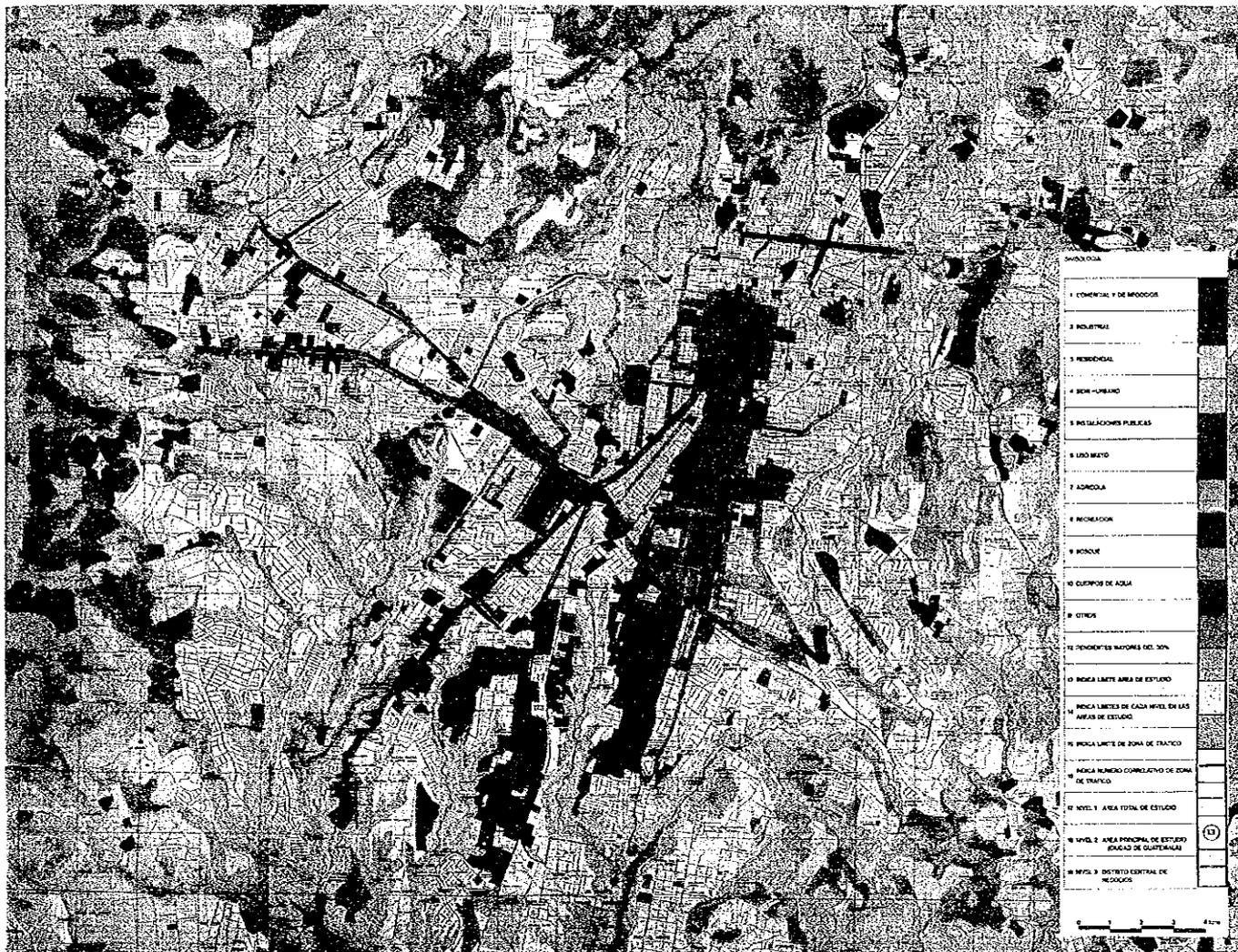


Figura 2.2.2 Uso de Suelo Actual en el Area Central



### 3. CARACTERISTICAS DEL VIAJE PERSONAL

#### 3.1 Encuesta de Viajes Personales

##### 3.1.1 Perfil de la Encuesta de Campo

El propósito de la encuesta de viaje personal (de aquí en adelante denominada PT) es obtener información detallada del comportamiento de los viajes actuales individuales dentro del área de estudio. La encuesta cubre el viaje de personas en términos del propósito del viaje, selección del modo de transporte, origen y destino referidas como "OD" del viaje, tiempo de viaje, etc. Los resultados de esta encuesta serán la información fundamental para el pronóstico del tráfico futuro y la planificación de las facilidades de transporte urbano.

La encuesta se realizó en agosto y septiembre de 1990, visitando y entrevistando familias, las cuales fueron escogidas al azar. Se enviaron encuestadores a cada una de las casas, requirieron información de cada miembro de más de cinco años de edad de la familia encuestada de acuerdo a la hoja de encuesta.

#### (1) Temas de Encuesta

Los temas de encuesta se dividen en tres categorías, las cuales se demuestran en la siguiente tabla, tal como a) información familiar, b) información individual y c) información de viaje.

Tabla 3.1.1 Temas de Encuesta del Viaje Personal

CATEGORIA	TEMAS DE ENCUESTA
Información familiar	-Número de miembros de la familia -Número de personas mayores de 5 años. -Propietario de carro. -Tiempo caminado hacia la parada de bus más cercana. -Número de años viviendo en esta casa.
Información Individual	-Sexo -Edad -Empleo -Ocupación -Industria -Lugar de trabajo -Ingreso mensual
Información de viaje	-Origen del viaje -Tiempo de salida -Destino de viaje -Tiempo de llegada -Propósito de viaje -Modo de transporte -Ruta de buses -Parada de buses usadas -Si maneja o no -Número de pasajeros -Lugar de estacionamiento

(2) Muestreo

Se seleccionaron un total de 15,500 familias de acuerdo a la lista de consumo de la Empresa Eléctrica de Guatemala, S.A. (EEGSA).

El número de familias abastecidas con energía eléctrica de acuerdo a la Empresa Eléctrica, S.A. hasta julio de 1990, es de 291,344 el número de familias elegidas para el muestreo, este índice puede ser calculado como 5.3% dentro del área de estudio.

(3) Sistema de Zonificación

En la encuesta de PT se investigaron los viajes de origen y destino. Esta información será codificada de acuerdo al sistema

de zonificación a fin de ingresar dichos datos a la computadora.

Tomando en cuenta los límites municipales, la red vial, el uso de suelo y la topografía fue determinado el siguiente sistema de zonificación para esta encuesta.

	NUMERO DE ZONA
Ciudad de Guatemala	37
Otras Municipalidades	21
Area Total de Estudio	58
Fuera del área de estudio	9
Total de zonas	67

La información detallada del sistema de zonificación se muestra en el apéndice.

#### (4) Encuestas Relacionadas

##### 1) Encuesta de Línea de Cordón (Cordon Line)

La encuesta V.P. cubre los movimientos de residentes solamente dentro del Area de Estudio. Sin embargo, para obtener información acerca del Area de Estudio, se realizó una encuesta suplementaria, llamada encuesta de Cordon Line, de los vehículos y pasajeros que atraviesan el Cordon Line que rodea el Area de Estudio.

Se realizaron conteos de tránsito y entrevistas a pasajeros de muestra en siete puntos de las vías troncales atravesando el Cordon Line. En la entrevista se investigaron los OD de los pasajeros y los propósitos del viaje.

Los trabajos de campo se ejecutaron durante el mismo tiempo que la encuesta de viajes personales.

##### 2) Encuesta de Línea de Tamiz (Screen Line)

Una encuesta de Screen Line es una verificación y ajuste, cuando es necesario, de los resultados de la encuesta del viaje personal.

La Screen Line es una línea imaginaria dibujada de tal forma que divide el Area de Estudio en dos partes. Para verificar la estructura OD de la encuesta, el volumen estimado del tránsito atravesando la Screen Line como base de la encuesta de viaje personal, se compara con el volumen de tránsito actual contado en la Screen Line. Para este propósito, el conteo de pasajeros y de tránsito se realizó en 17 puntos que atraviesan la Screen Line.



### 3.1.2 Procesamiento de Datos para los Viajes Personales

#### (1) Perfil

El procesamiento de datos de los viajes personales está constituido por los siguientes cinco grandes temas:

- Chequeo y corrección del proceso de datos.
- Establecimiento del índice de población actual y expansión de los datos personales.
- Análisis de los resultados de la encuesta del Cordon Line.
- Producción de la base de datos y montaje de las tablas origen y destino actuales (referidas como "OD").

Adicionalmente, la siguiente figura describe la relación entre las encuestas ejecutadas y los cinco temas del procedimiento.

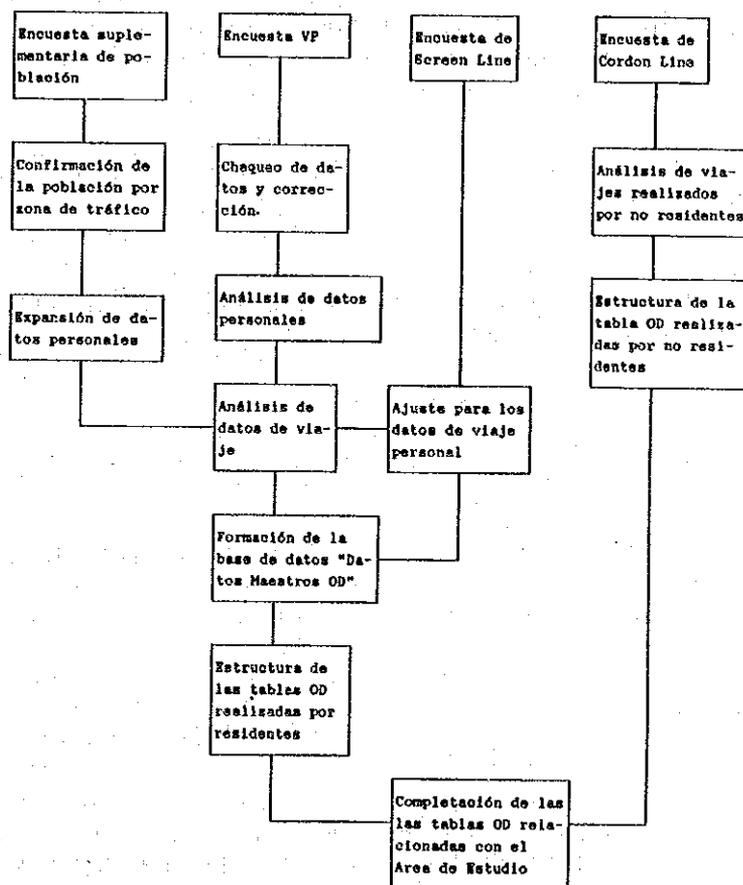


Figura 3.1.2 Procesamiento para Datos de Viajes por Persona

(2) Confirmación de la Población Actual

La encuesta de viajes personales se realizó con el objeto de entrevistar a todos los miembros de familias seleccionadas como muestra en cada zona de tráfico. Sin embargo, los resultados proporcionarán información reflejando la actividad del Area de Estudio completa. Por lo tanto, la población es la meta para expanderla.

Usando la base de datos del censo poblacional realizado en 1981 y el resultado de la encuesta suplementaria de población ejecutada por el equipo de JICA, el total de la ciudad de Guatemala, otras municipalidades y el Area de Estudio fue estimado como 1,034,000; 767,000 y 1,001,000, respectivamente.

(3) Expansión de Datos Personales

A fin de determinar el factor de expansión distribución de muestra de atributos individuales, tales como sexo, grupos por edad y propiedad de auto, se compararon con la distribución actual. La distribución por edad y sexo fueron adoptados como factor de expansión, los datos de muestra, se extendieron a fin de proveer la información completa.

(4) Ajuste del Screen Line para los Datos de Viajes Personales

La tabla OD que se obtuvo de esta encuesta puede ser chequeada con precisión comparándola con los resultados de la encuesta de Screen Line. Si el volumen de tránsito calculado de la tabla OD es significativamente diferente del flujo actual de tránsito, dicha tabla debe ser ajustada para representar la situación, La tabla OD debe ser ajustada para representación actual.

(5) Procesamiento de Datos de la Encuesta Cordon Line

Esta encuesta se realizó por conteo de volumen de tránsito por tipo de vehículos; al mismo tiempo se entrevistaron conductores para obtener detalles del viaje tal como origen y destino de éstos y propósitos.

Los resultados de las entrevistas se extendieron de acuerdo al volumen de tránsito para cada tipo de vehículos en cada lugar de encuesta. Las tablas OD se dividieron entre residentes y no residentes. La tabla anterior se descartó porque puede obtenerse de la encuesta de viajes personales, y la posterior es agregada a las tablas OD que fueron calculados por el procesamiento de datos de viajes personales.

### 3.2 Resumen de Viajes Personales

#### (1) Número de Viajes Personales

El total de viajes personales por día en 1990 dentro del Area de Estudio es de 3,423,142. Dentro de estos viajes el 98.9%, 3,386,252, es realizado por residentes dentro del Area de Estudio, mientras que el resto, 36,889, es realizado por residentes fuera del área.

De los viajes ejecutados por los no residentes del área, solamente 1,262 son viajes externos, y el resto están relacionados con el Area de Estudio. Por otro lado, los viajes fuera del área realizados por residentes, del Area de Estudio, no son frecuentes. Por lo que, el Area de Estudio puede considerarse cerrada desde el punto de vista del tráfico.

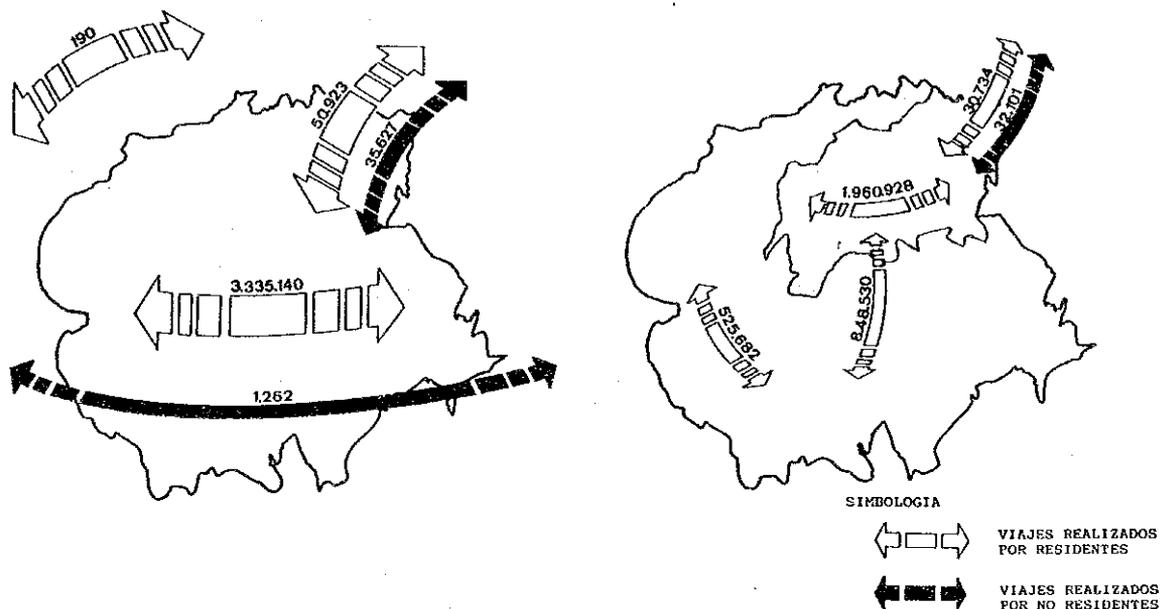


Figura 3.2.1 Perfil de Viajes Personales

#### (2) Composición del Propósito

Tal como se muestra en la figura 3.2.2, la composición del propósito del viaje es : "a casa" (47.7%), "al trabajo" (22.5%), "a la escuela" (14.6%), "otros" (6.7%), "de compras" (4.5%), "negocios" (2.3%) y "a la oficina" (1.5%).

Es de hacer notar que el propósito de viajes "a casa" ocupa la

Es de hacer notar que el propósito de viajes "a casa" ocupa la mitad del total. Considerando los resultados del análisis para los patrones de viaje, la mayoría de personas realizan los viajes tomando como punto de partida sus hogares y después de ir a su destino, simplemente regresan a casa, sin necesidad de moverse a otro lado. En otras palabras, se considera que la estructura del viaje dentro del Area de Estudio es completamente simple.

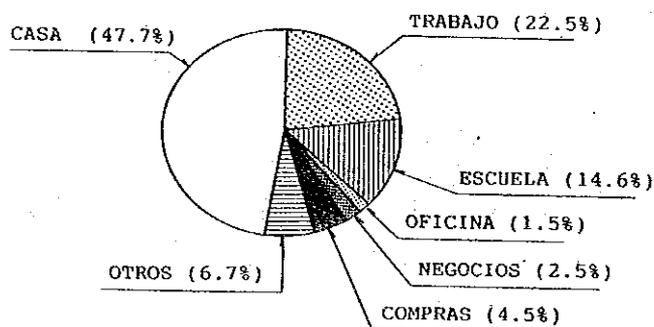


Figura 3.2.2 Composición de Viaje por Propósito

(3) Composición de Viaje por Modo

Para la división modal, el más alto es buses con 35.9% (sistema de buses grandes), seguido por los carros (18.7%), microbuses (17.1%) y caminar (16.3%). Se entiende que los buses (buses y microbuses), constituyen el sistema de transporte público más importante, contribuye a más de la mitad del total de viajes.

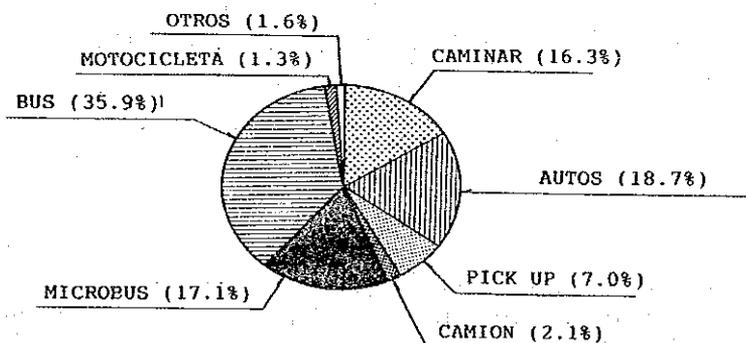


Figura 3.2.3 Composición de Viaje por Modo

### 3.3 Producción de Viaje

Existen los siguientes dos tipos de tasa de producción de viaje. Sin embargo, la tasa bruta de producción de viaje se denomina en este capítulo, tasa de producción de viaje, a menos que se escriba una nota especial.

- Tasa Bruta de Producción de viaje;  
Número de viajes por atributos individuales se divide por el total de la población de 5 años y más.
- Tasa Neta de Producción de viaje;  
El número de viajes por atributos individuales se divide por el total de la población de 5 años y más de los que realizan los viajes.

#### (1) Producción de Viaje por Grupo de Sexo y Edad

La tasa de la producción de viaje es más alta en los hombres 2.76, comparado con el 1.68 de las mujeres. Esta tendencia se puede observar claramente en la figura 3.3.1, la cual ilustra dicha tasa por propósito de viaje y grupo de edad.

Por ejemplo, las tasas de generación de viajes arriba de los 14 años no es diferente entre hombres y mujeres cuyos propósitos principales son "a la escuela" y "a casa". Sin embargo, para el grupo de edad arriba de 14 años o de 20 años, la tasa de generación de viajes aumenta drásticamente mientras que con las mujeres dicha tasa disminuye. Para el propósito de viaje, existen otros propósitos "al trabajo" realizados por hombres incluyendo el propósito "compras" por las mujeres. Estos hechos indican mayor movilidad por los hombres que por las mujeres.

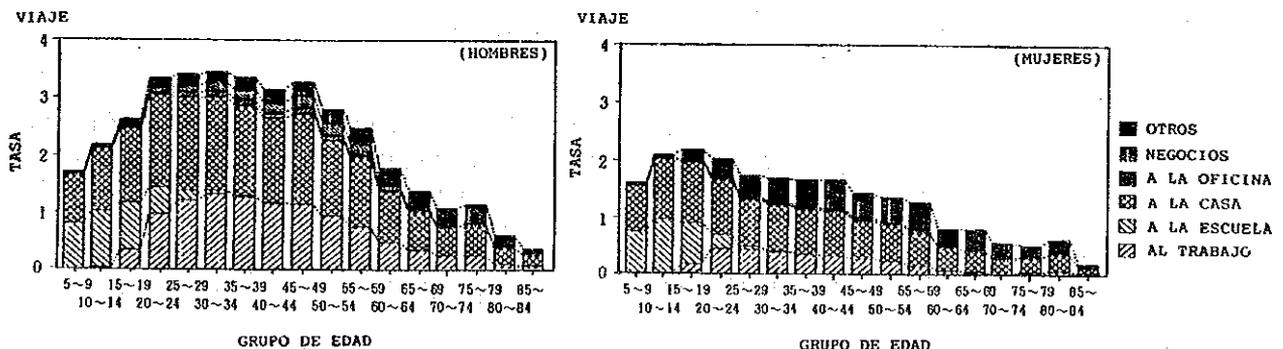


Figura 3.3.1 Producción de Viaje por Sexo y Grupo de Edad

(2) Producción de Viaje por Status de Trabajo

Para la tasa de producción de viaje por status de trabajo; la tasa es extremadamente alta, 5.27 para estudiantes con trabajo, seguidos por trabajadores con 3.12. En el caso de los estudiantes con trabajo se puede suponer que van a la escuela directamente desde su trabajo o realizan un viaje adicional de regreso al estudio, después regresan a casa desde su trabajo.

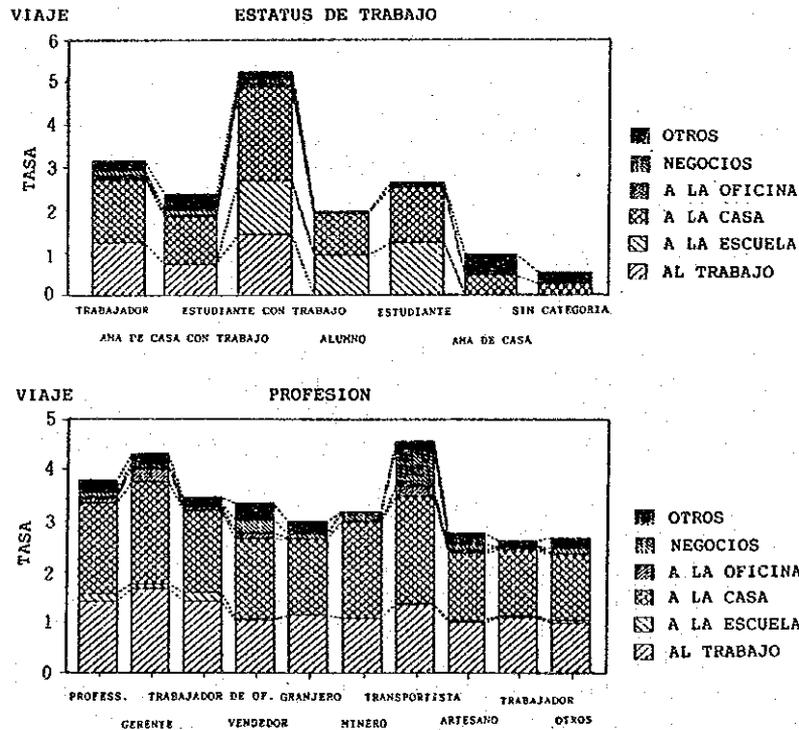


Figura 3.3.2 Producción de Viaje por Status de Trabajo

(3) Producción de Viaje por Industria

No existe una gran diferencia entre la producción de viajes por los sectores industriales. Sin embargo, la tasa de producción de la industria terciaria es mayor que las primarias y las secundarias. A lo largo de la industria terciaria, cuyos trabajadores son del negocio del transporte y negocios de bancos y seguros los viajes son altos, alrededor de 4.0 viajes.

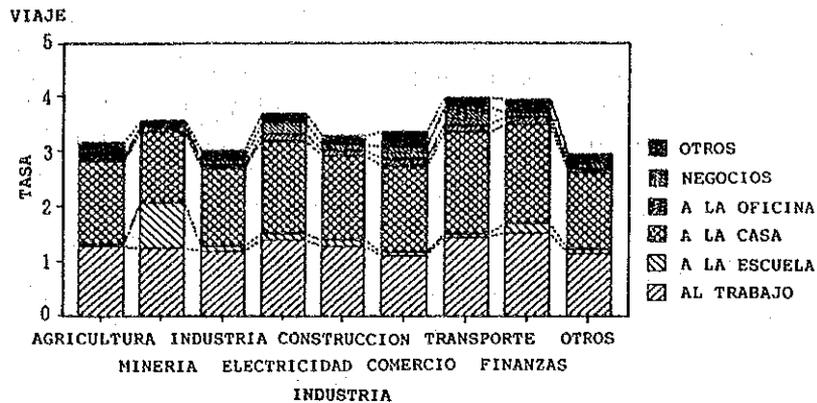


Figura 3.3.3 Producción de Viajes por Industria

(4) Producción de Viajes por el Nivel de Ingreso

Refiriéndose a la tasa de producción de viajes de acuerdo al nivel de ingresos que se muestra en la figura 3.3.4 es prominente que los ingresos son elevados por la tasa de producción de viajes más grande.

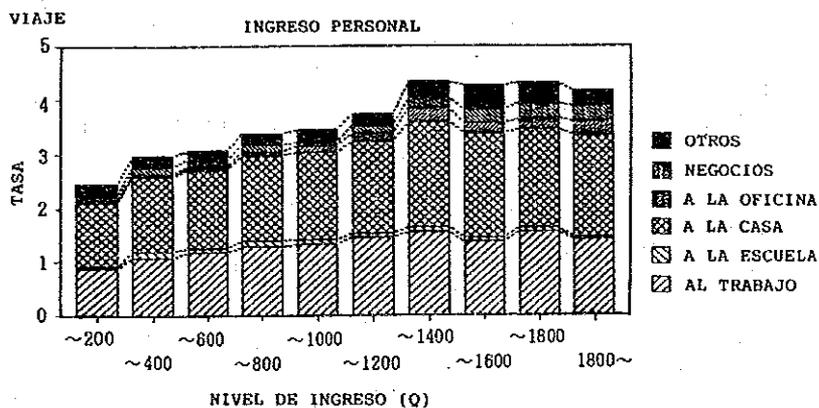


Figura 3.3.4 Producción de Viajes por Nivel de Ingreso

(5) Producción de Viaje por Propietario de Carro

La tasa de producción de viajes es obviamente diferente entre las familias poseedoras de carro de las que no poseen carro. Como se muestra en la figura 3.3.5. La diferencia es cerca de 1.0 de acuerdo a los datos actuales. Adicionalmente, la tasa de produc-

ción de viajes se incrementa ligeramente si el número de propietarios de carro por familia aumenta. Por lo tanto, es claro que la disponibilidad de carros afecta las características de generación de viaje. En otras palabras, propietarios/no propietarios de carros constituyen un factor muy importante para la generación de viaje.

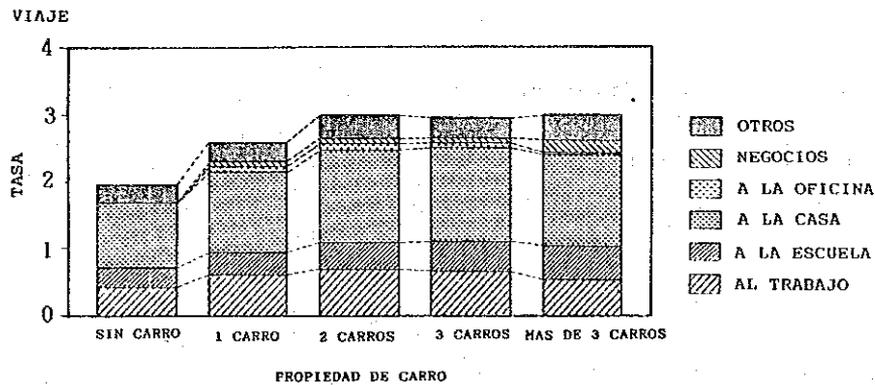


Figura 3.3.5 Tasa de Producción de Viaje por Propietario de Carro

### 3.4 Generación y Atracción de Viaje

#### (1) Generación y Atracción de Viajes por Propósito

La figura 3.4.1 muestra la distribución de la generación y atracción excluyendo los viajes de propósitos "a casa".

El volumen de generación de viajes es significativo en las áreas residenciales, tal como la zona 7 y Mixco a lo largo de CA-1 y la zona 18, así como Villa Nueva a lo largo de la CA-9. Por lo contrario, los viajes largos se concentran en la zona 1, por ser el centro de negocios; mientras que el volumen de la atracción de viaje es mínimo en las municipalidades localizadas fuera de la municipalidad de Guatemala en las áreas sur-este, tal como Sta. Catarina Pinula, San José Pinula, Fraijanes, etc., en donde la población es pequeña.

La comparación de los volúmenes de atracción y generación por propósito en las zonas postales con un volumen significativo es como sigue:

##### a) Volumen de generación de viaje

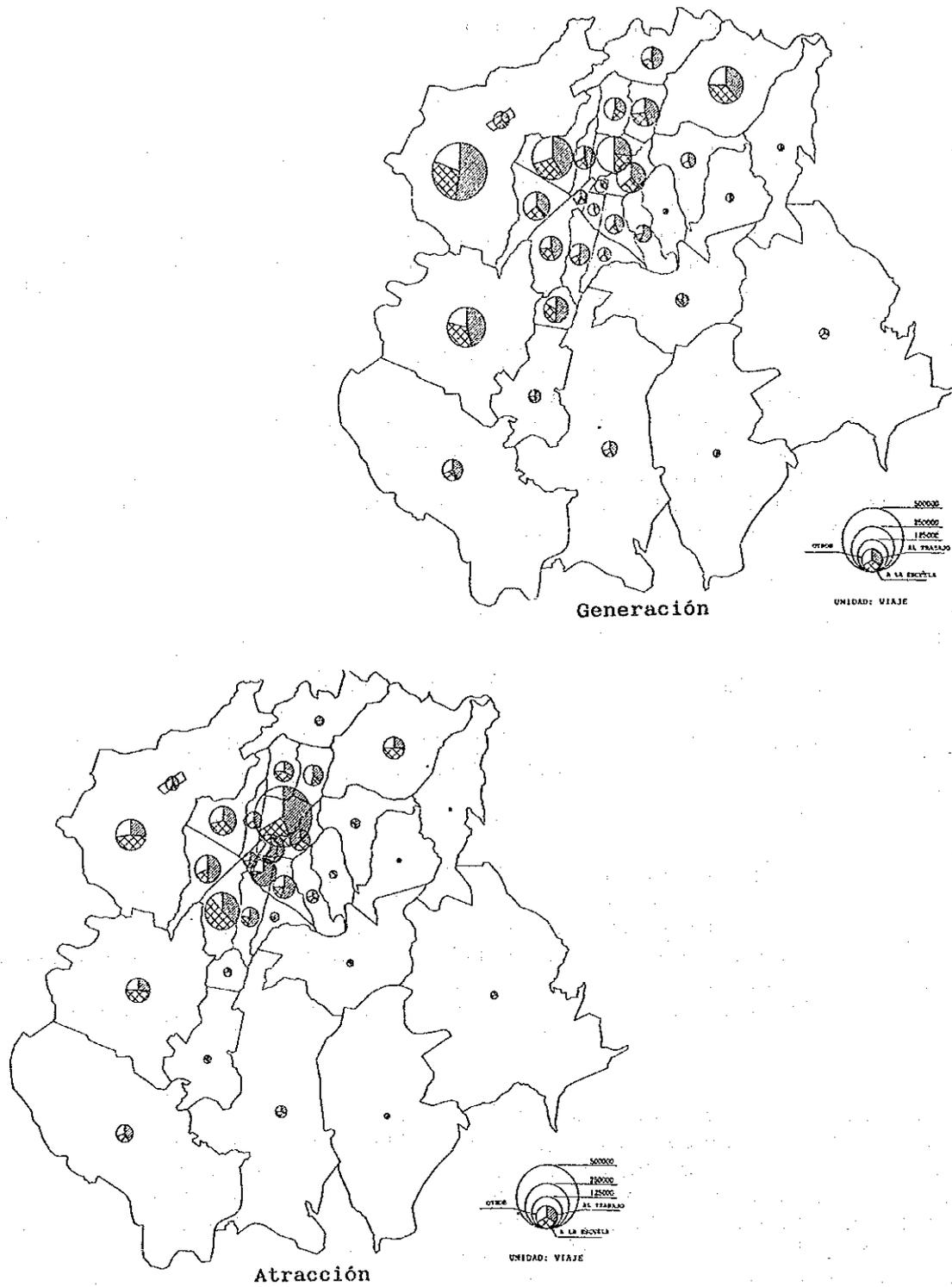
- Los propósitos de "al trabajo" "a la escuela" son altos en Villa Nueva, Mixco y la zona 18.
- Los propósitos de "al trabajo", "a la escuela" y "otros" son significativos en la zona 7.

##### b) Volumen de atracción de viajes

- La participación de los propósitos "al trabajo", "a la escuela", "compras" y "otras", son altos en la zona 1.
- La participación de "al trabajo" y "a la escuela" son altos en la zona 12.

Se entiende fácilmente que la mayoría de los viajes generados de las áreas residenciales con propósitos de "al trabajo" y "a la escuela" tienen su destino en la zona 1. Además muchos viajes son atraídos a la zona 7 como el destino de viajes cotidianos e ida a la escuela. Como referencia, la Universidad de San Carlos de Guatemala, la cual es la Universidad Nacional en Guatemala, está localizada en la zona 12.

La tabla 3.4.1 describe los volúmenes de atracción y generación por propósito de viaje por zona de tránsito.



**Figura 3.4.1 Generación y Atracción de Viajes por Propósito de Viaje**

Tabla 3.4.1 Generaciones y Atracciones de Viajes por Zona Postal

Zona postal/ Municipalidad	Zona Tráfico	Generación por propósito de viaje						Total	Atracción por propósito de viaje						Total
		Trabajo	Escuela	Compras	Negocios	Otros	Casa		Trabajo	Escuela	Compras	Negocios	Otros	Casa	
1	1	10,546	9,722	8,067	7,750	9,714	234,451	280,250	97,880	69,189	23,554	17,951	46,633	17,959	273,168
	2	11,256	11,847	4,443	5,383	7,683	131,056	171,678	80,019	14,565	12,144	14,712	22,833	22,229	168,502
	3	5,761	3,025	476	1,470	3,808	16,711	31,251	9,317	4,910	772	1,302	2,076	13,027	31,404
	4	5,579	4,361	2,600	2,463	2,466	23,685	41,174	17,295	2,353	1,995	2,450	1,795	14,561	40,449
2	5	16,208	10,614	4,567	2,688	5,698	36,270	76,545	16,939	15,852	1,666	3,101	4,197	35,512	77,447
	6	6,376	3,414	1,269	2,016	2,912	10,736	26,723	5,984	1,259	1,601	912	2,714	14,372	26,842
	7	17,059	8,853	2,569	2,441	3,469	18,062	52,453	6,908	4,518	2,137	1,292	3,145	33,664	53,664
4	8	2,351	3,023	2,202	2,277	2,158	93,650	105,681	59,895	1,739	18,266	11,018	9,221	1,515	101,654
	9	10,317	5,623	2,330	1,385	5,135	17,998	42,988	7,210	5,517	2,453	792	4,063	23,865	43,900
	10	23,730	16,476	7,717	3,816	12,619	30,860	95,237	10,576	9,100	3,046	3,426	7,370	60,933	94,453
6	11	8,850	6,669	983	1,955	4,141	22,929	45,727	6,232	2,671	7,272	1,565	4,943	20,750	45,433
	12	14,551	8,780	2,059	3,056	5,698	22,342	56,486	10,138	4,566	2,518	2,348	5,533	32,766	57,667
	13	11,081	5,523	394	891	1,601	3,683	23,173	1,655	1,608	140	361	375	18,851	22,790
7	14	27,607	21,492	6,531	2,523	9,130	22,261	89,844	4,479	15,125	1,351	970	2,728	65,516	90,169
	15	10,669	5,852	1,401	2,758	3,204	30,601	54,685	17,793	8,134	1,059	2,182	3,708	21,589	54,456
	16	35,284	25,299	7,093	7,209	14,325	39,535	129,744	15,769	11,643	4,309	3,878	8,850	84,441	128,908
	17	6,642	4,536	1,881	3,260	3,120	24,792	44,231	16,311	4,364	1,721	3,133	3,577	15,972	45,098
8	18	966	1,614	1,047	2,115	665	28,795	35,222	24,502	2,447	1,196	4,013	2,298	1,028	35,484
	19	1,221	2,590	1,403	2,469	1,343	46,959	55,985	39,089	2,339	3,311	4,455	6,027	756	55,977
10	20	5,236	3,111	2,455	1,884	1,686	42,002	56,384	27,994	9,537	1,507	3,061	6,494	7,982	58,575
	21	10,033	3,721	1,737	4,143	2,201	13,459	35,294	7,912	2,644	717	2,590	2,283	19,257	35,403
11	22	22,123	17,814	3,835	7,070	11,605	59,457	122,004	31,405	13,676	7,794	6,072	10,515	53,807	123,069
	23	6,027	3,051	1,455	1,686	1,772	23,033	37,024	15,205	3,954	1,588	2,126	2,013	10,863	35,771
12	24	20,682	12,656	2,125	2,523	3,648	22,625	64,459	12,452	6,654	668	1,760	1,353	44,378	67,465
	25	5,327	4,412	1,469	2,237	3,162	137,356	153,863	49,113	78,177	3,268	6,077	6,600	7,243	150,478
13	26	22,561	7,309	3,024	6,761	4,156	39,760	83,571	24,779	9,439	1,696	3,200	5,926	38,747	83,789
	27	7,727	4,353	1,686	2,201	2,764	8,808	27,539	5,872	2,004	454	553	1,501	17,156	27,540
15	28	6,676	1,963	1,045	572	1,005	7,304	16,765	2,645	3,382	405	811	905	10,457	18,605
	29	9,275	2,780	1,494	1,633	2,013	12,566	29,763	4,659	5,416	1,203	739	1,736	16,158	29,911
16	30	1,084	623	315	254	579	7,763	10,618	888	6,521	117	281	354	2,452	10,613
17	31	9,905	5,123	1,892	1,104	4,566	9,831	32,381	5,004	3,887	118	775	1,167	22,418	33,369
18	32	9,390	7,881	1,298	1,130	3,690	12,913	36,302	7,593	4,293	621	1,327	2,502	21,623	37,959
	33	41,642	40,880	9,391	5,572	12,484	37,516	147,485	7,015	24,749	5,226	1,109	4,024	107,767	149,890
19	34	10,213	7,938	3,374	2,834	4,583	22,056	51,098	7,604	6,139	3,493	3,080	3,838	26,566	50,720
22	35	33,695	21,866	3,736	1,154	6,148	9,200	75,739	2,809	4,816	189	736	1,712	69,978	76,340
24	36	2,357	1,215	2,048	259	999	1,879	8,767	508	1,204	75	259	37	5,302	8,385
25	37	1,682	988	1,268	308	380	1,293	5,899	466	401	64	361	189	4,570	6,071
Ciudad Guatemala	Total	452,619	307,337	102,839	101,449	166,739	324,249	2,455,232	685,936	368,912	119,836	114,856	195,235	382,741	2,447,616
Mixco	38	46,143	24,966	4,886	3,882	15,216	38,223	133,436	9,466	17,679	5,027	2,366	5,898	93,525	133,961
	39	67,836	26,420	5,162	3,220	4,424	23,195	130,257	5,395	14,675	2,880	233	1,829	112,204	137,216
	40	28,417	20,417	4,336	2,761	8,815	29,983	94,729	10,200	12,839	2,940	1,754	4,535	63,285	95,553
	41	14,789	11,812	1,348	969	2,112	9,190	40,220	4,111	4,097	283	657	1,155	29,854	40,157
	42	8,330	5,370	488	2,661	776	7,238	24,863	1,563	4,803	1,630	215	627	15,160	24,218
	43	1,669	967	38	45	85	1,132	3,947	479	380	38	102	0	3,065	3,984
V.Hueva	44	8,225	17,200	444	482	3,685	15,952	45,988	2,515	12,065	256	119	268	30,917	46,080
	45	7,188	4,786	423	87	257	8,198	20,937	4,219	3,324	392	72	226	12,721	20,954
	46	31,932	12,638	4,159	4,079	3,664	11,261	67,133	2,446	4,954	652	567	1,156	58,863	69,738
	47	20,225	15,538	7,678	4,958	3,250	34,119	85,768	9,869	14,293	7,550	4,188	2,065	47,956	85,921
	48	2,955	2,091	914	84	134	1,638	7,826	387	1,128	80	159	0	6,062	7,816
Petapa	49	8,447	4,584	3,579	135	889	7,430	25,044	3,233	3,189	774	57	533	17,225	25,011
Anatitlan	50	14,616	9,090	3,826	3,271	4,033	28,420	63,256	13,044	7,860	3,348	2,948	3,728	32,112	63,040
	51	3,769	2,941	949	546	707	7,015	15,927	3,053	2,485	815	537	421	8,626	15,937
V.Canales	52	7,369	4,490	2,474	1,866	691	11,151	28,161	3,343	5,167	1,796	95	906	16,524	27,931
	53	3,026	2,395	696	184	906	5,670	12,657	1,884	2,382	754	116	553	7,046	12,695
Sta.C.Pinula	54	3,203	1,323	268	546	260	2,589	8,189	1,062	851	123	343	29	5,732	8,140
	55	4,688	4,413	1,040	298	1,070	3,113	14,602	413	2,355	210	62	121	11,058	14,219
San Jose Pinula	56	2,817	3,528	1,688	274	1,683	7,025	17,015	1,963	2,901	1,833	651	843	9,500	16,891
Freilanes	57	1,726	1,400	195	670	1,705	3,566	9,263	929	1,110	109	47	1,362	5,805	9,362
Chinautla	58	22,326	9,613	4,102	3,201	6,310	10,643	56,389	2,510	5,900	910	461	1,105	43,832	54,716
Fuera de Guatemala	Tot	309,704	185,982	48,793	34,319	60,164	266,851	905,813	82,064	124,277	31,800	15,749	27,360	631,292	912,542
Area de Estudio	Total	762,323	493,319	151,632	135,768	226,903	1,591,100	8,361,045	748,000	493,169	151,736	130,605	222,595	1,614,033	3,360,158

(2) Generación y Atracción de Viajes por Modo

La figura 3.4.2 describe la distribución de generación y atracción de volúmenes de viaje por modo en cada zona.

No existe mucha diferencia de división modal entre el volumen de generación y atracción de viaje en cada zona. Esto indica con claridad que no hay cambio modal entre los viajes de "ida" y "regreso". Por ejemplo, un modo utilizado por propósito de "al trabajo" es también utilizado para el propósito "a casa".

Los volúmenes de generación y atracción de viajes por carros de pasajeros son altos en las zonas 10, 13, 14, 15, etc. donde las tasas de propiedad de carro y el nivel promedio de ingreso por familias son altos. Por otra parte la división modal de buses es alta en las zonas 1, 4 y 5 que son el área central de negocios, y la zona 6 y Mixco como áreas residenciales.

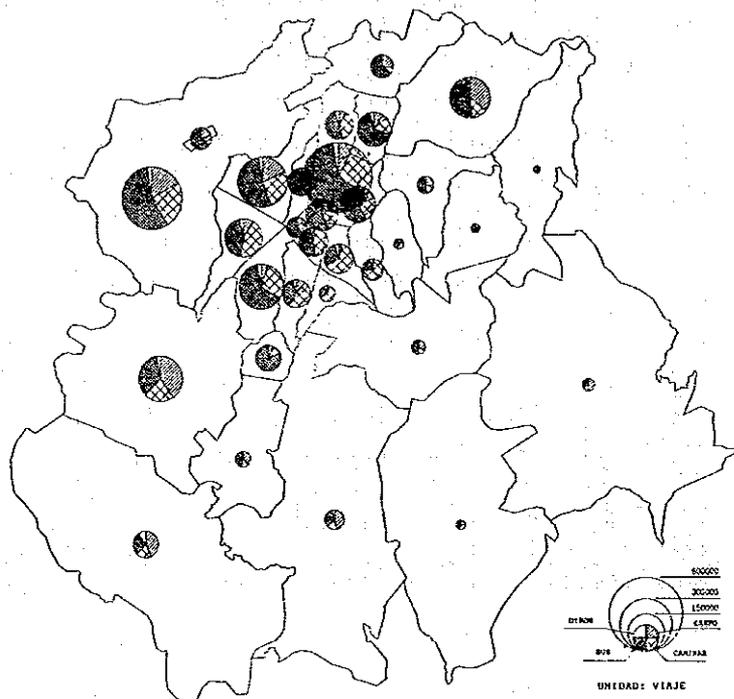


Figura 3.4.2 Generación y Atracción de Viajes por Modo

(3) Fluctuación Horaria de Generación y Atracción de Viajes

La figura 3.4.3 muestra el número de viajes por tiempo de salida y propósito, y el número de viajes de llegada por tiempo y propósito.

De acuerdo a esta figura, la generación de viajes es mayor entre las 7 a.m. y a las 8 a.m., y casi todos los propósitos son "al trabajo" y "a la escuela". Como contraparte no existe una hora pico particular de generación por la tarde. Sin embargo, existe un pico con el propósito "a casa" que se eleva continuamente hasta alrededor de las 7 p.m.

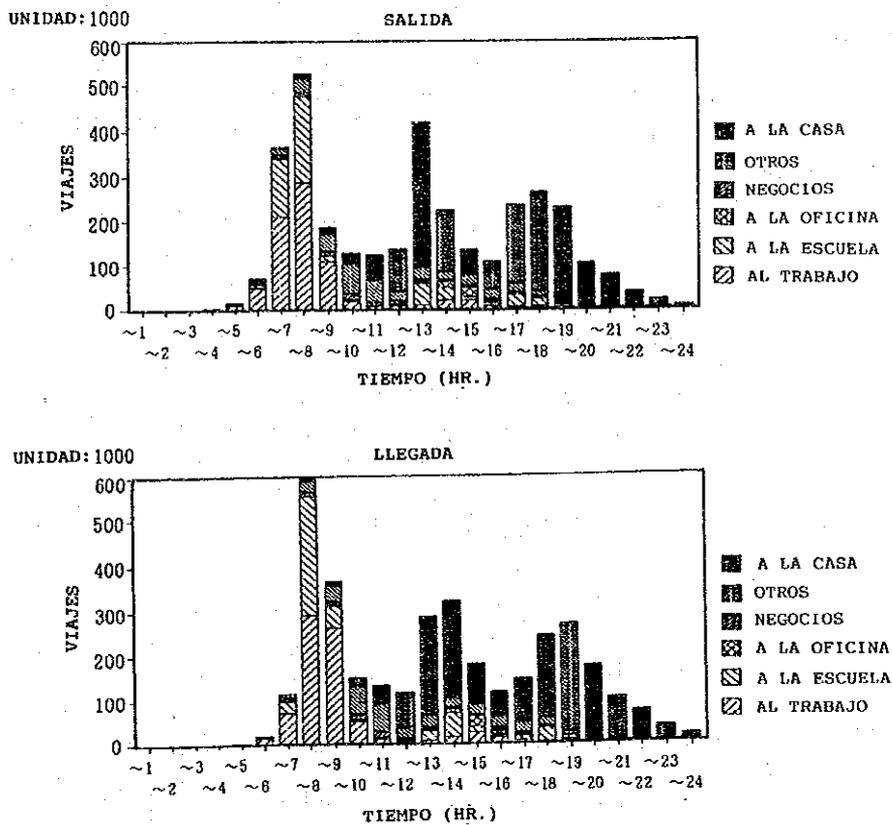


Figura 3.4.3 Número de Viajes por Hora de Llegada y Salida

También, existen viajes con propósito "a la escuela" hacia las 2 p.m. y 5 p.m.. Se supone que estos viajes son hechos por estudiantes que trabajan quienes van a la escuela luego de finalizado su trabajo.

Sobre el tiempo de llegada, existe la misma tendencia que en la distribución de tiempo de salida. Sin embargo, el pico de generación en la mañana es muy alto, debido a la concentración de viajes de llegada.

### 3.5 Distribución de Viajes

#### (1) Distribución de Viajes de Todos los Propósitos

Las figuras 3.5.1 ilustran las líneas de deseo de distribución de viajes de todos los propósitos entre zonas.

Como un punto peculiar, viajes considerables de OD puede verse entre la zona occidental, especialmente Mixco y Villa Nueva, y el área central de la ciudad de Guatemala (zonas 1 y 4).

Para la parte oriental, se generan viajes particularmente fuertes en la zona 18 y la relación a la zona 1 es fuerte.

En la ciudad de Guatemala, son considerables los viajes entre la zona 1 y sus zonas adyacentes (zona 2 hasta la 6), y entre la zona 4 y las áreas occidentales (zonas 2, 9, 11, 12 y 13).

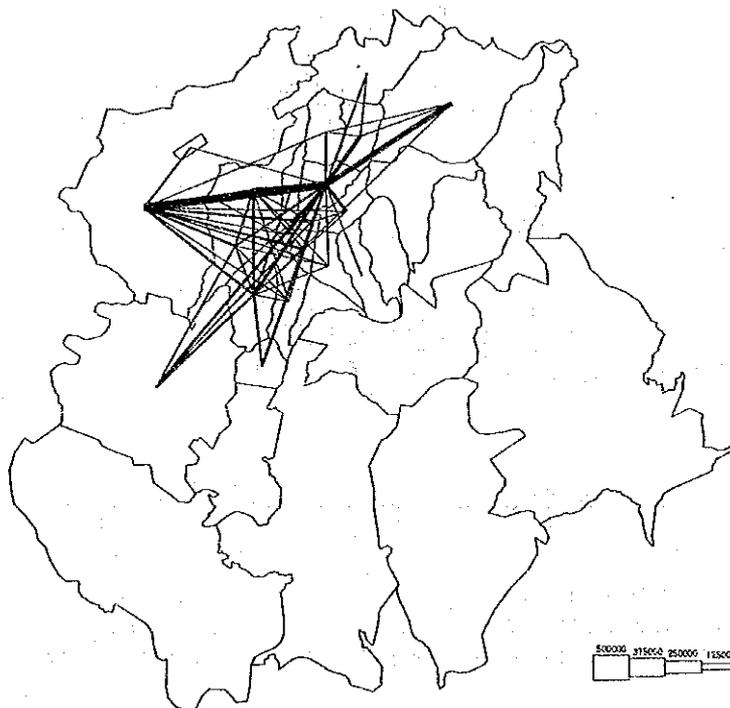


Figura 3.5.1 Línea Deseada de Todos los Propósitos

(2) Distribución de Viajes por Propósito

Las figuras 3.5.2 a la 3.5.5 exhiben las líneas deseadas de distribución de viajes por propósito de viajes. Como se ve en estas figuras, los siguientes puntos pueden señalarse.

1) Al trabajo

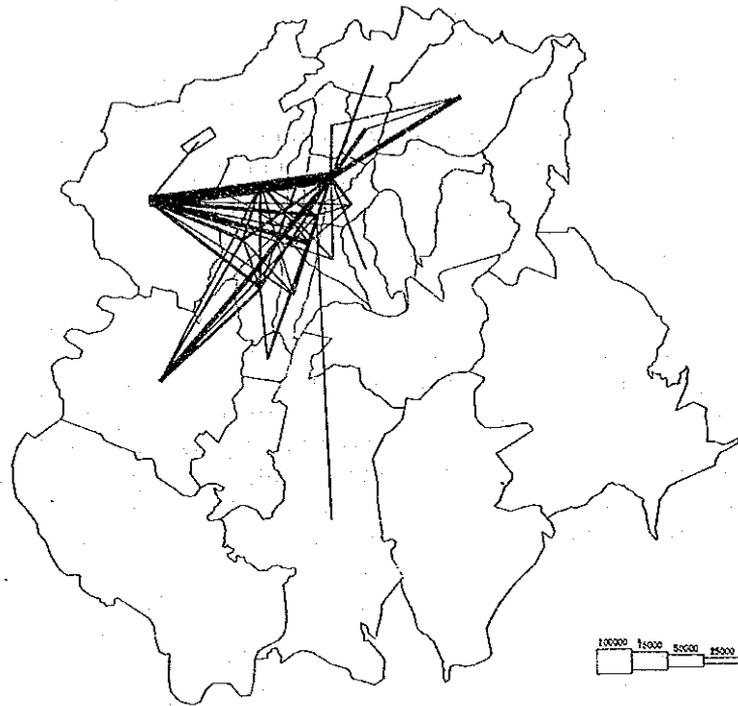
Ya que la línea deseada de propósito "al trabajo" conecta las áreas residenciales y los lugares de trabajo, considerables viajes son encontrados entre grandes áreas habitadas (Mixco, Villa Nueva y zona 18) y el centro del área de negocios (zona 1). Por el contrario, no se encontraron considerables viajes entre las zonas adyacentes. Por lo tanto, se puede decir que la longitud de la mayoría de viajes con propósito "al trabajo" son relativamente largos.

2) A la escuela

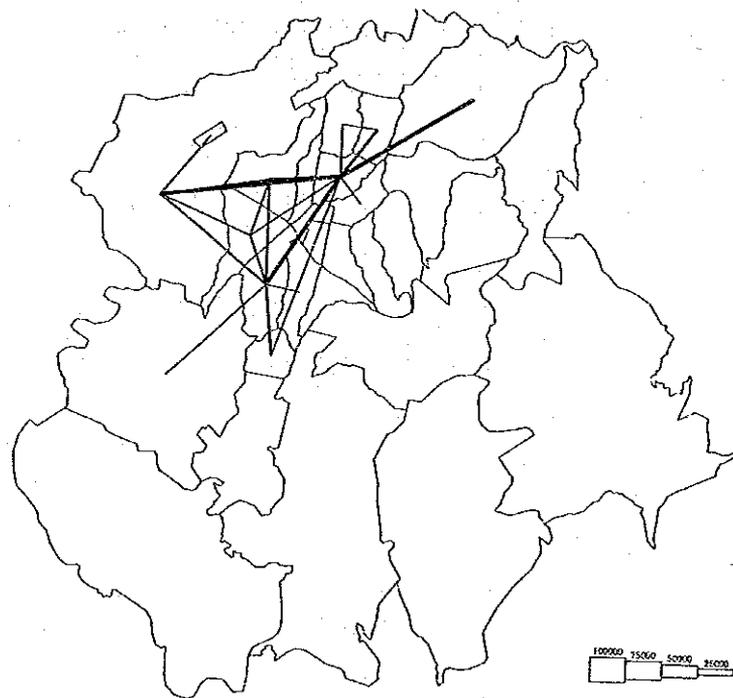
Comparando con el propósito "al trabajo", los viajes con propósito "a la escuela" son relativamente considerables entre zonas adyacentes. Por otra parte, la concentración de viajes en ciertas zonas (zonas 1 y 12) también se encontró y en este caso, muchos estudiantes hacen viajes más largos. Se supone que los viajes "a la escuela" entre zonas adyacentes son hechos principalmente por estudiantes muy jóvenes, mientras que los viajes más largos son hechos por estudiantes mayores, tales como estudiantes universitarios.

3) Otros propósitos

Sobre los viajes con propósitos de "negocios y "compras", muchos de ellos están relacionados al distrito central de negocios, como las zonas 1 y 9. Además, hay relativamente pocos viajes entre zonas adyacentes.



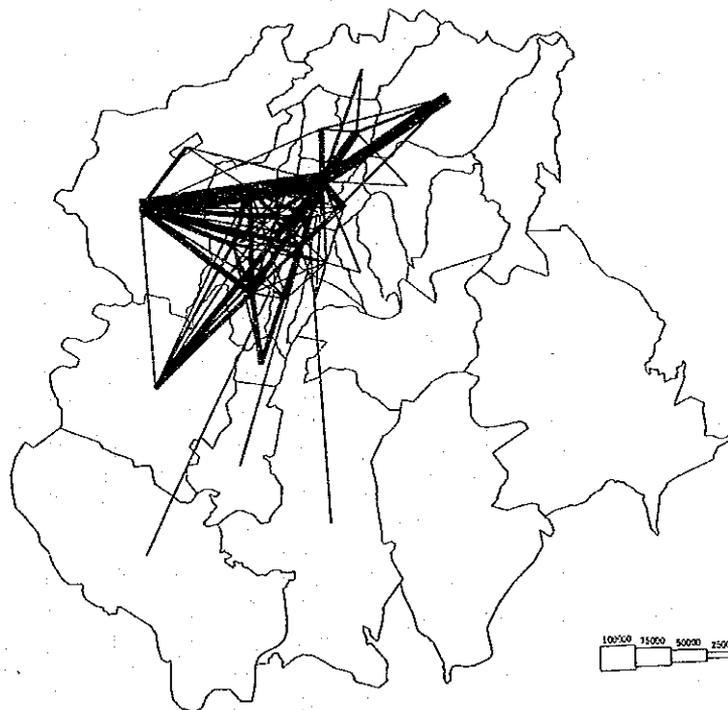
**Figura 3.5.2 Línea deseada de Viajes con Propósito "al trabajo"**



**Figura 3.5.3 Línea Deseada de Viajes con Propósito "a la escuela"**



**Figura 3.5.4 Línea Deseada de Viajes con Otros Propósitos**



**Figura 3.5.5 Línea Deseada de Viajes con Propósito "a casa"**

(3) Tabla Presente OD de todo Propósito

La distribución de viajes (hechos por residentes en el Area de Estudio solamente) en términos de todo propósito y todo modo de transporte por zona postal y municipalidad está compilada en una Tabla OD mostrada en la tabla 3.5.1.

Tabla 3.5.1 Tabla OD Presente de todo Propósito y todo Modo por zona postal

Zona Postal/ Municipalidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	78,094	20,287	19,915	5,295	29,318	32,720	44,247	5,946	8,250	9,408	17,099	30,027	10,127	3,243	6,234	1,524	5,333
2	20,888	8,200	1,576	1,272	2,670	6,589	2,916	693	1,817	4,255	1,549	2,680	1,078	574	1,135	207	703
3	19,896	1,487	15,350	1,470	1,456	1,150	3,664	2,475	3,120	1,408	3,053	6,590	1,433	350	576	414	90
4	4,917	1,511	1,403	2,151	7,318	4,628	10,938	1,589	525	2,191	3,687	4,264	4,142	1,395	2,159	260	1,817
5	27,545	2,687	1,689	7,853	47,111	3,258	3,615	563	4,571	4,769	4,101	5,395	3,050	1,010	1,500	850	1,601
6	32,706	7,213	1,208	3,905	3,212	27,884	2,500	654	2,829	2,763	1,652	4,677	2,838	628	930	437	4,731
7	45,859	2,850	3,854	10,156	3,319	2,302	100,542	4,317	8,675	5,693	16,241	16,915	5,647	1,056	1,864	696	1,192
8	6,273	645	2,338	1,683	641	641	4,174	4,655	1,389	1,103	2,095	2,626	723	363	459	128	24
9	6,755	1,764	2,705	701	4,034	2,831	8,627	880	3,849	3,494	4,710	6,068	2,477	3,505	2,844	543	143
10	8,638	4,230	1,369	1,975	4,662	2,926	5,732	502	4,070	13,607	5,034	5,892	4,060	3,400	4,278	443	595
11	17,250	1,818	3,165	3,216	3,545	1,965	16,557	2,473	4,535	3,269	34,824	12,728	5,409	1,066	1,664	691	593
12	21,668	2,728	7,355	2,590	6,682	5,159	18,542	2,904	3,977	5,153	12,575	34,665	5,516	1,401	2,063	371	992
13	10,413	1,022	1,362	4,242	2,790	2,790	5,439	784	2,614	4,120	5,663	6,510	15,622	1,651	1,932	274	61
14	3,438	574	397	1,338	973	595	889	389	3,193	3,230	1,340	1,362	1,718	3,634	1,018	301	86
15	6,278	1,644	590	2,036	1,582	681	2,090	501	2,421	4,309	1,440	2,159	1,926	942	10,430	372	472
16	1,244	207	475	766	835	335	654	154	221	486	756	509	248	336	356	1,386	94
17	4,537	422	144	1,070	1,302	4,914	831	8	206	300	875	744	201	66	268	94	13,237
18	44,093	6,213	1,308	2,838	2,595	9,472	2,445	830	2,500	2,175	2,418	5,401	1,645	111	573	203	1,008
19	6,307	541	649	1,487	875	540	3,831	282	1,070	506	2,079	1,639	337	94	107	36	124
22	20,280	994	727	2,921	969	478	2,099	1,473	3,312	1,473	3,451	17,576	2,390	134	299	164	0
24	1,788	96	0	269	0	2,623	38	104	106	0	0	0	0	0	0	0	37
25	823	103	67	397	76	1,456	83	0	219	0	76	67	87	0	0	0	0
Mixco	73,710	4,783	7,684	17,140	5,571	2,670	25,102	7,567	21,114	8,478	20,873	22,395	5,555	1,584	3,549	1,087	148
Villa Nueva	21,824	2,575	3,745	8,557	1,624	1,052	3,634	2,913	3,143	1,832	7,995	17,604	2,039	158	878	0	172
Petaco	3,540	35	35	1,046	230	76	135	428	768	439	916	2,655	113	0	128	0	328
Amatitlan	3,856	191	452	600	290	77	169	234	219	468	930	1,596	465	0	684	0	61
Villa Canales	1,953	0	204	4,932	1,907	59	93	159	878	610	253	505	1,049	23	44	0	0
Sta. C. Pinula	2,778	280	31	1,853	205	184	141	120	951	2,170	683	812	745	444	292	47	0
San Jose Pinula	1,469	42	48	1,214	252	38	51	106	226	78	214	190	101	0	47	0	0
Frailes	533	43	0	759	71	142	95	0	43	85	176	426	85	0	341	0	0
Chinutla	11,745	1,059	208	4,880	1,199	5,401	845	379	1,887	1,181	825	1,268	824	131	258	0	0
Fuera	863	863	243	34	827	245	2,385	408	77	789	1,377	1,565	1,456	202	1,000	18	214
Total	511,521	77,447	80,506	101,654	130,353	126,090	273,533	45,098	91,451	91,978	158,840	217,943	83,789	27,540	48,516	10,613	33,359

	18	19	22	24	25	Mixco	Villa Nueva	Petaco	Amatitlan	Villa Canales	Sta. C. Pinula	San Jose Pinula	Frailes	Chinutla	Fuera	Total
46,964	8,524	18,078	1,769	1,033	75,711	23,063	3,564	3,512	1,929	2,350	1,303	490	10,926	692	524,553	
5,682	541	1,470	96	31	5,250	2,175	35	191	0	256	42	43	1,052	920	76,545	
1,463	876	649	0	0	7,727	3,401	35	236	204	36	0	0	208	419	79,176	
2,844	1,293	2,130	212	316	20,110	8,787	905	600	4,713	1,834	1,369	799	4,792	61	105,681	
7,791	851	992	0	35	5,745	1,674	140	220	1,934	223	206	71	1,245	710	138,225	
9,617	490	591	2,623	1,448	2,527	1,087	76	128	59	176	38	142	5,076	283	125,386	
2,210	3,783	2,063	36	83	24,895	3,862	135	427	120	141	51	95	751	2,371	273,273	
548	282	1,473	48	0	6,761	2,701	428	234	156	120	153	0	379	919	44,231	
2,786	837	2,926	49	219	20,618	2,785	198	356	829	1,017	226	59	1,659	41	91,207	
2,067	608	1,200	0	0	8,832	1,684	463	468	634	2,091	78	85	1,121	751	91,678	
2,069	2,228	3,376	0	76	20,501	8,819	516	990	202	652	189	129	949	1,516	159,028	
6,504	2,035	21,193	0	62	76,428	16,125	2,869	1,244	502	1,197	159	469	1,780	1,564	218,422	
1,524	375	2,122	0	67	5,690	2,143	175	465	972	536	101	65	506	1,503	83,571	
118	69	170	0	0	1,440	158	0	0	29	444	0	0	84	136	27,339	
576	154	299	0	0	3,421	878	126	684	44	370	47	440	258	1,000	48,528	
224	36	206	37	0	1,230	47	0	0	0	47	0	0	0	18	10,618	
1,068	133	0	49	0	148	172	329	81	0	0	0	0	0	214	32,381	
91,457	443	280	75	545	1,607	320	63	168	68	29	89	0	474	1,683	183,787	
367	11,792	673	0	0	15,650	110	0	23	94	145	150	0	815	405	51,006	
200	766	13,613	0	0	669	952	76	67	38	55	67	0	0	588	75,739	
114	0	0	3,048	192	293	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8,757	
545	0	0	49	1,758	26	0	0	0	0	0	0	0	0	83	5,689	
2,149	14,839	764	293	113	168,933	4,333	210	649	341	367	90	128	1,492	3,150	427,452	
781	151	476	0	0	4,380	132,577	2,723	1,881	1,146	64	128	125	356	3,377	227,652	
63	0	76	0	0	210	2,629	10,480	120	767	0	0	70	61	35	25,044	
208	57	67	0	0	547	1,677	120	64,745	478	42	0	43	31	896	79,183	
110	94	36	0	0	341	1,148	778	478	23,445	641	475	0	139	713	41,018	
29	145	55	0	0	367	64	0	42	641	9,178	334	43	31	36	22,791	
69	150	0	0	0	90	157	0	0	475	303	11,295	180	97	53	17,015	
0	0	0	0	0	126	125	70	43	0	43	180	5,835	0	0	9,263	
927	815	40	0	0	1,478	383	72	31	68	0	97	0	19,383	973	56,395	
1,904	324	522	0	93	3,528	3,445	35	896	697	0	53	0	973	190	25,209	
Total	187,843	50,720	76,340	8,385	6,071	435,089	229,509	25,011	78,977	40,626	22,359	16,891	9,362	54,718	28,095	3,386,253

### 3.6 División Modal

#### (1) División Modal por Propósito

El bus tiene la participación más alta de viajes, propósito "al trabajo" seguido por el carro de pasajeros. Como con transporte, la participación de buses y caminando son altas para viajes con propósitos de "a la escuela" y "compras". Por otra parte, para viajes de propósitos "negocios" y "a la oficina" la participación de carros de pasajeros es la más alta, mientras que la participación de buses es baja comparada con viajes de otros propósitos. Además, los camiones son también usados para viajes con propósitos para "negocios".

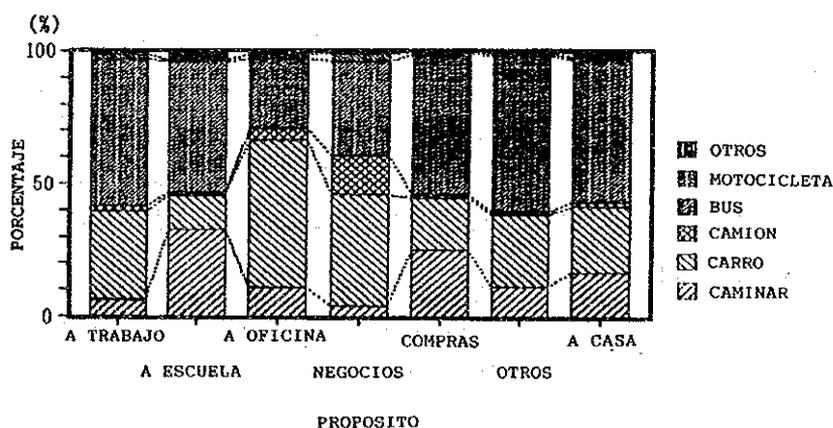


Figura 3.6.1 División Modal por Propósito

#### (2) Distribución de Viajes por Modo

Las figuras 3.6.2 y 3.6.3 ilustran las líneas deseadas de distribución de viajes por modo principal de transporte.

En el caso de los carros de pasajeros, un par OD con viajes muy considerables está entre las zonas 1 y de Mixco, además muchos viajes entre zonas también se encontraron dentro del área central de la Ciudad de Guatemala. Por otra parte, la mayoría de viajes de bus son entre las áreas aledañas y el área central de la Ciudad de Guatemala mientras que los movimientos dentro del área central son limitados.

Particularmente, son considerables los viajes entre el distrito central de negocios de la ciudad de Guatemala y Mixco, zonas 18 y

22, y Villa Nueva a lo largo de las principales vías arteriales, como un patrón radial.

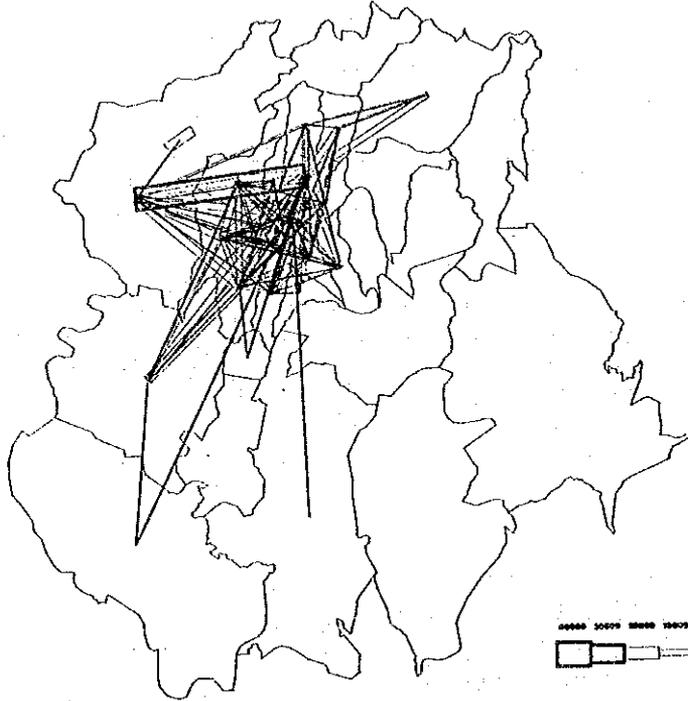


Figura 3.6.2 Línea Deseada de Viajes por Carro de Pasajeros

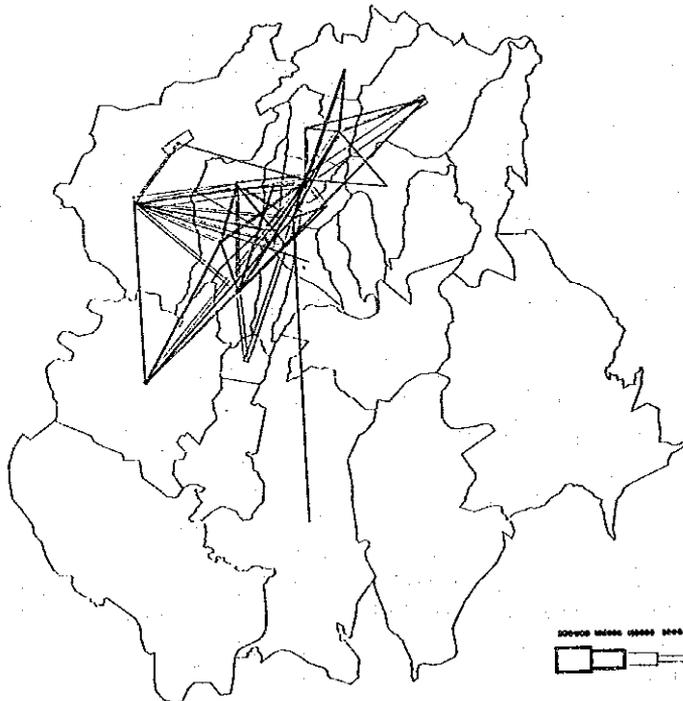


Figura 3.6.3 Línea Deseada de Viajes por Bus

(3) División Modal por Tiempo de Viaje

La figura 3.6.4 muestra las características de división modal por tiempo de viaje.

La participación más alta por tiempo de viaje es de 15-30 min., seguido por menos de 15 min. y 45-60 min. De hecho, debe notarse que es fácil de responder durante la encuesta para unidades como 30 min. ó 1 hora. Sin embargo, la mayoría de los tiempos de recorrido para viajes puede decirse que es menor de una hora.

Sobre las características de la división modal por tiempo de viaje, muchos viajes con menos de 30 min. de velocidad de recorrido son realizados a pie, mientras que la participación de buses se incrementa para viajes con tiempo mayor de recorrido. Por lo contrario, no existe una particular diferencia de características de viajes recorridos por carros de pasajeros. Esto significa que las personas que poseen un carro de pasajeros usan sus carros, no obstante la diferencia de tiempos de viajes.

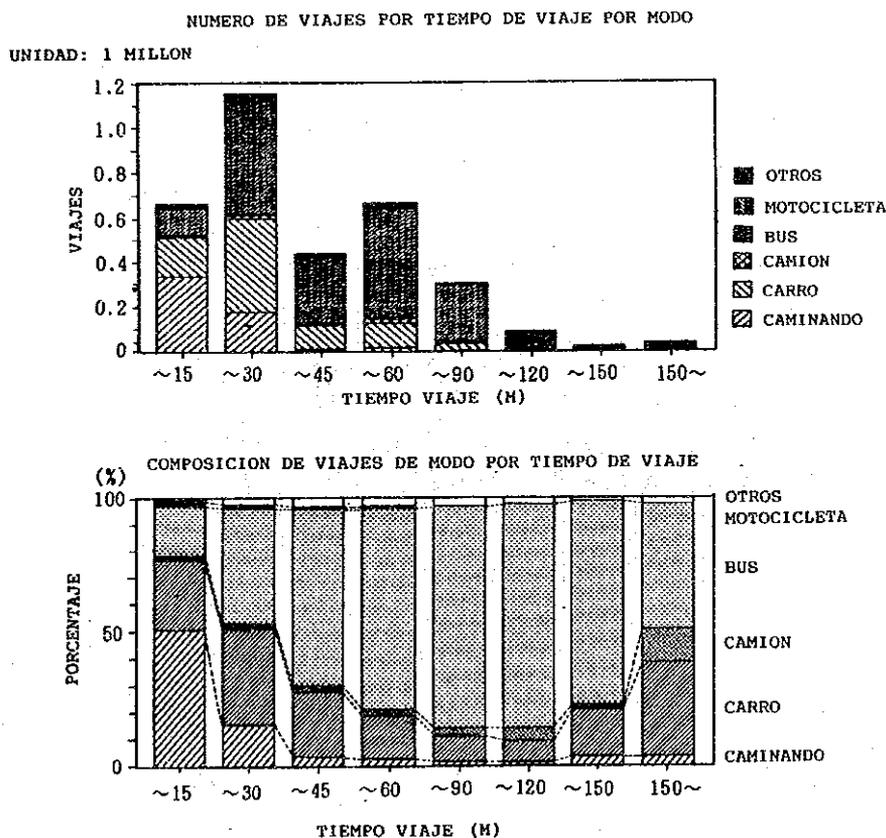


Figura 3.6.4 División Modal por Tiempo de Viaje

(4) División Modal por Distancia de Viaje

La figura 3.6.5 muestra las características de división modal por distancia de viaje.

De acuerdo con esta figura, tanto buses como carros son usados para cualquier distancia de viaje. Mientras, muchos viajes a pie son hechos hasta una distancia de 4 kilómetros.

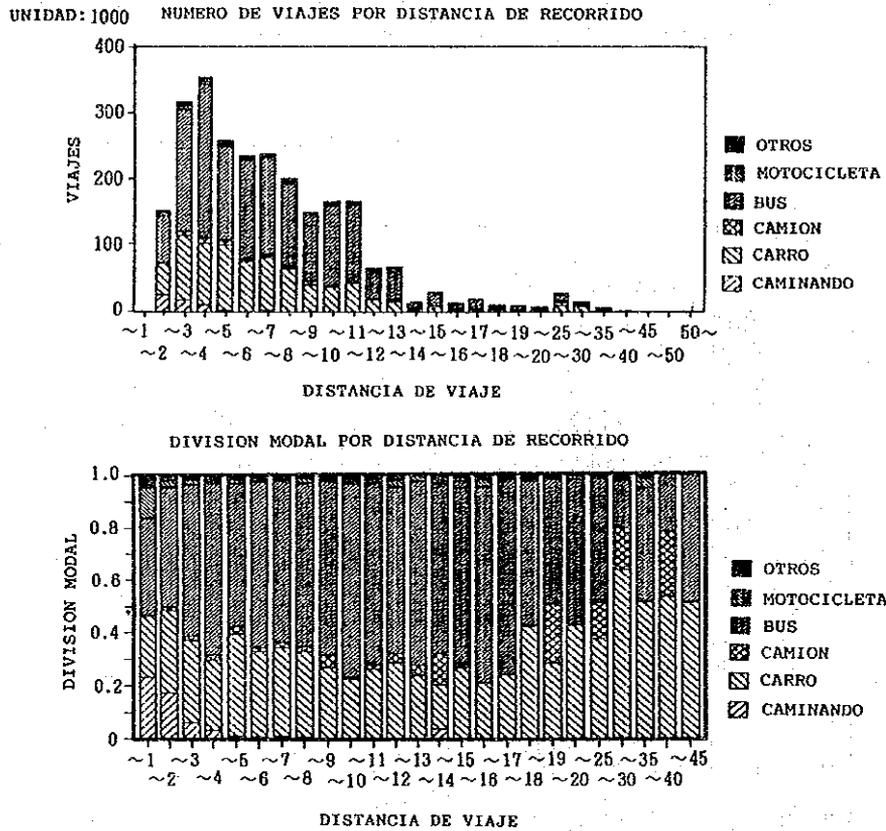


Figura 3.6.5 División Modal por Distancia de Recorrido

(5) División Modal por Propiedad de Carro

Existe una gran diferencia en la tendencia de selección modal entre familias que poseen carro y las que no poseen. Para familias que no poseen carro, la participación de viajes hechos en bus y caminando, es muy alta. Por otra parte, en las familias que poseen carro, la participación de viajes en carros de pasajeros es más alta que aquella para buses, y la participación de viajes a pie es extremadamente baja.

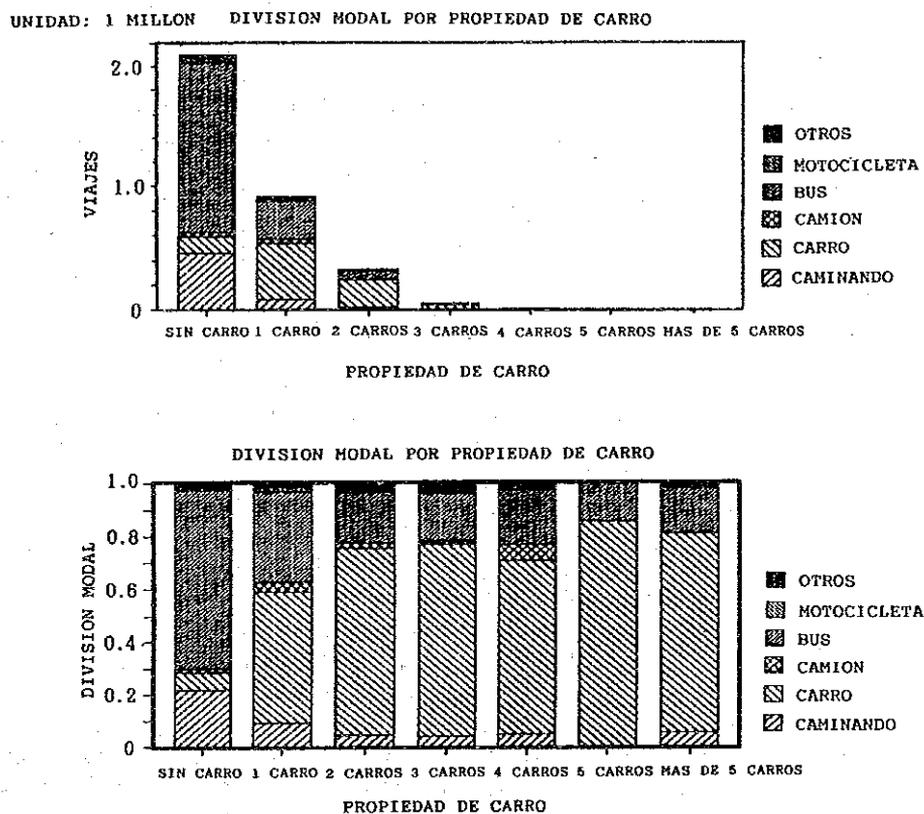


Figura 3.6.6 División Modal por Propiedad de Carro

#### 4. FACILIDADES DE VIAS Y TRANSITO

##### 4.1 Condiciones de Facilidades de Vías Existentes

El reconocimiento de inventario de vías fue realizado durante julio y agosto de 1990 por el grupo de estudio. Basados en los resultados de este reconocimiento, se examinaron las condiciones de las facilidades de las carreteras existentes.

##### 4.1.1 Características Geográficas

El Area de Estudio está localizada en la vertiente de un área montañosa, y está dividido en dos áreas de captación de precipitación en la CA-1.

Cuando se asume terrenos disponibles para desarrollo de vivienda se limita un porcentaje de pendiente menor al 30%, y se calcula qué área está dentro de este rango. El área disponible para desarrollo es cerca de un 47% del área total de estudio.

##### 4.1.2 Relación de Espacio Vial

La relación de espacio vial es calculada para evaluar las condiciones de las vías existentes. La relación de espacio vial está representada por la fórmula siguiente:

$$\text{Relación Vial} = \frac{\text{área de espacios vial} \times 100\%}{\text{área de tierra}}$$

La relación de espacio vial en cada una de la zonas en la ciudad de Guatemala está calculada como se muestra en la tabla 4.1.1 de donde se obtienen los siguientes resultados.

- a) La relación de espacio vial del distrito central (zonas 1 a 4) y del área urbana central; (zonas 1 - 10, excluyendo la parte norte de la zona 2) es de 21.3% y 22.2% respectivamente. Estos valores muestran que el área existente de vías, es relativamente buena para los habitantes.

- b) La proporción de vía del área central de las zonas 1, 8 y 9 exceden el 28.0%. El área de vías en estas áreas y la zona 3 es bastante buena para los habitantes.
- c) Sin embargo, las porciones de vías en las zonas 2, 16, 18 y 22 son menores al 10%. Es necesaria la construcción de vías en dichas áreas.
- d) La relación de espacio vial de las áreas aledañas a la ciudad de Guatemala tales como Mixco, Villa Nueva, Petapa y Amatitlán, no han sido calculadas, sin embargo, se considera que la proporción es baja.

Tabla 4.1.1 Relación de Espacio Vial

Nombre de la zona	A Area de tierra disponible (ha)	B Area de espacio vial (ha)	B/A Tasa de espacio vial (%)
Zona 1	617.6	111.5	8.1
Zona 2	490.7	31.3	6.4
Zona 3	246.2	84.3	34.2
Zona 4	105.8	26.0	24.6
Zona 5	423.1	87.2	20.3
Zona 6	527.8	109.2	20.7
Zona 7	1,003.9	137.8	13.7
Zona 8	127.8	36.7	28.7
Zona 9	235.1	66.7	28.4
Zona 10	491.8	94.7	19.3
Zona 11	605.8	120.6	19.9
Zona 12	958.7	178.5	18.6
Zona 13	642.6	65.4	10.2
Zona 14	581.0	77.3	13.3
Zona 15	524.8	128.7	24.5
Zona 16	1,699.1	79.1	4.7
Zona 18	2,166.5	150.5	6.9
Zona 19	104.0	30.4	29.2
Zona 22	381.0	34.1	9.0
<b>Total</b>	<b>11,939.4</b>	<b>1,650.0</b>	<b>13.8</b>
Zona 1.4.9	958.5	204.2	21.3
Zona 1-10 Excepto la Zona 2.7	2,781.2	616.3	22.2

### 4.1.3 Condiciones de las Facilidades en Vías

#### (1) Red Vial Existente

- a) La configuración de la red vial existente en el Area de Estudio tiene básicamente un patrón de vías en anillo y forma radial, mientras el área urbana central (zonas 1 a 10) tienen un patrón de vías en retícula, como se muestra en la figura 4.1.1.

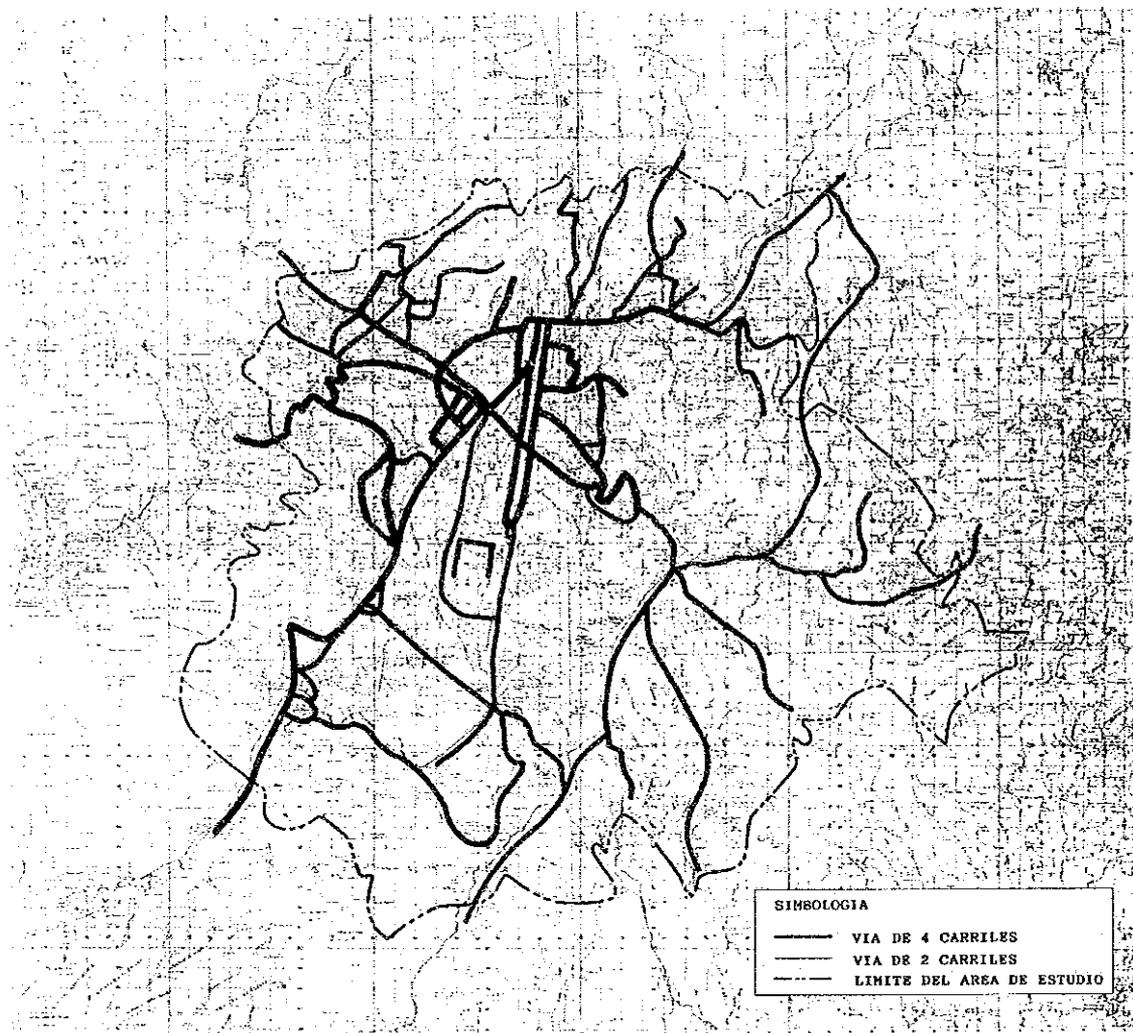


Figura 4.1.1 Red Vial Existente

- b) La configuración de las vías en áreas de vivienda que se han desarrollado recientemente tiene un patrón de red sin conexiones. Este raro patrón puede ser visto en Mixco, Chinautla y Villa Nueva, así como en las zonas 15, 18 y

22 de la ciudad de Guatemala.

(2) Gabarito Típico y Número de Carriles

El número de carriles en las principales vías se ilustra en la figura 4.1.1. y los gabaritos típicos son ilustrados en la figura 4.1.2 y 4.1.3 respectivamente.

- a) Las arterias principales en la ciudad de Guatemala incluyendo la parte Este de la CA-1, y la parte Sur de CA-9 y el periférico tienen 6 carriles con área verde central.
- b) Las principales vías en colonias como Col. El Maestro, Col. Campo, Ciudad San Cristóbal y Col. San Francisco tienen 4 carriles con bordillo central.
- c) La mayor parte de las restantes vías en la ciudad de Guatemala tienen 2 carriles sin bordillo central.
- d) Las vías con multi-carriles y un ancho de 9 mts. libres en cada dirección, se mantienen con vías de 3 carriles sin área de estacionamiento, ó 2 carriles con área de estacionamiento.
- e) Sin embargo, como no existen líneas divisoras de carriles, el ancho real de los carriles no se pueden determinar.

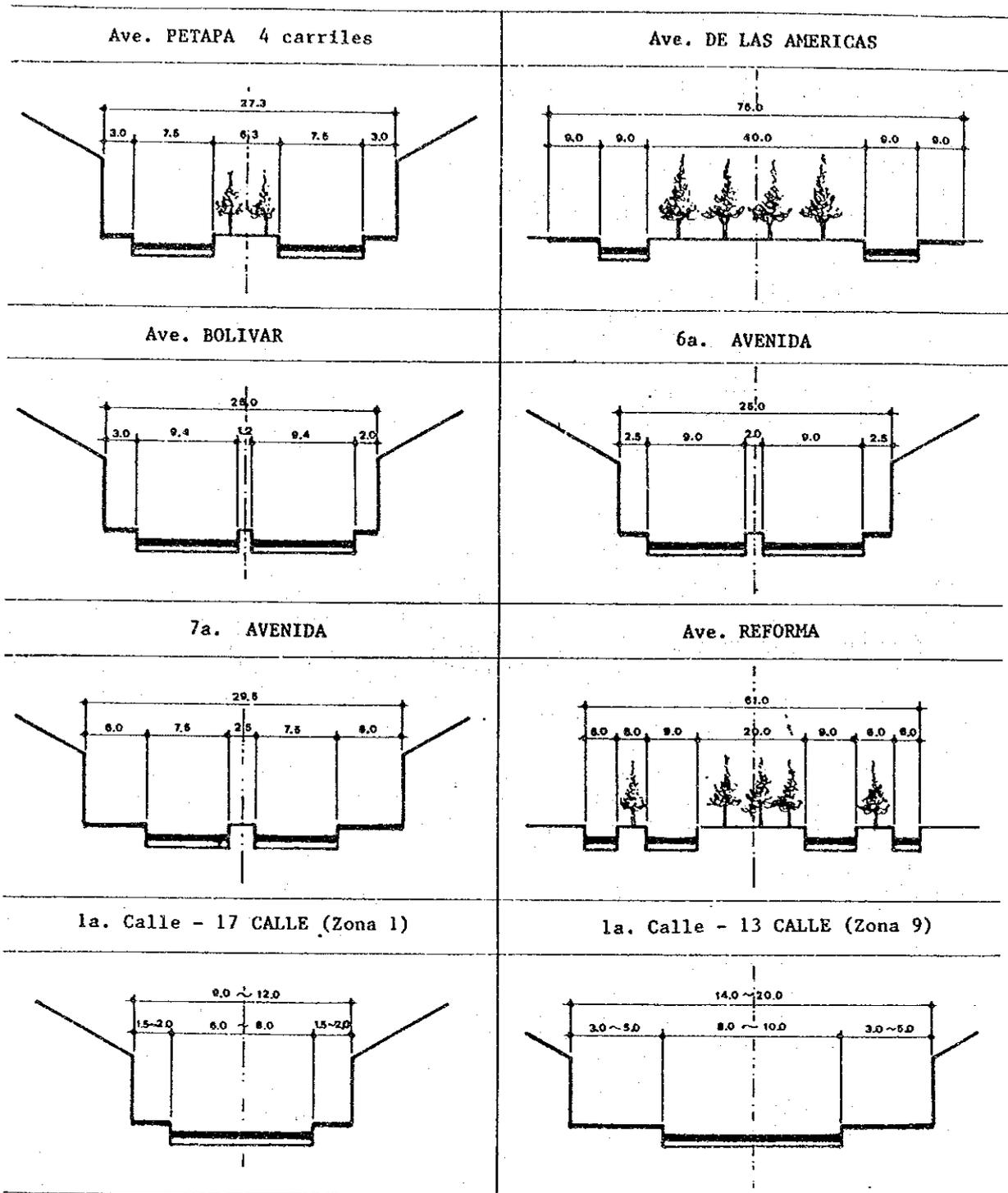


Figura 4.1.2 Secciones Típicas (1)

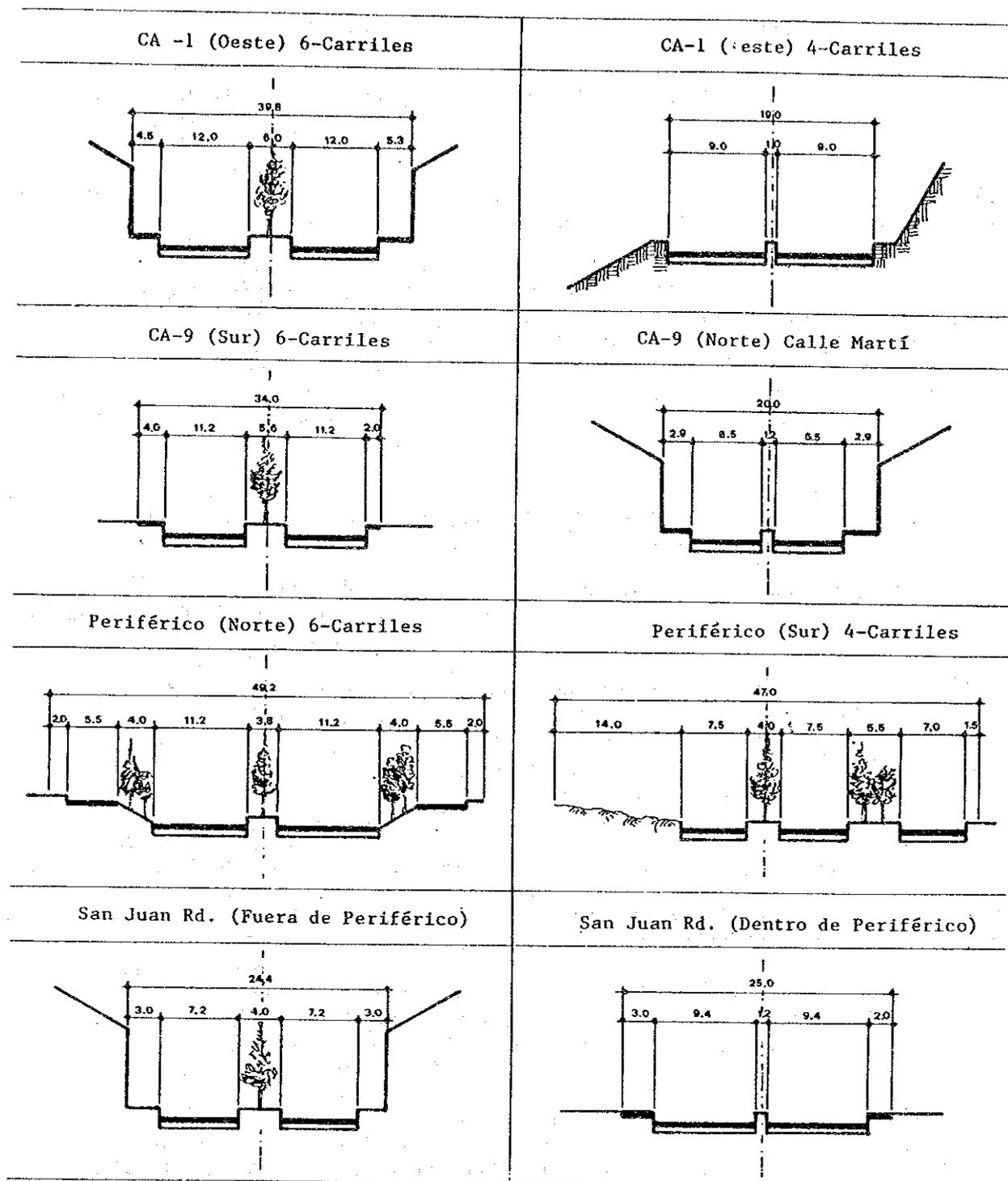


Figura 4.1.3 Secciones Típicas (2)

### (3) Condiciones de las Estructuras de los Puentes

Los siguientes puentes están localizados en arterias principales:

- 1) Cruce entre la Ca-9 y el río las Vacas.  
Este puente de 6 carriles fue construido en 1960 y 68, adoptó una carga de diseño de 14 ton.
- 2) Cruce entre el periférico y el río la Barranca.  
Este puente de 4 carriles fue construido en 1973; actualmente, el centro del puente ha sido vencido y se han colocado túmulos para el control de la velocidad.
- 3) Cruce entre Av. San Cristobal y río Molino.  
Este puente tiene 2 carriles solamente pero las vías que dan al mismo son de 4 carriles.
- 4) Cruce entre CA-9 y río Molino.  
En este punto encontramos 2 puentes los cuales tienen 4 carriles y la estructura se mantiene en buenas condiciones.
- 5) Cruce entre Av. Hincapie y río Pinula.  
Este puente es muy viejo y tiene un solo carril, las vías que llegan a el tienen 2 carriles.
- 6) Cruce entre Av. Cipresales y río la Barranca.

### (4) Condiciones del Mantenimiento

- a) El mantenimiento de las vías existentes en la ciudad de Guatemala lo realiza la Municipalidad de Guatemala.

La longitud de pavimento en las vías existentes de la ciudad de Guatemala, se clasifica así:

- \* Pavimento de longitud de asfalto= 618Km (52%)
- \* Longitud de vía de concreto cemento=182Km (16%)
- \* Longitud de vía de adoquin= 28Km (3%)
- \* Longitud de vía de terracería= 307Km

- b) El costo inicial de pavimento de asfalto y cemento es cerca de Q.45/m<sup>2</sup> respectivamente.  
Actualmente, cuando una vía es construida, se prefiere el pavimento de asfalto o de cemento.
- c) Como muestran los resultados del reconocimiento de inventario y de campo, las condiciones de la mayor parte de las vías de pavimento no se pueden catalogar de buenas. Se requiere la rehabilitación de vías a través de nuevas capas o bacheos.

- d) Las principales vías en las áreas suburbanas también están pavimentadas con asfalto o concreto, sin embargo, las condiciones de la superficie no se pueden describir como buenas.
- e) Generalmente hablando, las superficies de vías en la ciudad de Guatemala y sus áreas no se mantienen en buenas condiciones.

#### 4.1.4 Condición de las Facilidades relacionada con Vías

El detalle de las condiciones de las facilidades relacionadas con vías tales como señales e información de tránsito y líneas divisoras de carriles; esto se describe en el capítulo 6.

En esta sección se describen las condiciones generales de las facilidades relacionada con vías.

- a) Las pasarelas peatonales están localizadas en Calle Martí, Periférico, parte Oeste de CA-1, parte Sur de CA-9 y Calzada San Juan. Existe un total de 21 pasarelas peatonales en la ciudad de Guatemala, Muchas de estas pasarelas están localizadas en las vías principales, sin embargo los peatones continúan cruzando las vías sin usar estas pasarelas.
- b) La proporción de buses en las vías principales, como CA-1, CA-9, Av. Petapa, Av. Reforma, 6a. Av., etc., es cerca del 20% del volúmen total de tránsito. Sin embargo, carriles para buses existen únicamente en calzada San Juan y CA-9, y muchos de los buses siguen sin utilizar los mismos.
- c) No existen líneas de paradas y líneas de carriles en las intersecciones, en la mayoría de las vías existentes, dichas líneas de carriles se pueden encontrar en algunas de las vías principales, sin embargo, 2 o 3 meses más tarde, no se pueden distinguir porque no se les da mantenimiento regular.

#### 4.1.5 Condiciones Ambientales Existentes

##### (1) General

Las condiciones ambientales existentes fueron examinadas basados en los datos colectados y los resultados del reconocimiento de campo. En los últimos años, se pueden observar problemas ambientales sin embargo, las áreas verdes en la Ciudad de Guatemala están bien conservadas, incluso en el área urbana central.

##### (2) Vegetación y Espacios Abiertos

La ciudad de Guatemala cuenta con diversas áreas verdes. Según información obtenida de la Municipalidad de Guatemala podemos encontrar las siguientes áreas verdes:

- a) 78 Parques, algunos de los cuales no son mayores a una hectárea. Una concentración de parques se puede observar en zonas residenciales.
- b) 30 Areas públicas con un área promedio de aproximadamente 1/2 hectárea, todas estas áreas públicas, están localizadas solamente en 10 de las 21 zonas en que está dividida la ciudad.
- c) 54 Monumentos. Casi todos estos monumentos están localizados en áreas públicas y parques.
- d) Casi todas las vías principales en la ciudad de Guatemala tienen carriles auxiliares, una concentración de los mismos se puede observar en las zonas 9,10,13 y 14 al sur de la ciudad, en otras zonas, se puede observar un espaciado sector de vías con carriles auxiliares.

Adicionalmente, existen algunos monumentos históricos importantes en la ciudad de Guatemala:

- a) Cementerio General (zona 3)
- b) Kaminal Juyu
- c) Montículo del Culebrón (zona 10,14)

##### (3) Ruidos y Vibraciones

La mayor causa de ruido en la ciudad de Guatemala lo constituyen los vehículos automotores. La capacidad limitada de las vías y avenidas causa una velocidad de tránsito baja y los embotellamientos con el consecuente abuso de bocinas. También,

muchos de los vehículos automotores, especialmente los usados para transporte público, están en pésimas condiciones porque la vida útil de los mismos ha sido sobrepasada, y los sistemas de escapes no están trabajando apropiadamente. Este problema es particularmente importante porque presenta connotaciones económicas.

El ruido proveniente de naves aéreas ha registrado también incrementos. Debido a que el aeropuerto está localizado dentro de la ciudad, un gran número de personas esta sujeto a ruidos durante los despegues y aterrizaje.

#### (4) Polución del Aire

Actualmente, no existen guías o estándares para medición de la contaminación del aire, adicionalmente, hay muy pocos estudios de medidas de control de dicha contaminación.

Basándose en observaciones visuales, se puede determinar lo siguiente:

- a) Durante las horas pico, un gran número de vehículos se pueden observar en las áreas de las paradas de buses, en la Av. Bolívar y Calzada San Juan y el humo proveniente de los escapes puede ser percibido.
- b) Muchos vehículos, especialmente buses e incluyendo microbuses, generan un gran volumen de humo visible debido a que éstos son bastante viejos.

#### 4.1.6 Proyectos Planificados por la Municipalidad de Guatemala

La intersección entre el Periférico y la 13 calle de la zona 11 fue construída con un paso a desnivel en noviembre de 1990 y la intersección entre el periférico y la Calle Bethania zona 7 fue construída con un paso a desnivel en septiembre de 1991 por la Municipalidad de Guatemala.

Adicionalmente, la ciudad de Guatemala tiene muchos planes futuros para solucionar el congestionamiento de tránsito, la lista y mapa de localización de los planes futuros son ilustrados en la figura 4.1.4

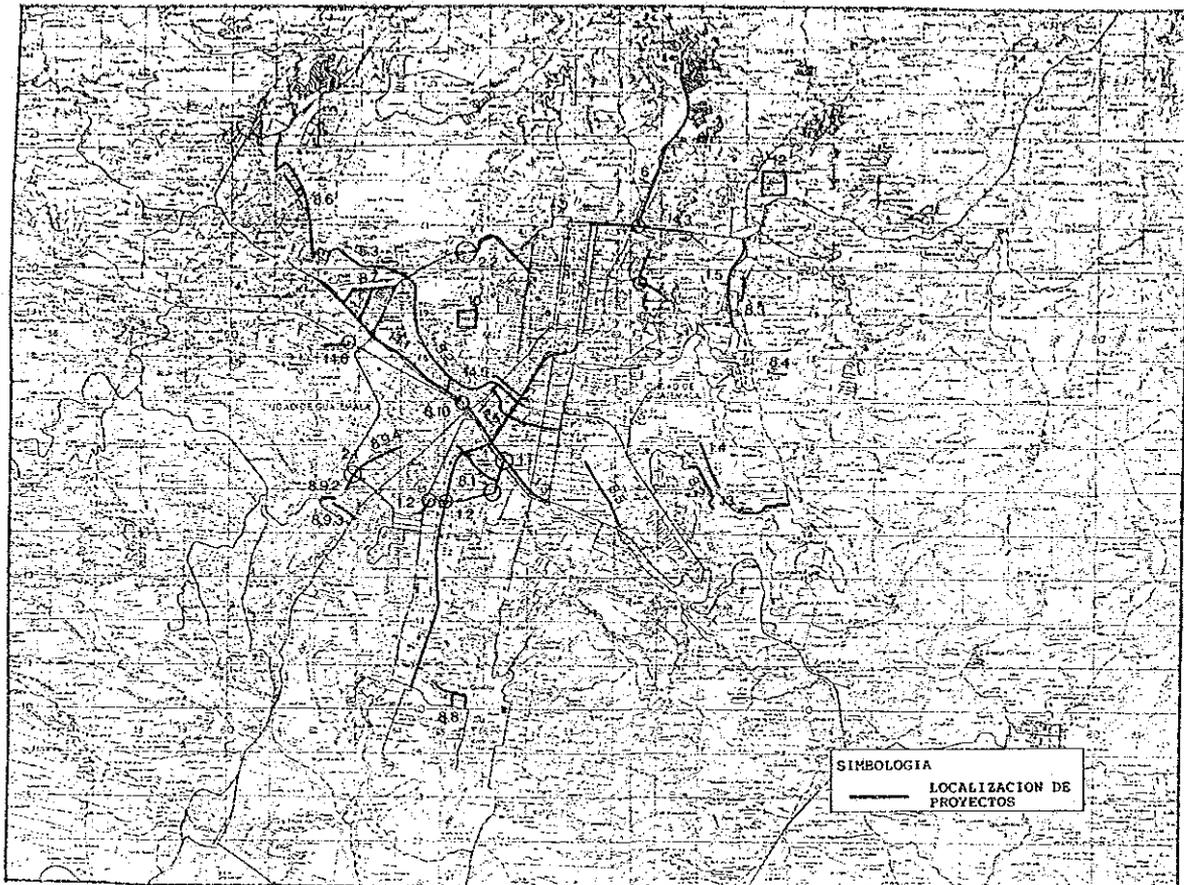


Figura 4.1.4 Mapa de Proyectos Planificados

## 4.2 Condición Actual del Tránsito

### 4.2.1. Vehículos Registrados

#### (1) Número de Vehículos Registrados

La tabla 4.2.1 resume el número de vehículos registrados en la ciudad de Guatemala y de todo el país.

Tabla 4.2.1 Número de Vehículos Registrados en 1990 .

Tipo de vehículo Area	Vehículo Particular	Vehículo comercial	Taxi	Bus Urbano	Misión consular y diplomático	Vehículo oficial	Vehículo agrícola	Trailer	Motocicleta	Total
Area de estudio	158,957 (68.5%)	21,616 (49.1%)	1,371 (42.1%)	2,377 (90.7%)	1,241 (97.6%)	6,042 (95.1%)	137 (39.5%)	4,873 (74.6%)	34,800 (51.2%)	231,213 (63.5%)
Depto. de Guatemala	164,942 (71.1%)	23,598 (51.3%)	1,398 (42.6%)	2,394 (91.3%)	1,244 (97.9%)	6,050 (95.2%)	138 (39.8%)	4,913 (75.3%)	36,286 (53.7%)	239,941 (65.9%)
Otros departamentos	66,972 (28.9%)	21,438 (48.7%)	1,860 (57.1%)	228 (8.7%)	27 (2.1%)	305 (4.8%)	209 (60.2%)	1,015 (24.7%)	31,247 (46.3%)	123,901 (34.1%)
Todo el país	231,914 (100%)	44,036 (100%)	3,256 (100%)	2,622 (100%)	1,271 (100%)	6,355 (100%)	347 (100%)	6,528 (100%)	67,513 (100%)	363,842 (100%)

Fuente : Departamento de actividad comercial, Ministerio de Finanzas

De esta tabla se puede deducir que el 64% de los vehículos registrados están en el Area de Estudio, a pesar de que su población es cerca del 20% de la población total del país. Particularmente, cerca del 69% de vehículos particulares están concentrados en el Area de Estudio. Por otro lado, sólo la mitad de los vehículos comerciales y motocicletas fueron registrados en el Area de Estudio.

(2) Tendencia Pasada de Registro de Vehículos

La tabla 4.2.2. muestra la tendencia pasada de registro de vehículos en el área metropolitana de Guatemala y el país entero.

Tabla 4.2.2. Tendencia de Registro de Vehículos

Años	Tipo de vehículo	1980	1982	1984	1986	1988	1989	Promed. anual de crecimiento.
Area metropolitana de Guatemala	Carros	99,694	112,248	123,771	118,257	159,113	196,657	7.8%
	M/C	n.a.	n.a.	22,538	n.a.	27,876	36,920	10.4%
	Total	n.a.	n.a.	146,309	n.a.	186,989	233,577	9.8%
Otras Areas	Cars	57,529	57,868	63,909	45,325	73,394	92,693	5.4%
	M/C	n.a.	n.a.	11,513	n.a.	23,142	30,646	21.6%
	Total	n.a.	n.a.	75,422	n.a.	96,536	123,339	10.3%
Todo el país	Cars	157,223	170,116	187,680	161,582	232,507	289,350	7.0%
	M/C	n.a.	n.a.	34,051	n.a.	51,018	67,566	14.7%
	Total	n.a.	n.a.	221,731	n.a.	283,525	356,916	10.0%

Fuente: Ministerio de Energía, recopilación hecha de acuerdo al dato de registro de vehículos del Ministerio de Finanzas.

Nota \*: El valor anual de crecimiento fue calculado entre 1980 y 1989 para carros, y entre 1985 y 1989 para motocicletas y demás vehículos respectivamente.

\*\* El área metropolitana de Guatemala definida por el Ministerio de Energía consiste de 3 municipalidades (Guatemala, Mixco y Villa Nueva).

\*\*\* Número de vehículos registrados en esta tabla incluyendo vehículos oficiales.

En el área metropolitana de Guatemala, el promedio anual del índice de crecimiento de carros registrados en los últimos 9 años está calculado en 7.8%, mientras para el resto del país es de 5.4%.

En todo el país, el índice de crecimiento de 7.0%. Por otro lado, el índice de crecimiento del número de motos registradas es de 10.4%, 21.6% y 14.7% para el área metropolitana de Guatemala, el resto del país y el total del país, respectivamente. El índice de crecimiento de 21.6% en el resto del país significa que la motorización por motocicletas está dándose a un paso rápido.

#### 4.2.2. Condiciones de Tránsito en la Ciudad de Guatemala

##### (1) Resultados del Censo de Volumen de Tránsito

Basado en los datos del censo de volumen de tránsito, en secciones de vías, las presentes condiciones en el Área de Estudio, particularmente en la ciudad de Guatemala, fueron analizadas.

Las tablas 4.2.3 y 4.2.4 resumen los resultados del censo de volumen de tránsito en 8 secciones de vías por 24 horas y 12 horas respectivamente. Los datos de volumen de tránsito durante 12 horas y 24 horas son estimados basados en la proporción día/noche en un tiempo aproximado de 24 horas de censo de volumen de tránsito en una estación.

Los resultados de estas tablas son:

- a) La proporción de volumen de tránsito día/noche volumen de tránsito en 12 horas dividido volumen de tránsito en 24 horas) varía de 73.7% a 80.1%. La proporción promedio

de pico día/noche es 75.4%

- b) La proporción de pico (Volumen de tránsito en hora pico dividida por volumen de tránsito en 24 horas) varía de 7.1% a 12.7%. El promedio de la proporción pico en 24 horas de conteo es 8.0%.
- c) Un volumen de tránsito extremadamente alto, de 110,000 vehículos, es observado en la Calzada Roosevelt frente a INCAP, en donde dos vías principales de Mixco y La Florida convergen y el número de carriles es ocho (8). En esta sección, se cuenta un volumen de tránsito en hora pico de cerca de 9,000 vehículos, con una proporción de 8.0%.
- d) En el Anillo Periférico el conteo fue casi de 44,000 vehículos, mientras en hora pico el volumen de tránsito fue de 3,500 vehículos.

Tabla 4.2.3 Resultados del Conteo de Volumen de Tránsito en Secciones de Vía durante 24 horas

No.	Nombre de calles	Volumen de tráfico 24 Hrs. (1)	Volumen de tráfico 12 Hrs. (2)	Relación Día/noche 2/1	Volumen de tráfico en Hrs. pico (3)	Relación pico (3)/(1)
R-7	6a Ave., Zona 1	23,026	17,328	75.1%	1,689	7.3%
R-8	5a Ave., Zona 1	10,218	8,122	79.5%	1,017	10.0%
R-9	4a Ave., Zona 1	11,067	8,861	80.1%	925	8.4%
R-20	6a Calle, Zona 1	35,004	24,719	70.6%	2,497	7.1%
R-21	Cal. Roosevelt	111,484	84,074	75.4%	8,954	8.0%
R-22	A. Periférico	45,661	34,635	75.9%	3,481	7.6%
R-27	Ave. Reforma	54,639	41,934	76.7%	4,442	8.1%
R-32	18 Calle, Zona 10	18,360	13,531	73.7%	1,398	7.6%
R-33	Blvd. A. Batres	49,245	37,377	75.9%	4,140	8.4%
Promedio				75.4%		8.0%

Tabla 4.2.4 Resultados de Cuento de Volumen de Tránsito en Secciones de Vía por 12 horas

No.	Nombre de vía	Volumen de tráfico en 12 Horas (1)	Relación día noche (2)	Volumen de tráfico estimado en 24 horas 3=(2)/(1)	Volumen de tráfico en hora pico (4)	Relación pico (4)/(3)
R-1	11 Ave., Zona 1	9,654	75.1%	12,854	1,030	8.0%
R-2	10a Ave., Zona 1	8,156	79.8%	10,220	971	9.5%
R-3	9a Ave., Zona 1	7,595	75.1%	10,113	846	8.4%
R-4	8a Ave., Zona 1	6,817	79.8%	8,542	683	8.0%
R-5	7a Ave. Zona 1	13,971	75.1%	18,603	1,528	8.2%
R-6	6a Ave. A, Zona 1	4,613	79.8%	5,780	501	8.7%
R-10	3a Ave., Zona 1	5,832	75.1%	7,765	653	8.4%
R-11	2a Ave., Zona 1	9,323	79.8%	11,682	931	8.0%
R-12	12 Ave., Zona 1	11,855	79.8%	14,855	1,243	8.4%
R-13	1a Ave., Zona 1	5,155	75.1%	6,864	608	8.9%
R-14	Ave. Centroamérica	1,691	77.6%	2,179	208	9.5%
R-15	Ave. Elena	10,886	77.6%	14,028	1,374	9.8%
R-16	8a Calle, Zona 1	6,322	75.1%	8,418	693	8.2%
R-17	5a Calle, Zona 1	4,705	79.8%	5,895	591	10.0%
R-18	9a Calle, Zona 1	9,203	75.1%	12,254	1,255	10.2%
R-19	8a Calle, Zona 1	9,220	79.8%	11,553	1,202	10.4%
R-23	Calzada Roosevelt	44,557	75.4%	59,094	5,817	9.8%
R-24	35 Calle, Zona 11	11,624	75.9%	15,314	1,939	12.7%
R-25	Calzada San Juan	26,621	75.4%	35,306	2,685	7.6%
R-26	Ave. Bolívar	38,260	75.4%	50,742	3,882	7.7%
R-28	7a Ave., Zona 9	19,632	75.1%	26,141	2,012	7.7%
R-29	6a Ave., Zona 9	24,297	79.8%	30,447	2,676	8.8%
R-30	12 Calle, Zona 9	26,697	76.7%	34,807	2,843	8.2%
R-31	2a Calle, Zona 15	18,000	73.7%	24,423	1,941	7.9%
R-34	Periférico, Z.11	19,702	75.9%	25,957	2,501	9.6%
R-35	Ave. Petapa	27,472	75.9%	36,194	3,103	8.6%
R-36	Ave. Hincapié	6,940	75.9%	9,143	973	10.6%

Fuente : Equipo de Estudio

(2) Volumen de Tránsito Diario en Principales Vías

Basados en el conteo de tránsito, en Screen Line y el movimiento en las intersecciones, el volumen de tránsito en las vías principales son ilustradas en la figura 4.2.1.

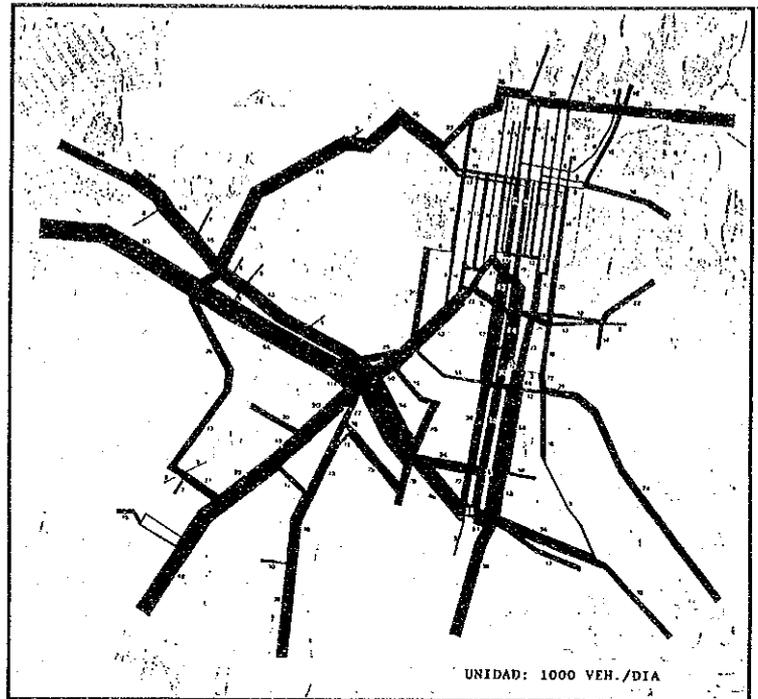


Figura 4.2.1 Volumen de Tránsito en las Principales Vías

(3) Fluctuación del Volumen de Tránsito por Hora

Basados en el conteo de tránsito, estas fluctuaciones se dieron de la siguiente manera:

- a) No existe ningún período pico en particular en las vías del área central (5a. Av. y 6a. Av. zona 1) donde se concentran diversas actividades comerciales. Aparentemente el tránsito de esta área está estrechamente relacionado a las actividades comerciales, sin embargo no se pudo observar ningún período pico en particular.
- b) A diferencia del área central, en la Calzada Roosevelt y el Anillo Periférico se pueden encontrar períodos pico. En estas dos estaciones se encontraron estos períodos pico: uno por la mañana de 7-8 a.m. tránsito hacia el centro de la ciudad y otro por la tarde de 5-6 p.m. tránsito del centro hacia el área periférica. Esto significa que las horas pico de tránsito en estas dos vías son consideradas principalmente tránsito constante.
- c) Existen períodos pico entre 8-9 a.m. y 5-6 p.m. en: Av. Reforma. Sin embargo en esta avenida, el volumen de tránsito en ambas direcciones es alto apesar de ser la vía de acceso al área central desde el sur de la ciudad. Se considera que esto se debe a el uso del suelo que se da en esta área, que es en su mayoría de oficinas en zonas 9 y 10.

- d) En la Calzada Aguilar Batres, solo hay un período pico en la mañana entre 7 y 8 a.m., mientras el tránsito es continuamente de 8 a.m. a 6 p.m.

#### (4) Composición Vehicular

Basado en el conteo de tránsito se puede determinar la siguiente composición de vehículos en ciertas secciones de vía.

- a) La composición de carro de pasajeros varía de 36.3% en el puente de Belice a 69.7% en el Boulevard Vista Hermosa en zona 15.
- b) La composición de Pick-up es casi igual en cada una de las estaciones variando de 14.9% a 21.5%.
- c) En arterias principales (Calzada Roosevelt y Boulevard Los Proceres y Anillo Periférico) la composición de vehículos de carga pesada es mayor (4% a 6%) comparado con otras vías (1% a 3%).
- d) Composición de buses y microbuses, dependiendo de las rutas de buses. Algunas vías, como la 6a. Av. y 11 Av. zona 1 y Calzada Roosevelt, donde varias rutas de buses se concentran, el conteo de composición de buses/microbuses es mayor al 15%. Por otro lado, la composición de autobuses/microbuses en Av. Reforma y Anillo Periférico es menor al 10%.
- e) Composición de otros vehículos (principalmente motocicletas) es menos al 9% en todas las estaciones.

#### (5) Fluctuación Diaria de Volumen de Tránsito

Basado en el conteo de volumen de tránsito hecho por la Municipalidad de Guatemala en 1987, se analizó la fluctuación diaria de volumen de tránsito en vías principales.

En general, el volumen de tránsito es el mismo de lunes a jueves, mientras el viernes es casi un 10% mayor en todas las secciones de vía. El sábado, el volumen de tránsito es de un 10% a 20% menos que entre semana, mientras que en la Calle Martí el porcentaje es el mismo que el del viernes. El domingo, el volumen de tránsito es un 30% a 50% menos que entre semana en todas las estaciones.

#### 4.2.3 Condición de Tránsito en las Intersecciones

Generalmente hablando, muchos de los problemas relacionados con tránsito urbano, frecuentemente se dan en las intersecciones. Especialmente, si existen muchas vías anchas como las del Area de Estudio, muchos de los embotellamientos ocurren en dichas intersecciones. Adicionalmente, muchos accidentes de tránsito severos también ocurren en intersecciones donde hay cruces de tránsito.

Para la identificación de la condición presente en las intersecciones del Area de Estudio, el Equipo de Estudio analizó el nivel de servicio, velocidad de viaje y número de accidentes de tránsito en intersecciones.

##### (1) Capacidad de Tránsito en Intersecciones Semaforizadas

La comparación entre capacidad de tránsito y volumen actual de tránsito en las intersecciones con semáforo se realizó de acuerdo a la metodología descrita en "Highway Capacity Manual, 1985 edition" (de aquí en adelante como HCM).

Aplicando este procedimiento, el Equipo de Estudio analizó la proporción de volumen/capacidad y el nivel de servicio en 29 intersecciones con semáforos. El resultado del análisis se presenta en la tabla 4.2.5.

Tabla 4.2.5 Resultado del Análisis de Intersecciones con Semáforo

No.	Localización de la Intersección	Relación V/C Crítica	Retraso de Intersección Sec/Veh	Nivel de Servicio	Grado de Problema
I-1	7 Av./18 Calle, Zona 1	0.81	43.83	E	H
I-2	8 Av./18 Calle, Zona 1	0.80	69.27	F	H
I-3	6 Av./Diag. 2, Zona 1	0.97	96.23	F	H
I-5	Av.Bolívar/24 C. Zona 1	1.22	175.19	F	H
I-6	15 Av./17 Calle, Zona 1	1.03	186.17	F	H
I-8	C. Martí/10 Av. Zona 2	1.16	89.61	F	VH
I-9	C. Martí/11 Av. Zona 2	1.06	113.66	F	H
I-10	6 Av./Ruta2/Via 1 Z.4	1.82	426.05	F	VH
I-11	7 Av./Ruta2/Via 7 Z.4	2.81	190.38	F	VH
I-13	12 Av./27 Calle Zona 5	1.73	73.23	F	VH
I-14	27 C./Diag.14/29 Av.Z.5	0.65	141.48	F	H
I-15	C. Martí/15 Av. Zona 6	0.92	70.68	F	H
I-17	C.Sn.Juan Sac./9 Av./12 Av. Zona 7	0.62	21.83	C	VL
I-19	C.Sn.Juan Sac./23 Av. Zona 7	1.20	66.23	F	H
I-21	C.Sn.Juan Sac./33 Av. Zona 7	1.79	385.08	F	H
I-22	C.Sn.Juan Sac./37 Av. Zona 7	1.53	394.34	F	VH
I-24	Av.Bolívar/32 C. Zona 8	0.72	345.71	F	H
I-25	Av.Bolívar/33 C. Zona 8	1.16	59.39	E	H
I-26	Av.Reforma/2 Calle Z. 9	1.09	169.64	F	VH
I-27	Av.Reforma/12 C. Zona 9	1.07	385.45	F	VH
I-28	Obelisco, Zona 9	1.35	301.89	F	VH
I-29	Blv.Liberación/6 Av.Z.9	0.92	75.31	F	H
I-30	Blv.Liberación/12 Calle /7 Av. Zona 9	1.51	412.57	F	VH
I-31	Blv.Liberación/Av. Castellana, Zona 9	1.42	87.33	F	H
I-32	6 Av./2 Calle, Zona 10	1.60	69.02	F	H
I-34	Blv.Aguilar Batres/ 13 Calle Zona 11	1.07	597.19	F	VH
I-35	Blv.Aguilar Batres/ 19 Calle Zona 11	1.03	295.70	F	H
I-38	Av.Petapa/19 Calle Z.12	0.99	48.00	E	L
I-39	Av.Petapa/USAC, Zona 12	0.66	72.23	F	H

(2) Capacidad de Tráfico en Intersecciones no Semaforizadas

A pesar de que existen 168 intersecciones con semáforos en el Area de Estudio, muchas de éstas no cuentan aún con semáforos, incluyendo intersecciones en vías principales. Por lo cual se requirió también de un análisis de capacidad de tránsito en intersecciones no semaforizadas.

El análisis de espacio entre grupos de vehículos en vías principales y su utilización de virajes y en vías secundarias, son los factores básicos para dicho análisis.

Entonces, el nivel de servicio de una intersección es determinada acorde a la capacidad de reserva de vehículos provenientes de vías secundarias. El significado de nivel de servicio entre análisis de intersecciones con semáforos y sin semáforos es diferente.

La tabla 4.2.6 muestra el resultado del análisis de capacidad de tránsito en 10 intersecciones sin semáforos.

Tabla 4.2.6 Resultado del Análisis de Intersecciones sin Semáforos

No.	Localización de Intersección	Grado de Problema
I-4	7 Av./21 Calle/Diag. 2, Zona 1	H
I-7	C. Martí/6 Av./6 Calle, Zona 2	H
I-12	Av. Reforma/C. Mariscal Cruz, Z.4	VH
I-16	C.Roosevelth/12 Av. Zona 7	L
I-18	C.Roosevelth/23 Av. Zona 7	VH
I-20	C. Sn. Juan Sac./30 Av. Zona 7	VH
I-23	Periférico/13 Av. Zona 7	H
I-33	18 Calle/18 Av./Diag. 6, Zona 10	L
I-36	Periférico/9 Av. Zona 11	H
I-37	Av. Petapa/14 Av. Zona 12	H

(3) Identificación de Embotellamientos debido a Declinación de Velocidad

Basado en los resultados del estudio de velocidad de circulación, los embotellamientos se identificaron según los puntos de declinación de velocidad. En el análisis, los diagramas de tiempo-distancia se realizaron para cada una de las rutas estudiadas. En estos diagramas, se consideran embotellamientos todas las estaciones con tiempo de espera largo o con declinación drástica de velocidad de circulación. Este análisis, sin embargo, está hecho basado en un limitado número de ejemplos. De aquí que la identificación de los resultados puede ser subjetiva.

(4) Identificación de Intersecciones Peligrosas.

Paralelamente a la identificación de volumen de tránsito/velocidad de circulación, es importante identificar problemas de acci-

dentos de tránsito en intersecciones intermedias.

#### 4.2.4. Grado de Congestionamiento de Tránsito en Horas Pico en Vías Principales

El grado de congestionamiento de tránsito en horas pico ha sido calculado para localizar embotellamientos de tránsito, para clarificar las condiciones de tránsito y también identificar problemas de tránsito en vías principales.

##### (1) Volumen de Tránsito en 1990

Un conteo de volumen de tráfico en secciones de vías principales y un conteo de virajes en las principales intersecciones fueron realizados en Agosto de 1990 por el Equipo de Estudio. Los resultados de este estudio se ilustran en la figura 4.2.1; basado en este volumen de tránsito se calculó el grado de congestionamiento en vías principales.

##### (2) Cálculo de la Capacidad de Tránsito

La capacidad de tránsito tomando en cuenta varias condiciones de vías como, estacionamiento prohibido, tránsito HCM en una vía y número de carriles fueron calculados según el HCM.

Las condiciones asumidas para cálculo de capacidad son:

- a) Capacidad Básica por carril en vías de varios carriles es de 2,000 UCP/carril/hora.
- b) Capacidad total básica en ambas direcciones de vías de dos carriles es de 2,800 UCP/2 carriles/hora.
- c) Proporción de tráfico pesado es 10% basado en el resultado del conteo de volumen de tránsito.
- d) Proporción de vías principales y vías secundarias en horas pico es 8.0% y 8.8% respectivamente, basado en el resultado del conteo de volumen de tránsito.
- e) Los factores de ajuste se adoptaron de acuerdo con HCM.
- f) La fórmula es la siguiente:

$$C(p)=C(b)*Fw*Fn*Fr*Fs$$

Donde: C(p)=Capacidad posible (veh/hora/carril)  
C(b)=Capacidad básica (UCP/hora/carril)

Fw=Factor de ajuste por ancho de carril  
Fn=Factor de ajuste por proporción de  
vehículos pesados.  
Fr=Factor de ajuste por tipo de  
vía y uso del suelo a lo largo de las  
vías.  
Fs=Factor de ajuste para señales de  
tránsito.

(3) El Grado de Congestionamiento en Vías Principales

El grado de congestión en el año de 1990 puede ser estimado usando la siguiente fórmula:

$$\text{Grado de congestión} = \frac{\text{volumen de tránsito}}{\text{capacidad posible}}$$

El grado de congestión en 1990 en vías principales fue calculado y los resultados se ilustran en la gráfica 4.2.4. El grado de congestión de 1.0 significa que el volumen de tránsito actual ha alcanzado ya la capacidad posible y las condiciones de tránsito se mantienen a un nivel de servicio "E" de acuerdo al HCM. Algunas mejoras en estas secciones de vía son necesarias tan pronto como se pueda.

Un grado de congestión de 0.8% significa que el volumen de tránsito actual ha alcanzado 80% de la capacidad posible y las condiciones de tránsito están operando a un nivel de servicio "D" acorde al HCM. Algunas mejoras en estas secciones de vía son requeridas a corto plazo.

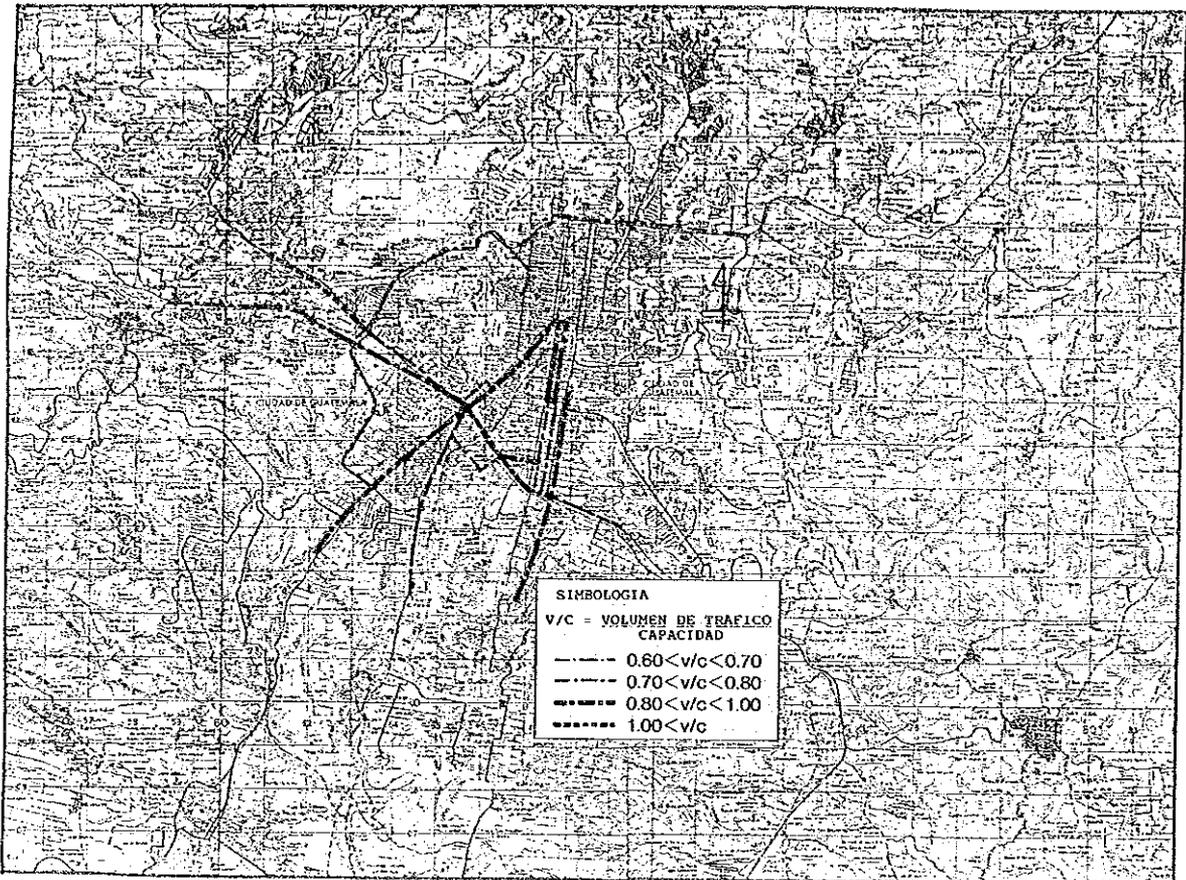


Figura 4.2.2 Grado de Congestionamiento en Vías Principales

#### 4.2.5 Velocidad de Circulación en Vías Principales

Un estudio de velocidad de circulación en las vías principales fue realizado en agosto de 1990 por el Equipo de Estudio. Este estudio también fue realizado en horas pico y horas descongestionadas.

De los resultados de el estudio de velocidad de circulación, se dedujo lo siguiente:

- a) Las carreteras con velocidades menores de 20 Km/h se concentran en el área urbana central y el tránsito fluye de Mixco hacia el área urbana central.

### 4.3 Identificación de Problemas en Facilidades de Vías y Tránsito

#### 4.3.1 Problemas de la Red Vial

##### (1) Insuficiencia de Vías

- a) El volumen de tránsito en la CA-1 y calzada San Juan han alcanzado ya la capacidad posible en 1990.
- b) El volumen de tránsito futuro en estas vías al año 2010 se proyecta será el doble comparado con el presente volumen de tránsito.
- c) La ciudad de Guatemala y Mixco están relacionadas solamente por dos vías principales.
- d) Es muy difícil ensanchar las vías existentes ya que en ambos lados de las mismas se localizan edificios.
- e) Por lo tanto, se requiere la construcción de nuevas vías en esta área.

##### (2) Red de Vías Concentradas

- a) En la ciudad de Guatemala, cuatro vías principales: Calzada San Juan, CA-1, Ca-9, y Avenida Petapa, se concentran en el paso a desnivel de el Trébol.
- b) Por lo tanto, el volumen de tránsito pesado en este paso a desnivel se encuentra también concentrado.
- c) Esta es una de las causas que genera congestionamiento de tránsito e incrementa los accidentes de tránsito.
- d) Vías adicionales que dividan el volumen de tránsito serán requeridas para resolver el congestionamiento de tránsito y accidentes.

##### (3) Red de Vías no Conectadas

- a) Existen muchas vías no conectadas en la parte norte del Area de Estudio.
- b) La circulación a través del área urbana central es muy limitada.

- c) Considerando la configuración de la red de vial, las funciones y características de una vía en forma de anillo y la utilización de las vías existentes, una vía en forma de anillo completo es requerida.
- d) Volumen de tránsito en vías radiales para el centro de Mixco es bien alto y ya alcanzaron la capacidad de tránsito, mientras el volumen de tránsito en otras vías radiales no ha alcanzado aún la capacidad.
- e) Actualmente, solo la mitad de una vía en anillo ha sido completada en el área urbana central.

#### 4.3.2 Problemas desde el Punto de Vista de Tránsito

##### (1) Congestionamiento de Tránsito en Vías Principales

- a) A pesar de que existen muchas vías amplias en el Area de Estudio, el grado de congestionamiento en algunas de las mismas ya alcanzó 1.0 ó más.
- b) Como se menciona en la sección 4.3.2, no existe una ruta alterna para la mayor parte de las vías principales. Debido a que el grado de congestionamiento en muchas de las vías principales ha alcanzado ya 1.0, el congestionamiento de tránsito empeorará en el futuro, a no ser de que se tomen medidas de mejora.
- c) En algunas de las vías principales, el porcentaje de buses/microbuses es muy alto alcanzando un 15% de el total del volumen de tránsito. Debido a que buses/microbuses son el único modo de transporte público en el Area de Estudio, algunas de las operaciones son afectadas por el tránsito pesado.
- d) La velocidad de circulación baja drásticamente durante horas pico en el área urbana central y el corredor este a Mixco.

##### (2) Embotellamiento de Tránsito en Intersecciones.

- a) Existen varios embotellamientos de tránsito en el Area de Estudio y la mayor parte de los mismos se encuentran en intersecciones de las vías principales.
- b) En algunos embotellamientos, trabajos de mejora, como pasos a desnivel, son requeridos. Ya que el volumen de tránsito ha sobrepasado la capacidad.