

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO DE ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO,
TRAMO INTERMEDIO

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

POR

NICOLAS ALEJANDRO DEL VALLE GONZALEZ

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 1996

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

08
T(3742)
C.4

Guatemala, Junio de 1,996

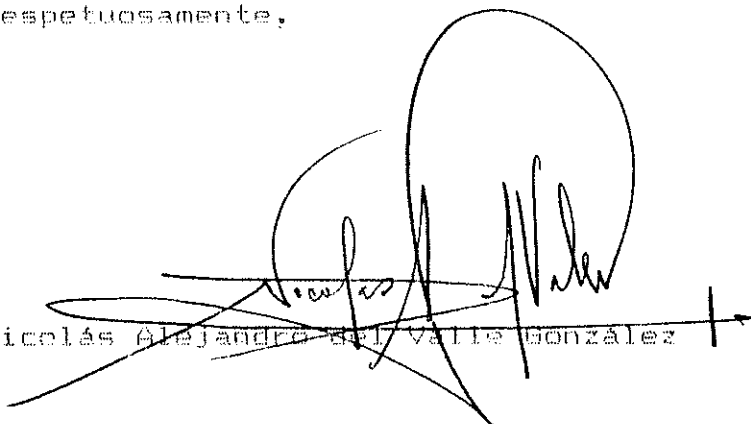
Honorable Tribunal Examinador

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

ESTUDIO DE ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO
METROPOLITANO, TRAMO INTERMEDIO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha de Agosto de 1,995.

Respetuosamente,



~~Nicolás Alejandro del Valle González~~

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Julio Ismael González Podszueck
VOCAL PRIMERO: Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra
VOCAL SEGUNDO: Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
VOCAL TERCERO: Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez
VOCAL CUARTO: Br. Fernando Waldemar de León Contreras
VOCAL QUINTO: Br. Pedro Ignacio Escalante Pastor
SECRETARIO: Ing. Francisco Javier González López

TRIBUNAL QUE PRÁCTICO
EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR: Ing. Edgar Daniel de León Maldonado
EXAMINADOR: Ing. Hugo Rolando Bosque Morales
EXAMINADOR: Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO: Ing. Francisco Javier González López



FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.G.047.96

Guatemala, 17 de mayo de 1,996

Señor
Ing. Pedro Quiroa Méndez
Coordinador de la Unidad
de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.
Presente

Señor Coordinador:

En nuestro carácter de Asesor y Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **NICOLAS ALEJANDRO DEL VALLE GONZALEZ**, hemos procedido a revisar el Informe Final (TESIS), cuyo título es **ESTUDIO DE ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO TRAMO INTERMEDIO**; el cual lo encontramos satisfactorio.

Este Trabajo, fue desarrollado dentro del Programa del Ejercicio Profesional Supervisado de nuestra Facultad, constituyéndose un valioso aporte para uno de los problemas más graves que padece la Ciudad Capital, como lo es el tránsito de vehículos.

Por lo que, lo damos por APROBADO, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

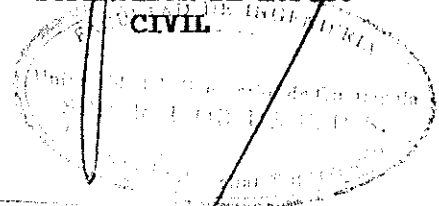
Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Vo. Bo. Ing. Edgar De León Maldonado
ASESOR

JMC/lgg.
c.c.: Archivo

Ing. Juan Merck Cos
SUPERVISOR DE E.P.S.
CIVIL





FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.063.96

Guatemala, 23 de mayo de 1,996

Señor

Ing. Jack Douglas Ibarra S.
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Por este medio, le estamos adjuntando el Informe Final, correspondiente al Trabajo de Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado **ESTUDIO DE ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO TRAMO INTERMEDIO.**

Este trabajo, fue desarrollado por el estudiante **NICOLAS ALEJANDRO DEL VALLE GONZALEZ**, de la Carrera de Ingeniería Civil, quien fue debidamente asesorado por el Ingeniero Edgar De León Maldonado, y supervisado por el Ingeniero Juan Merck Cos.

Habiéndose cumplido con los objetivos del trabajo, y existiendo la **APROBACION** al mismo, por parte del Asesor y Supervisor, esta Coordinación, también **APRUEBA** el contenido del mismo; y solicita el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. PEDRO QUIROGA MENDEZ
COORDINADOR DE E.P.S.

PQM/lgg.
c.c.: Archivo
Anexo: El Informe Final




ACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Edgar de León Maldonado, del Supervisor de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Pedro Quiroa Méndez, sobre el trabajo de tesis del estudiante Nicolás Alejandro del Valle González, titulado ESTUDIO DE ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO TRAMO INTERMEDIO, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, junio de 1, 1996.

JDIS/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

Clases de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis ESTUDIO DE ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO TRAMO INTERMEDIO, del estudiante Nicolás Alejandro del Valle González, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck



Guatemala, junio de 1, 996

/bbdeb.

AGRADECIDO

A DIOS TODOPODEROSO

A MIS PADRES

Carlos Humberto del Valle
Sonia Elizabeth González de del Valle

A MIS HERMANAS

Isadora Dominick
Alejandra María
Débora María

A MIS ABUELAS

Isabel Girón
Lilia Del Valle

A MI FAMILIA EN GENERAL

Y MUY ESPECIALMENTE AL

Ing. Edgar Daniel de León Maldonado

DEDICO ESTE ACTO
A LA MEMORIA DE MI ABUELO

MARCO ANTONIO GONZALEZ

INDICE

	LISTADO DE ILUSTRACIONES	i
	GLOSARIO	vi
	INTRODUCCION	vii
	OBJETIVOS	viii
	JUSTIFICACION	ix
	ANTECEDENTES	xi
I.	INVESTIGACION	1
I.1.	Análisis actual de las regiones involucradas	1
I.1.1.	Descripción de la geografía Periférico Metropolitano, Tramo Intermedio	3
I.1.1.1.	Descripción de la geografía del Municipio de Guatemala en las áreas comprendidas	6
I.1.1.2.	Descripción de la geografía de Villa Canales	8
I.1.1.3.	Descripción de la geografía de Santa Catarina Pinula	9
I.1.2.	Descripción de las características socioeconómicas	10
I.1.2.1.	Descripción de las características socioeconómicas del Municipiode Guatemala en las Áreas comprendidas	18
I.1.2.2.	Descripción de las características socioeconómicas de Villa Canales	21
I.1.2.3.	Descripción de las características socioeconómicas de Santa Catarina Pinula	25
I.1.3.	Actividad económica	28
I.1.4.	Servicios públicos	29
I.1.5.	Análisis urbano	31
I.1.6.	Inventario físico del sistema de transportación	36
I.1.7.	Impacto ambiental del tránsito en el Area Metropolitana	38
I.1.7.1.	Nivel de polución del aire	38
I.1.7.2.	Nivel de contaminación acústica	47
I.1.7.3.	Factores contaminadores del tránsito	50
I.1.8.	Impacto socioeconómico	51
I.1.8.1.	Relación beneficio/costo	52
I.1.8.2.	Tasa interna de retorno (T.I.R.)	52
I.1.8.3.	Análisis de la potencial plusvalía de la tierra.	53

I.1.8.3.1.	Análisis al incremento en el costo de la tierra.	53
I.1.8.3.2.	Análisis de las consecuencias del aumento a los actuales propietarios	53
I.2.	Movilización de tránsito en el Area Metropolitana	54
I.2.1.	Antecedentes	55
I.2.2.	Capacidad de expansión de la población en las áreas de desarrollo por localidad o colonia involucrada	56
I.2.2.1.	Capacidad de expansión de la población en la Colonia Santa Fé	56
I.2.2.2.	Capacidad de expansión de la población en Boca del Monte	57
I.2.3.	Densidad de población en la ciudad de Guatemala y municipios aledaños	57
I.2.4.	Población Económicamente Activa por zonas de influencia	58
I.2.5.	Ingreso promedio anual por familia	58
I.2.6.	Análisis del crecimiento del sistema vial en el Area Metropolitana	59
I.2.6.1.	Cantidad de vehículos automotores registrados en la República desde el año 1,975	60
I.2.7.	Sistema principal de tránsito en el Area Metropolitana	61
I.2.7.1.	Análisis de separación de tránsito	61
I.2.7.2.	Porcentaje de viajes durante periodos de máxima diarios	62
I.2.7.3.	Grado de ocupación por vehículos	64
I.2.7.4.	Módulo de ocupación por vehículos	64
II.	EJERCICIO PROFESIONAL	65
II.1.	Densidad de vivienda	65
II.2.	Densidad vehicular	65
II.2.1.	Descripción del crecimiento de vehículos	65
II.2.2.	Descripción geográfica de los corredores radiales en la zona metropolitana	66
II.2.3.	Análisis de tránsito en los corredores radiales actuales	67
II.3.	Descripción de la alternativa propuesta	73
II.3.1.	Trazo de la línea preliminar	73
II.3.2.	Grado de pendientes máximas y mínimas	76
II.3.3.	Evaluación preliminar de suelos	76

II.3.4.	Evaluación preliminar geológico	76
II.4.	Tipología de gabaritos típicos	76
II.4.1.	Pavimentos rígidos	82
II.4.2.	Pavimentos flexibles	83
II.5.	Cuantificación de obras accesorias para la alternativa propuesta	85
II.5.1.	Tipología de puentes	86
II.5.2.	Tipología de pasos a nivel	89
II.5.3.	Tipología de pasarelas	92
II.5.4.	Señalización	94
II.6.	Integración del presupuesto primario geométrico	98
II.6.1.	Presupuesto primario de brigadas de topografía	98
II.6.2.	Presupuesto primario de la línea preliminar	99
II.6.3.	Presupuesto primario de la línea localizada	99
II.6.4.	Presupuesto primario del diseño final	100
II.6.5.	Presupuesto primario de los drenajes	100
II.6.6.	Presupuesto primario de equipo de laboratorio, para ensayos a las muestras de campos.	101
II.6.7.	Presupuesto primario de base	102
II.6.8.	Presupuesto primario de sub-base	102
II.6.9.	Presupuesto primario de colocación de la capa de rodadura	102
II.6.10.	Presupuesto primario de puentes	103
II.6.11.	Presupuesto primario de pasos a desnivel	103
II.6.12.	Presupuesto primario de señalización	104
II.6.13.	Resumen del presupuesto primario	104
	CONCLUSIONES	xiii
	RECOMENDACIONES	xv
	BIBLIOGRAFIA	xvii



LISTA DE ILUSTRACIONES

INDICE DE FIGURAS

Figura I.1.1. Localización del Valle de Guatemala	1
Figura I.1.1.1. Municipios del Area Metropolitana	5
Figura I.1.2.1. Categoría de las Municipalidades del Departamento de Guatemala	12
Figura I.1.5.1. Provincia de Soathemala, 1,800	33
Figura I.1.5.2. Crecimiento del Area Metropolitana	34
Figura I.1.5.3. Patrón de Crecimiento y Desarrollo del Area Metropolitana	35
Figura I.2.6.1. Sistema Vial Actual en el Area Metropolitana	59
Figura I.2.6.2. Sistema Vial del 2,010 en el Area Metropolitana	60
Figura I.2.7.2.1. Flujo Principal de Viajes	63
Figura I.2.7.2.2. Distribución Modal de Viajes	63
Figura II.2.3.1. Volumen de Tránsito en el Area Metropolitana	71
Figura II.2.3.2. Grado de Congestión en el Area Metropolitana	72
Figura II.3.1. Alternativa Propuesta para el Periférico Metropolitano, Tramo Intermedio	75
Figura II.4.1. Configuración de un Sistema de Red Vial	77
Figura II.4.2. Gabarito Típico de Autopista Urbana	79
Figura II.4.3. Gabarito Típico de Vía Arterial Principal	80
Figura II.4.4. Gabarito Típico de Vía Arterial Menor	81
Figura II.5.1. Fuentes en la Alternativa Propuesta	89
Figura II.5.2. Pasos a Desnivel en la Alternativa Propuesta	92
Figura II.5.3. Pasarelas en la Alternativa Propuesta	93
Figura II.5.4. Señalización en la Alternativa Propuesta	97

INDICE DE GRAFICAS

Gráfico I.1.7.1.1. Partículas Sólidas en Suspensión	43
Gráfico I.1.7.1.2. Monóxido de Carbono	44
Gráfico I.1.7.1.3. Dióxido de Nitrógeno	45
Gráfico I.1.7.1.4. Ozono en el Aire	46

INDICE DE TABLAS

Tabla I.1.2.1. Indicadores Básicos de Guatemala	11
Tabla I.1.2.2. Pronóstico de Población para el Municipio de Guatemala y el Área Metropolitana	13
Tabla I.1.2.3. Producto Geográfico Bruto por Sector, por Ramas de Actividad, en Millones de Quetzales (1,991-1,995)	14
Tabla I.1.2.4. Tasas de Variación del Producto Geográfico Bruto por Sector (1,991-1,995)	14
Tabla I.1.2.5. Índices de Precios al Consumidor (1,991-1,995)	15
Tabla I.1.2.6. Índices de Empleos por Sector de Servicios (1,991-1,995)	16
Tabla I.1.2.7. Índices de Promedio de Salarios (1,991-1,995)	16
Tabla I.1.2.8. Financiamiento del Gobierno Central (1,991-1,995)	17
Tabla I.1.2.9. Uso del Suelo en el Área Metropolitana	17
Tabla I.1.2.10. Composición del Uso del Suelo en el Área Metropolitana	18
Tabla I.1.2.1.1. Índices Demográficos en el Municipio de Guatemala	18
Tabla I.1.2.1.2. Índices de Estado Civil en el Municipio de Guatemala	19
Tabla I.1.2.1.3. Índices Étnicos en el Municipio de Guatemala	19
Tabla I.1.2.1.4. Índices de Alfabetismo en el Municipio de Guatemala	19
Tabla I.1.2.1.5. Índices por Grupo de Edad en el Municipio de Guatemala	19
Tabla I.1.2.1.6. Índices de Ocupación de la Tierra en el Municipio de Guatemala	20
Tabla I.1.2.1.7. Índice de Propiedad de las Viviendas en el Municipio de Guatemala	20
Tabla I.1.2.1.8. Viviendas con Instalaciones en el Municipio de Guatemala	20
Tabla I.1.2.1.9. Tipo de Viviendas en el Municipio de Guatemala	20
Tabla I.1.2.1.10. Tipo de Uso del Cuarto de Cocina en el Municipio de Guatemala	21
Tabla I.1.2.1.11. Material de las Paredes en el Municipio de Guatemala	21

Tabla I.1.2.1.12. Material del Techo en el Municipio de Guatemala	21
Tabla I.1.2.2.1. Indices Demográficos en el Municipio de Villa Canales	22
Tabla I.1.2.2.2. Indices de Estado Civil en el Municipio de Villa Canales	22
Tabla I.1.2.2.3. Indices Etnicos en el Municipio de Villa Canales	22
Tabla I.1.2.2.4. Indices de Alfabetismo en el Municipio de Villa Canales	22
Tabla I.1.2.2.5. Indices por Grupo de Edad en el Municipio de Villa Canales	23
Tabla I.1.2.2.6. Indices de Ocupación de la Tierra en el Municipio de Villa Canales	23
Tabla I.1.2.2.7. Indice de Propiedad de las Viviendas en el Municipio de Villa Canales	23
Tabla I.1.2.2.8. Viviendas con Instalaciones en el Municipio de Villa Canales	24
Tabla I.1.2.2.9. Tipo de Viviendas en el Municipio de Villa Canales	24
Tabla I.1.2.2.10. Tipo de Uso del Cuarto de Cocina en el Municipio de Villa Canales	24
Tabla I.1.2.2.11. Material de las Paredes en el Municipio de Villa Canales	24
Tabla I.1.2.2.12. Material del Techo en el Municipio de Villa Canales	24
Tabla I.1.2.3.1. Indices Demográficos en el Municipio de Santa Catarina Pinula	25
Tabla I.1.2.3.2. Indices de Estado Civil en el Municipio de Santa Catarina Pinula	25
Tabla I.1.2.3.3. Indices Etnicos en el Municipio de Santa Catarina Pinula	25
Tabla I.1.2.3.4. Indices de Alfabetismo en el Municipio de Santa Catarina Pinula	26
Tabla I.1.2.3.5. Indices por Grupo de Edad en el Municipio de Santa Catarina Pinula	26
Tabla I.1.2.3.6. Indices de Ocupación de la Tierra en el Municipio de Santa Catarina Pinula	26
Tabla I.1.2.3.7. Indice de Propiedad de las Viviendas en el Municipio de Santa Catarina Pinula	27
Tabla I.1.2.3.8. Viviendas con Instalaciones en el Municipio de Santa Catarina Pinula	27

Tabla I.1.2.3.9. Tipo de Viviendas en el Municipio de Santa Catarina Pinula	27
Tabla I.1.2.3.10. Tipo de Cuarto de Cocina en el Municipio de Santa Catarina Pinula	27
Tabla I.1.2.3.11. Material de las Paredes en el Municipio de Santa Catarina Pinula	27
Tabla I.1.2.3.12. Material del Techo en el Municipio de Santa Catarina Pinula	28
Tabla I.1.3.1. Actividad Económica en el Area Metropolitana	28
Tabla I.1.3.2. Empleos por Sector de Servicios	29
Tabla I.1.4.1. Cantidad de Viviendas con Servicio de Agua	30
Tabla I.1.4.2. Cantidad de Viviendas con Servicio Sanitario	30
Tabla I.1.4.3. Cantidad de Viviendas con Servicio Eléctrico	30
Tabla I.1.6.1. Inventario de Calles en el Area Metropolitana	37
Tabla I.1.7.1.1. Composición de los Gases por Emisión Vehicular por Condiciones de Operación	39
Tabla I.1.7.1.2. Cuantificación del Ozono en el Aire por Métodos de Espectrofotometría	41
Tabla I.1.7.1.3. Resultados Estudio de Contaminación del Ambiente	41
Tabla I.1.7.2.1. Volúmenes de Tránsito y Niveles de Ruido	47
Tabla I.1.7.2.2. Máximos Niveles de Emisión de Ruido Permitidos	48
Tabla I.1.7.2.3. Máximos Niveles de Ruido Deseables	49
Tabla I.1.7.2.4. Resultados Estudio de Ruido	49
Tabla I.2.2.1. Capacidad de Expansión de la Población en el Area Metropolitana	56
Tabla I.2.2.1.1. Capacidad de Expansión de la Población en la Colonia Santa Fé	56
Tabla I.2.2.2.1. Capacidad de Expansión de la Población en la Colonia Boca del Monte	57
Tabla I.2.3.1. Densidad de Población por zonas de Influencia	57
Tabla I.2.4.1. Población Económicamente Activa por Zonas de Influencia	59
Tabla I.2.6.1.1. Cantidad de Vehículos Registrados en la República de Guatemala (1975-1995)	60
Tabla I.2.6.1.2. Análisis de Crecimiento Vehicular en la República de Guatemala (1995-2010)	61
Tabla I.2.7.2.1. Tasa de Producción de Viajes en el Area Metropolitana	62
Tabla I.2.7.3.1. Grado de Ocupación de Vehículos	64

Tabla I.2.7.4.1. Módulo de Ocupación de Vehículos	64
Tabla II.2.3.1. Volumen de Tránsito en Anillo Periférico, Frente a Hiperpaiz	68
Tabla II.2.3.2. Volumen de Tránsito en Calzada Aguilar Batres Y 32 Calle	68
Tabla II.2.3.3. Volumen de Tránsito en la Av. Universidad Y 31 Calle	68
Tabla II.2.3.4. Volumen de Tránsito en Av. Petapa, Frente al Patronato Anti-Alcohólico	69
Tabla II.2.3.5. Volumen de Tránsito en Av. Petapa, Frente al Centro Comercial Petapa	69
Tabla II.2.3.6. Volumen de Tránsito en Av. Hincapié, Frente a la Garita de Policía	69
Tabla II.2.3.7. Volumen de Tránsito en Av. Hincapié, Frente al Cementerio de la Col. Santa Fé	70
Tabla II.2.3.8. Porcentaje de Saturación en los Corredores del Area de Estudio	70
Tabla II.6.1.1. Tabla de Presupuesto Primario de Topografía	98
Tabla II.6.2.1. Tabla de Presupuesto Primario de Línea Preliminar	99
Tabla II.6.3.1. Tabla de Presupuesto Primario de Línea Localizada	99
Tabla II.6.4.1. Tabla de Presupuesto Primario del Diseño Final	100
Tabla II.6.5.1. Tabla de Presupuesto Primario de Drenaje	100
Tabla II.6.6.1. Tabla de Presupuesto Primario de Equipo de Laboratorio	101
Tabla II.6.7.1. Tabla de Presupuesto Primario de Base	102
Tabla II.6.8.1. Tabla de Presupuesto Primario de Capa Subbase	102
Tabla II.6.9.1. Tabla de Presupuesto Primario de Capa de Rodadura	102
Tabla II.6.10.1. Tabla de Presupuesto Primario de Puentes	103
Tabla II.6.11.1. Tabla de Presupuesto Primario de Pasos a Densivel	103
Tabla II.6.12.1. Tabla de Presupuesto Primario de Señalización	104
Tabla II.6.13.1. Tabla de Resumen del Presupuesto Primario	104

GLOSARIO

- Autopista :** Super. carretera con control total de acceso.
- Carretera:** Toda facilidad que se le da al tránsito público, para su movilización y está construida dentro de los límites del derecho de vía.
- Congestión:** Exceso de vehículos sobre una arteria, que ocasiona incomodidad y/o dificultad en la operación de tránsito.
- Conurbación:** Complejo urbano formado por dos o más ciudades de importancia similar por expansión, independiente de sus respectivas superficies edificadas. Este fenómeno es frecuente en regiones industrializadas.
- Corredor Radial:** Son aquellas arterias que sirven como principales vías de acceso y/o salidas de la ciudad y cuya intensidad de tránsito es alta.
- Costo de Operación:** Es el gasto que incurre el vehículo por Km recorrido y está integrado por costos parciales, llantas, lubricantes, combustibles, repuestos y depreciación.
- Pavimento:** Parte de la calzada que tiene una superficie para facilitar al piloto una circulación cómoda.
- Período de Diseño:** Es el número de años esperado para que una intersección o vía quede saturada, no debe confundirse con vida útil del pavimento.
- Tránsito:** Todos los tipos de elementos utilizados para transportar bienes o personas juntamente con su carga, individualmente o en conjunto y también los peatones, cuando usan una calzada con el propósito de transporte o viaje.
- Tránsito Promedio Diario (T.P.D.):** Es el volumen de tránsito diario promedio registrado, en un punto de la red de las calles de la ciudad.
- Volumen de Tránsito:** Es el número de vehículos que pasan por una sección dada de un carril o lado del camino en un tiempo determinado, que puede ser una hora o más.

INTRODUCCION

El plan de trabajo que se presenta a continuación, es desarrollado dentro del programa del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la Facultad de Ingeniería, el cual consistirá en desarrollar el anteproyecto del trazo del PERIFERICO METROPOLITANO, específicamente el Tramo Intermedio, incluyéndolo la tipología necesaria.

Como consecuencia del crecimiento desmedido y desordenado tanto de la población, como del tránsito vehicular, la red vial en el Area Metropolitana se encuentra en crisis, por no ser capaz de cubrir este servicio en una forma óptima y rápida. Por lo que se ha convertido en una urgente necesidad, el continuar la extensión de la red vial, por medio de la creación de vías rápidas de comunicación, para lograr absorber dicho crecimiento vehicular.

Para la realización completa del análisis del anteproyecto se debieron llenar ciertos requisitos y pasos, presentando su desarrollo dentro del contenido del mismo, tales como descripciones de los municipios y áreas comprendidas dentro del Tramo Intermedio, monografías geográfica y económica, un inventario físico de las vías ya existentes, un análisis del tipo de suelo, estudio del uso actual y potencial del suelo, condiciones geológicas, gabaritos típicos de las carreteras a utilizar, y una estimación global de costos.

OBJETIVOS

GENERAL

Desarrollar el anteproyecto de PERIFERICO METROPOLITANO, Tramo Intermedio, a efecto de contribuir a mejorar la infraestructura vial de la Ciudad de Guatemala.

ESPECIFICO

Mejorar el sistema de tránsito en la ciudad, de manera de que se evite que el tránsito de paso atraviese el centro de la ciudad, provocando congestionamientos en el mismo.

JUSTIFICACION

Después de haber analizado el actual estado vehicular en las vías de comunicación y la macrocefalia que hay en el área capitalina y municipios colindantes, se llegó a la conclusión que los motivos de más peso en el colapso del sistema vial de comunicación en el Area Metropolitana son:

a) La inmigración interna que se produce desde el año de 1980 a la fecha.

b) Al exagerado y desmedido crecimiento de importación de vehículos usados (rodados).

c) La deficiencia de los sistemas de transporte público, lo que ha provocado que las personas tengan que movilizarse en vehículos livianos.

d) La necesidad de una separación de transporte pesado, producido por las industrias locales y casi en igual número las industrias del interior, éstas últimas producen un tránsito únicamente de paso, por lo que agravan más la problemática actual.

e) La no dependencia del Departamento de Tránsito a la municipalidad de Guatemala, lo que provoca descoordinación, políticas no unificadas e ineficientes, etc.

f) El colapso del sistema de dirección del tránsito.

g) El actual deterioro físico de todo el sistema vial del área en estudio.

h) El alto índice de congestionamiento a todas horas dentro del área más desarrollada del país.

i) El alto nivel de contaminación al cual nos ha llevado dicha crisis vial.

Estos y otros factores más generales han derivado el deterioro físico del sistema vial, causando congestión en la mayoría de las arterias capitalinas, no sólo en horas pico, sino también en la totalidad de horas hábiles, incluyendo un deterioro ambiental y un incremento sustancial en el uso de medios particulares de transporte, elevando aún más el costo de vida.

Por las razones anteriormente expuestas y por otras un poco menos puntuales, pero siempre importantes, dan la pauta para la justificación de una alternativa, que desvíe de una forma óptima el tránsito de paso y de a los automovilistas otra opción de tránsito para la agilización del mismo.

Basados en lo expuesto en los párrafos anteriores, se justifica de manera radical el "ESTUDIO DE ANTEPROYECTO DEL ANILLO PERIFERICO METROPOLITANO, TRAMO INTERMEDIO"

ANTECEDENTES

Cuando la Muy Noble Ciudad de Santiago de los Caballeros, se localizaba en el Valle de Panchoy, en la ahora denominada Antigua Guatemala, allá por el año 1770, poco antes de la Independencia de nuestro país, fue destruida por los terremotos, llamados de Santa Marta, y por decisión de Martín Mayorga, delegado Capitán General para la colonia española, la Ciudad Capital fue trasladada al valle dónde ahora se encuentra.

En 1776 fue fundada, la Ciudad de Guatemala de la Asunción, en alusión al Valle de la Ermita de la Virgen de la Asunción, que es el nombre del valle dónde fue fundada.

De aquella época para nuestros días, el crecimiento de la ciudad capital ha forzado a que el diseño del sistema vial haya variado en gran manera, creando corredores y una serie de soluciones al tránsito, que han resuelto por periodos muy cortos la problemática de tránsito de la ciudad.

Ahora en nuestra época y debido al desmedido desarrollo y crecimiento de la ciudad, se han hecho totalmente ineficientes, al punto de encontrarse con características de crisis, produciendo grandes congestionamientos y problemas de contaminación ambiental y acústica, lo que a su vez provoca un malestar generalizado en los pobladores de la ciudad capital.

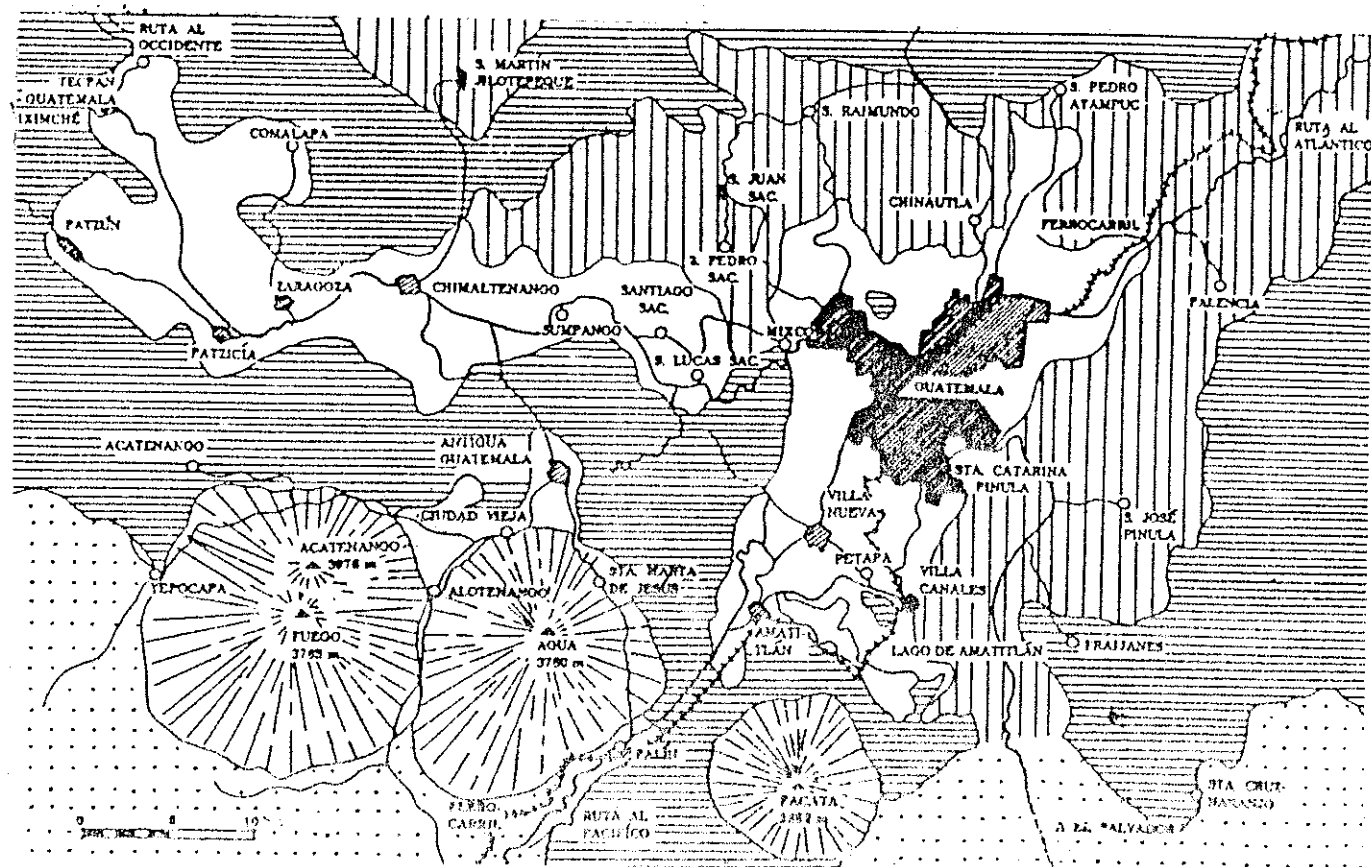
Con base a todo lo anterior, la Municipalidad de Guatemala, siendo la encargada de velar por el buen funcionamiento de los servicios que presta a los habitantes dentro su periferia, hizo la solicitud de la participación de profesionales que realizaran los estudios tipológicos de planificación y análisis de nuevos sistemas alternativos de comunicación vial, de manera eficiente y rápida; estudio de anteproyecto al que se ha denominado PERIFERICO METROPOLITANO.

CAPITULO I
INVESTIGACION

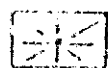
I.1. Análisis Actual de las Regiones Involucradas

La meseta que forma el Valle de Guatemala (antiguo Valle de la Ermita) está limitada al oriente y poniente, por elevaciones de más de 500.00 metros, mientras que hacia el norte y sur, desciende a las vertientes de los Océanos Atlántico y Pacífico por los sistemas hidrográficos de los ríos Las Vacas y Villalobos, que tienen sus orígenes en la divisoria continental de aguas (Ver Figura I.1.1.)

FIGURA I.1.1. LOCALIZACION DEL VALLE DE GUATEMALA



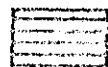
FUENTE: SANDNER (1960) pág. 127.



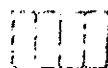
VOLCANES



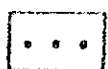
ALTIPLANICIES



ZONAS MONTAÑOSAS MUY QUEBRADAS



ZONAS MONTAÑOSAS MODERADAS



PENDIENTE DEL LADO DEL PACIFICO

Estos dos sistemas hidrográficos, han erosionado la cubierta sedimentaria arcillo-arenosa del Valle, formando en el curso de los siglos, gran cantidad de barrancos que separan y han reducido a extensiones mínimas e irregulares, lo que antaño fue una gran planicie de forma regular.

Esta configuración morfológica y topográfica irregular, variada y profunda, constituye el mayor problema para la urbanización de la Metrópolis e incrementa los costos de las obras de infraestructura a cifras que limitan seriamente su realización.

La población de la Ciudad de Guatemala y de su Área Metropolitana, es aproximadamente del orden de los 2,000,000 de habitantes y se espera que para el año 2,010 se aproxime a 3,000,000 (Tabla I.1.2.2 en la página 15). Una ciudad con esa magnitud de población, aún con la mayor densidad de población posible, requiere de un amplio espacio para su desarrollo, el que abarcará una gran parte del Valle de Guatemala.

La población seguirá en aumento, la demanda de la tierra continuará, rebasando los límites administrativos municipales actuales y utilizando todo terreno aprovechable.

De seguir así, se creará un caos urbano que puede tener consecuencias impredecibles si no se encauza por métodos técnicos, racionales y debidamente planificados.

La Ciudad de Guatemala se ha extendido en los últimos 35 años con una marcada tendencia hacia el sur y hacia el poniente. Hacia el sur por permitirlo las características geográficas del terreno, además por la salida al Pacífico y la existencia de una estructura vial en relativas buenas condiciones, representada por la carretera a Amatitlán, la Avenida Petapa, la carretera a Villa Canales y la carretera a El Salvador. Pero éstas, con el tiempo han venido a ser insuficientes, lo que provoca serios congestionamientos, por lo cual es urgente la construcción de corredores que realicen un trabajo más eficiente, conectando dichas áreas

de influencia y desfogando óptimamente el tránsito hacia las áreas exteriores del casco metropolitano.

Estas razones motivan, justifican y obligan a un tipo de coordinación y planificación de desarrollo para el Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala, sin menoscabo de la autonomía y gobierno municipales, que tenga funciones y responsabilidades específicas en dicha área geográfica.

Los límites actuales siguen en algunos sitios las divisorias naturales y en otros, un trazo arbitrario que no corresponde a lineamientos del urbanismo ni a divisiones proporcionales. En realidad es natural que esto ocurra, pues los límites originales, que no obedecían a planificación alguna, se han mantenido invariables hasta los tiempos modernos.

Prevenir un caos en el desarrollo, como producto de un crecimiento desordenado, es la función primordial de la planificación y en la situación actual, una responsabilidad de todos los municipios y autoridades correspondientes.

I.1.1. Descripción Geográfica del Periférico Metropolitano, Tramo Intermedio

La localización del trazo preliminar para el estudio del anteproyecto del Anillo Metropolitano, Tramo Intermedio, será en el área sur del casco metropolitano. Específicamente el área comprendida entre la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Municipio de Santa Catarina Pinula.

El objetivo del tramo en cuestión, es finalizar o unir el tramo del Anillo Periférico actual con el tramo que viene del Municipio de Santa Catarina Pinula, perteneciente al Tramo Sur II del Periférico Metropolitano, en el área sur-este del Area Metropolitana. Se harán análisis geográfico y socioeconómico para obtener la mejor solución, tanto física como económica. Esta propuesta se proyecta en la Figura II.3.1.

Con base a las características del espacio geográfico donde está asentada la Ciudad de Guatemala, de las tendencias de crecimiento, del acelerado proceso histórico de urbanización, a que fueron sometidas sus áreas adyacentes y las múltiples funciones que cumple a nivel nacional en los sectores económico, social, político y cultural, se trabajará lo que la Unidad de Planificación Urbana, de la Ciudad de Guatemala, denomina Distrito Metropolitano. En dónde se forma lo que se han denominado microregiones. Estas son seis, delimitadas de la siguiente manera:

MICROREGION NORTE, comprende los municipios de San Juan Sacatepéquez, San Raymundo, Churranchito, San Pedro Ayampuc, San José del Golfo, y Palencia.

MICROREGION CENTRO, comprende los municipios de San Pedro Sacatepéquez, Mixco, Chinautla y Santa Catarina Pinula.

MICROREGION CIUDAD CENTRAL, se conforma e integra solamente por el Municipio de Guatemala.

MICROREGION SUR, comprende los municipios de Villa Nueva, Petapa, San José Pinula, Amatitlán, Villa Canales y Fraijanes.

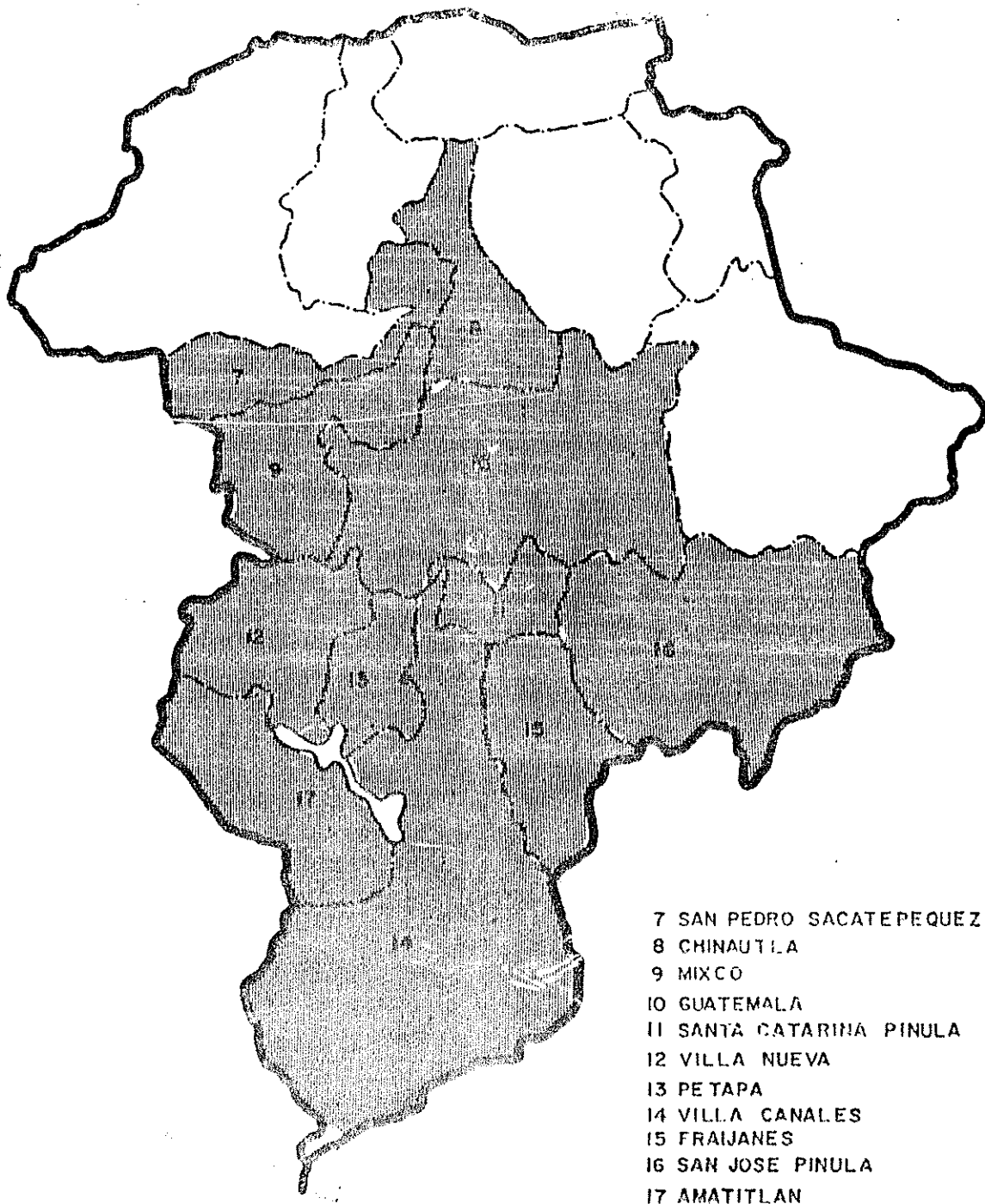
MICROREGION ANTIGUA GUATEMALA, se conforma e integra por los municipios de Antigua Guatemala, Jocotenango y Ciudad Vieja, como principales asentamientos humanos del Valle del Panchoy.

MICROREGION OESTE, se integra por los trece restantes municipios del Departamento de Sacatepéquez, Pastores, Sumpango, Santo Domingo Xenacoj, Santiago Sacatepéquez, San Bartolomé Milpas Altas, Santa María de Jesús, San Miguel Dueñas, Alotenango, San Antonio Aguas Calientes, Santa Catalina Barahona, San Lucas Sacatepéquez y Santa Lucía Milpas Altas.

Para el estudio en cuestión se analizarán tres municipios, el Municipio de Guatemala, de la Microregión Ciudad Central, el Municipio de Villa Canales, de la Microregión Sur; y el Municipio de Santa Catarina Pinula, que se encuentra dentro de la Microregión Centro. Por lo que se considera no habrá complicación en el análisis geográfico, ya que se analizará un municipio por

microregión. La Figura I.1.1.1 muestra el mapa del Departamento de Guatemala; marcados se ven los municipios del mismo que han sido lentamente absorbidos por el Área Metropolitana o se han transformado en zonas de influencia.

FIGURA I.1.1.1. MUNICIPIOS DEL AREA METROPOLITANA



I.1.1.1. Descripción de la Geografía del Municipio de Guatemala en las Areas Comprendidas

El Municipio de Guatemala, del Departamento de Guatemala, limita al norte con lo Municipios de Chinautla y San Pedro Ayampuc; al sur con los Municipios de Santa Catarina Pinula, San José Pinula y Fraijanes; al oriente con el Municipio de Palencia; y al occidente con el Municipio de Mixco.

El Area Metropolitana de Guatemala está ubicada en el centro geográfico del país entre las latitudes:

14° 40' N
14° 30' N

y las longitudes:

90° 40' W
90° 25' W

La altura sobre el nivel del mar es en promedio de 1,499 metros. El Valle de Guatemala se encuentra rodeado de montañas y colinas de la Sierra Madre. Igualmente existen varios volcanes alrededor del valle, algunos de ellos en actividad. En la zona central de la meseta se encuentran el de Acatenango (3,476 m), el de Fuego (3,865 m) y el de Agua (3,776 m). El Area Metropolitana también se encuentra rodeada de barrancos, los cuales radian desde la parte periférica de la ciudad y otros desde su parte central.

La extensión territorial del Municipio de Guatemala, es de 184 km². El área en estudio será de la región sur y sur-este del Area Metropolitana.

Según la Municipalidad de Guatemala, la ciudad capital está dividida en 25 zonas, de las cuales se hará un reconocimiento de las comprendidas en el proyecto. Estas son:

La Zona 12, se describe a partir de la intersección de la Calzada Raúl Aguilar Batres, el lindero sur de la lotificación El Carmen, que constituye límite del municipio. Luego por medio de este límite, constituido por el riachuelo que pasa entre la Ciudad Universitaria, los colegios Monte María y Liceo Javier. Siempre aguas abajo

por medio de la quebrada El Frútal, por la vía férrea al norte de la lotificación Ciudad Real; siguiendo hasta el norte de dicha vía férrea hasta su encuentro con el camino que conduce a la aldea Los Guajitos (camino que sigue a esa población procurando circunvalar ésta por medio de sus límites poniente y oriente), hasta hallar el río Guadrón, el cual se recorre aguas arriba mientras conserve este nombre y también al adquirir el de Guadroncito, más al norte, para tomar más adelante la avenida que pasa al poniente de la lotificación Lomas de Pamplona, hasta su intersección con la antigua calle del Asilo de Ancianos, que se conoce como la 8a calle de la zona 12; dicha calle sigue hacia el poniente hasta encontrar la avenida inmediata y anterior a la vía férrea. Luego por medio de esta avenida que se conoce como la 18 avenida de la zona 12, hacia el norte, hasta alcanzar dicha vía férrea, la que también, a su vez, se recorre hasta llegar al Boulevard Liberación, el que se seguirá hacia el poniente hasta la Calzada Raúl Aguilar Batres, siguiendo la misma hasta alcanzar el punto de origen de la descripción.

La Zona 13, se describe a partir de la intersección del Boulevard Liberación y Avenida Las Américas, a la altura del Obelisco de Los Próceres de la Independencia. Hacia el sur por medio de esta última avenida rodeando e incluyendo en esta zona, la lotificación El Mirador Elgín, por el sur hasta encontrar la Avenida Hincapié, la que se seguirá hacia el sur hasta alcanzar el puente Shangrilá, sobre el río Pinula, que se recorrerá aguas abajo hasta su confluencia con el río Guadrón. El que se seguirá aguas arriba mientras conserve este nombre y también al adquirir el de Guadroncito. Más al norte, para tomar más adelante la avenida que pasa al poniente de la lotificación Lomas de Pamplona, siempre hacia el norte hasta su intersección con la 8a calle de la zona 12, ya descrita, que adquiere el nombre de 5a calle de la zona 13. Dicha calle se seguirá hacia el poniente hasta alcanzar la 18 avenida de la zona

12. siguiendo por medio de ella hacia el norte hasta encontrar el Boulevard Liberación, por medio del cual se buscará el punto de origen de la descripción.

La Zona 14, se describe a partir de la intersección del Boulevard Liberación y Avenida Las Américas a la altura del Obelisco de Los Próceres de la Independencia, hacia el sur por medio de esta última avenida rodeando y excluyendo a la lotificación El Mirador Elgín, por el sur hasta encontrar la Avenida Hincapié, la que se seguirá hacia el sur hasta alcanzar el puente Shangrilá sobre el río Pinula, el cual se sigue aguas arriba, constituyendo límite de municipio, hasta encontrar el lindero de la finca San Rafael, lindero que se seguirá hasta cruzar el antiguo camino a El Salvador, el que se recorrerá hacia el poniente y luego el antiguo Acueducto de Pinula hasta alcanzar el punto de origen de la descripción.

1.1.1.2. Descripción de la Geografía de Villa Canales

El Municipio de Villa Canales, del Departamento de Guatemala, limita al norte con el Municipio de Guatemala; al sur con los Municipios de San Vicente Pacaya y Barberena; al oriente con los Municipios de Santa Catarina Pinula, Fraijanes y Barberena; al occidente con los Municipios de Guatemala, Petapa, Amatitlán y San Vicente Pacaya.

La altura de la cabecera del Municipio, Villa Canales es de 1,280 metros sobre el nivel del mar. Su localización geográfica es:

Latitud N 14° 29' 05"
Longitud W 90° 31' 57"

La extensión territorial del municipio es de 190 Km². El área que más interesará es la parte norte de Boca del Monte, que es una aldea de Villa Canales. La distancia a la cabecera departamental es de 21 Km, por carretera asfaltada. En la actualidad es absorbida por el gran desplazamiento urbano del Área Metropolitana, introduciéndolo dentro del llamado Distrito Central, en la

Microregión Sur. Dentro de esta microregión, una parte del Municipio de Villa Canales presenta menores condiciones para la urbanización; de hecho no se manifiesta ninguna, o casi ninguna tendencia para ello.

Principalmente por presentar serias deficiencias en su acceso. Sin embargo, la parte norte del Municipio tiene condiciones para la urbanización, tal y como se manifiesta por los asentamientos que se están produciendo a lo largo de la carretera que une Villa Canales con la capital.

I.1.1.3. Descripción de la Geografía de Santa Catarina Pinula

El Municipio de Santa Catarina Pinula, del Departamento de Guatemala, limita al norte con el Municipio de Guatemala, al sur con el Municipio de Fraijanes y Villa Canales; al oriente con los Municipios de San José Pinula y Fraijanes; al occidente con los Municipios de Villa Canales y Guatemala.

La altura de la cabecera del Municipio de Santa Catarina Pinula es de 1,580 metros sobre el nivel del mar. Su localización geográfica es:

Latitud N 14° 34' 18"
Longitud W 90° 29' 48"

La extensión territorial del municipio es de 51 Km². El área que interesa es el área poniente del municipio. La distancia a la cabecera departamental es de 15 Km por carretera asfaltada. En la actualidad es absorbida por el gran desplazamiento urbano del Área Metropolitana, introduciéndolo en el llamado Distrito Central, en la Microregión Centro.

Esta Microregión se asemeja a la comprendida dentro de los límites que contempla el "Área de Influencia Urbana", ya desactualizada, dentro de la Ley Preliminar de Urbanismo, también a la comprendida dentro de los límites definidos por la Dirección de Planificación de la Municipalidad de Guatemala como etapa "A", para efectos de planificación urbana hace ya varios años. La característica

principal de la Microregión Centro, es que rodea al Municipio de Guatemala y a aquellas áreas que están sometidas a un fuerte proceso de urbanización y conurbación por colindar directamente con este municipio.

Por otro lado, puede anticiparse que a muy corto plazo, esta microregión estará completamente urbanizada y conurbada en las áreas donde la topografía del terreno lo permita, y aún en áreas de difícil topografía, pues las tendencias actuales del crecimiento urbano así lo siguen manifestando. Además, es lógico que así sea, pues los límites de la Microregión Centro, constituyen prácticamente la periferia de la Ciudad de Guatemala, donde el efecto de invasiones y las nuevas lotificaciones es mayor; así mismo el terreno, por su propia localización, ha experimentado una marcada plusvalía o mayor valor por el desarrollo de vínculos y ciertos servicios públicos municipales.

I.1.2. Descripción de las Características Socioeconómicas

De todos los países de Centroamérica y Panamá, Guatemala es el país con la mayor cantidad de población en su capital. Según el censo de 1994, la Ciudad de Guatemala contenía 1,621,811 habitantes; se ha calculado que para el año 2010 la población en el Área Metropolitana será de 2.35 millones de habitantes.

La Tabla I.1.2.1. muestra algunos indicadores básicos de Guatemala.

Indicadores	Valores
Area (Ha)	24,916.2
Población	1,621,811
Indice de Crecimiento (1985-1995)	2.9%
Densidad Poblacional	65
Población Económicamente Activa (miles de hab)	613
Porcentaje de Mujeres Económicamente Activas	30.6%
Porcentaje de Población Urbana	61.5%
Porcentaje de Población Rural	38.5%
Población Indígena	24.3%
Indice de desempleo	5.5%
Expectativa de Vida al Nacer (años)	75.5
Porcentaje de Familias Pobres	64.8%
Porcentaje de Familias en Extrema Pobreza	54.0%
Indice de Analfabetismo	39.0%
Porcentaje Urbano	31.9%
Porcentaje Rural	74.4%
Médicos por cada 10,000 hab	8.3%

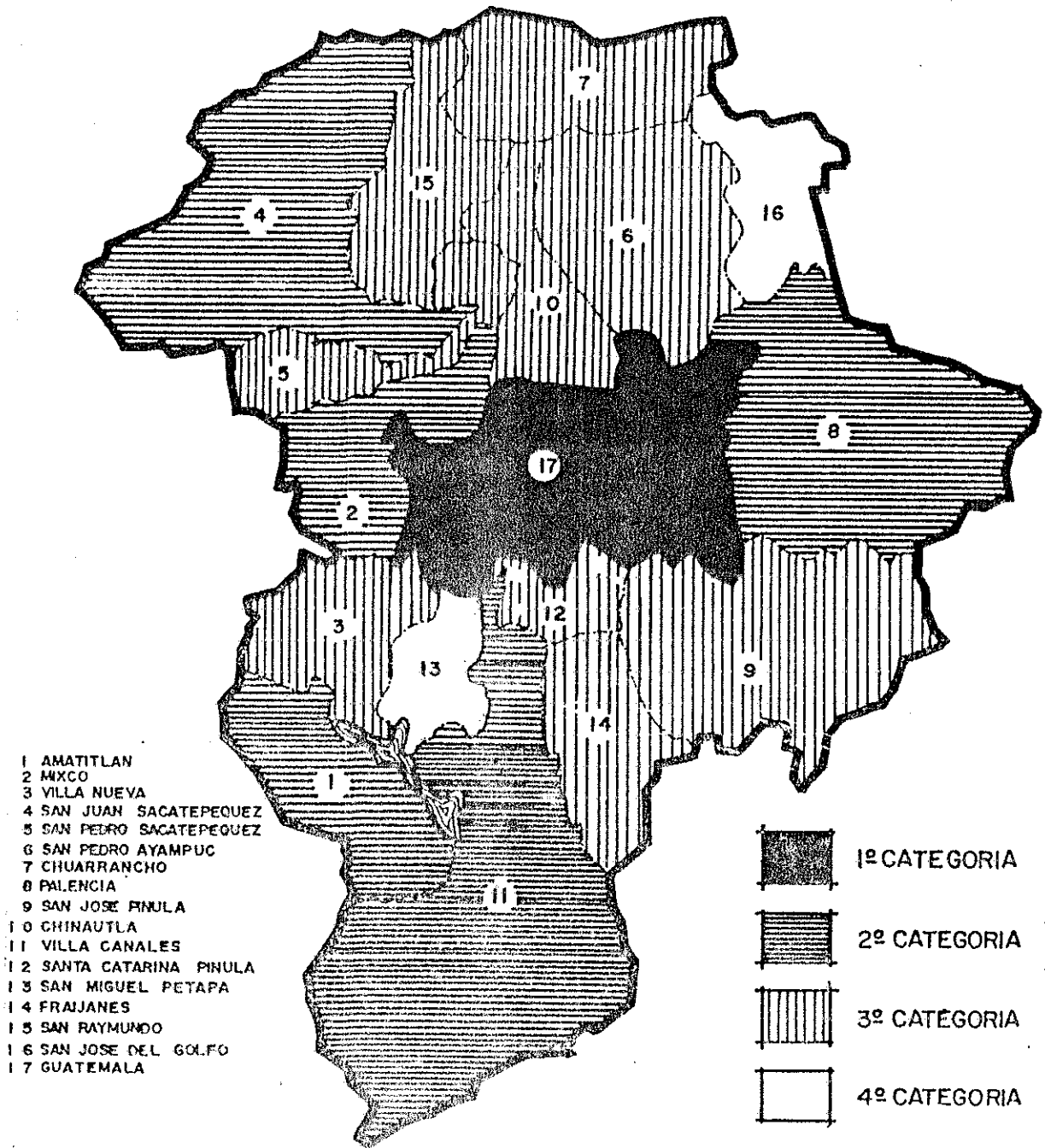
FUENTE: Secretaría General de Planificación Económica (SEGEPLAN)

TABLA I.1.2.1. INDICADORES BASICOS DE GUATEMALA

Para este momento es sumamente difícil desarrollar una proyección de la economía de Guatemala para el futuro. Sin embargo, los indicadores mostrados anteriormente señalan hacia una recuperación y al incremento futuro de la población, particularmente al incremento gradual en el crecimiento de la economía nacional, estimado en 3.5%-4.0% durante el quinquenio 1990-1995. Se anticipa que se extenderá a una tasa promedio de 4% de 1995 en adelante.

En la Figura I.1.2.1 se muestra el Departamento de Guatemala y las categorías que tienen las municipalidades de cada municipio.

FIGURA I.1.2.1. CATEGORIA DE LAS MUNICIPALIDADES DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA



El papel del Area Metropolitana será conducir la economía nacional a través de los sectores secundario y terciario. Se anticipa que la tasa de crecimiento para el Ingreso Promedio Anual continuará en incremento de 4% en 1990 al 4.5% en 1995, y se extenderá a una tasa de crecimiento anual de 4.5% después de 1995.

Por lo tanto, el Ingreso Medio Anual per cápita para los residentes en el año 2010 será 1.32 veces más que en 1995 y expresado en dolares de 1995, subirá de \$2200 a \$3300.

En la Tabla I.1.2.2 se observa el análisis del crecimiento de la población para el Municipio de Guatemala, basados en los censos de 1964, 1973, 1981 y 1994, y proyectados a los años 1995, 2000, 2005 y 2010.

Area	1,964	1,973	1,981	1,994	1,995	2,000	2,005	2,010
Area Metropolitana	870,460	1,169,842	1,372,722	1,621,811	1,654,247	1,862,951	2,316,345	3,179,846
Municipio de Guatemala	572,671	700,504	754,243	822,587	839,039	944,894	1,174,857	1,612,827

FUENTE: Basado en estudios del Instituto Nacional de Estadística (INE) y la Secretaría General de Planificación Económica (SEGEPLAN).

TABLA I.1.2.2. PRONOSTICO DE POBLACION PARA EL MUNICIPIO DE GUATEMALA Y EL AREA METROPOLITANA

El Producto Geográfico Bruto, es otro indicador de bastante importancia para el país, en la Tabla I.1.2.3 se observan los valores obtenidos desde el año 1990, en la Tabla I.1.2.4 se ven los índices con que crece.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

Sector	1,990		1,992		1,994		1,995	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Total	34,317.0	100.00%	53,949.1	100.00%	74,490.7	100.00%	92,314.2	100.00%
Bienes	15,671.8	45.67%	24,387.5	45.20%	33,359.7	44.78%	41,114.6	44.54%
Agricultura, Silvicultura, Caza y Pesca	8,881.2	25.89%	13,645.3	25.29%	18,486.0	24.82%	22,604.6	24.49%
Explotación de Minas y Carreteras	86.1	0.25%	174.7	0.32%	259.8	0.35%	358.3	0.39%
Industria Manufacturera	5,165.1	15.05%	7,890.0	14.62%	10,726.6	14.40%	13,105.4	14.20%
Construcción	682.5	1.99%	1,217.4	2.26%	1,786.0	2.40%	2,344.5	2.54%
Electricidad y Agua	856.9	2.50%	1,460.1	2.71%	2,101.3	2.82%	2,701.8	2.93%
Servicios	19,645.2	54.33%	29,561.6	54.80%	41,131.0	55.22%	51,199.7	55.46%
Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	2,732.7	7.96%	4,526.8	8.39%	6,466.8	8.68%	8,221.1	8.91%
Comercio al Por Mayor y al Por Menor	8,262.7	24.08%	13,019.1	24.13%	18,010.9	24.18%	22,329.3	24.19%
Banca Seguros y Bienes Inmuebles	1,407.8	4.10%	2,323.0	4.31%	3,327.7	4.47%	4,228.3	4.58%
Propiedad de Vivienda	1,736.1	5.06%	2,633.8	4.88%	3,580.7	4.81%	4,365.4	4.73%
Administración Pública y Defensa	2,404.9	7.01%	3,853.0	7.14%	5,360.9	7.20%	6,692.4	7.25%
Servicios Privados	2,101.0	6.12%	3,205.9	5.94%	4,384.0	5.89%	5,363.1	5.81%

FUENTE: Banco de Guatemala

TABLA 1.1.2.3. PRODUCTO GEOGRAFICO BRUTO POR SECTOR, POR RAMAS DE ACTIVIDAD, EN MILLONES DE QUETZALES (1991-1995)

Sector	1,991	1,992	1,993	1,994	1,995
Total	3.7%	4.8%	3.9%	3.9%	4.0%
Bienes	2.9%	4.8%	26.0%	2.5%	6.0%
Agricultura, Silvicultura, Caza y Pesca	3.1%	3.0%	21.0%	1.9%	5.1%
Explotación de Minas y Carreteras	8.2%	30.4%	10.8%	5.3%	8.0%
Industria Manufacturera	2.4%	3.3%	2.7%	2.7%	2.9%
Construcción	1.5%	25.4%	-2.0%	-1.9%	-1.8%
Electricidad y Agua	4.0%	13.6%	9.5%	8.8%	8.3%
Servicios	4.3%	4.9%	5.0%	5.2%	5.5%
Transporte, Almacenamiento y Comunicaciones	5.9%	7.5%	5.1%	5.8%	6.0%
Comercio al Por Mayor y al Por Menor	4.2%	4.5%	4.0%	4.6%	4.8%
Banca Seguros y Bienes Inmuebles	7.0%	6.4%	7.8%	8.0%	8.4%
Propiedad de Vivienda	2.3%	2.5%	2.7%	4.2%	5.2%
Administración Pública y Defensa	4.6%	5.6%	9.3%	6.7%	8.0%
Servicios Privados	2.4%	3.0%	3.2%	3.7%	4.3%

FUENTE: Banco de Guatemala

TABLA 1.1.2.4. TASAS DE VARIACION DEL PRODUCTO GEOGRAFICO BRUTO POR SECTOR (1991-1995)

El PGB como indicador económico lleva a otros más importantes, como son los Índices de Precios al Consumidor (Tabla I.1.2.5), Índices de Empleo por Sector de Servicios (Tabla I.1.2.6), Índice Promedio de Salarios (Tabla I.1.2.7) y la del Financiamiento del Gobierno Central como un porcentaje del Producto Geográfico Bruto (PGB) (Tabla I.1.2.8).

	1,990	1,991	1,992	1,993	1,994	1,995
Total	419.9	462.0	527.7	589.1	657.4	733.7
Incremento anual	59.8%	10.0%	14.2%	11.6%	11.6%	11.6%
Alimentación	494.3	511.7	591.5	671.7	771.1	892.2
Incremento anual	66.3%	3.5%	15.6%	13.6%	14.8%	15.7%
Mantenimiento del Hogar	558.3	806.7	926.7	1,038.5	1,116.6	1,185.8
Incremento anual	56.6%	44.4%	14.9%	12.1%	7.5%	6.2%
Medicina	822.6	962.6	1,124.4	1,202.4	1,268.8	1,331.0
Incremento anual	104.3%	17.0%	16.8%	6.9%	5.5%	4.9%
Educación	522.3	664.2	809.5	878.5	938.0	988.7
Incremento anual	79.8%	20.3%	21.9%	8.5%	6.8%	5.4%

FUENTE: Banco de Guatemala

TABLA I.1.2.5. INDICES DE PRECIOS AL CONSUMIDOR (1991-1995)

Sector	1,991		1,992		1,993		1,994		1,995	
Total	786,903	100.0%	795,709	100.0%	823,239	100.0%	832,907	100.0%	836,685	100.0%
Agricultura, Silvicultura, Caza y Pesca	237,488	30.2%	221,168	27.8%	214,639	26.1%	207,136	24.9%	204,723	24.5%
Explotación de Minas y Carreteras	2,849	0.4%	3,144	0.4%	2,420	0.3%	2,666	0.3%	2,757	0.3%
Industria Manufacturera	118,762	15.1%	130,659	16.4%	136,677	16.6%	143,360	17.2%	145,697	17.4%
Construcción	14,042	1.8%	18,043	2.3%	26,395	3.2%	30,899	3.7%	32,656	3.9%
Electricidad y Agua	14,777	1.9%	12,858	1.6%	11,142	1.4%	10,422	1.3%	10,197	1.2%
Comercio	99,504	12.6%	98,029	12.3%	102,625	12.5%	102,006	12.2%	101,801	12.2%
Transporte	23,194	2.9%	23,918	3.0%	25,162	3.1%	25,568	3.1%	25,705	3.1%
Comunicación										
Servicios	276,287	35.1%	287,889	36.2%	304,179	36.9%	310,851	37.3%	313,151	37.4%
Privado	141,282	18.0%	152,001	19.1%	160,770	19.5%	166,789	20.0%	168,871	20.2%
Público	135,005	17.2%	135,888	17.1%	143,409	17.4%	144,062	17.3%	144,280	17.2%

FUENTE: Instituto Guatemalteco de Seguridad Social

TABLA I.1.2.6. INDICES DE EMPLEOS POR SECTOR DE SERVICIOS (1991-1995)

Sector	1,991		1,992		1,993		1,994		1,995	
	% Nominal	% Nominal	Incre Anual	% Nominal	Incre Anual	% Nominal	Incre Anual	% Nominal	Incre Anual	
Total	5,292.65	6,708.92	14.98%	8,141.39	7.04%	9,191.94	3.31%	9,587.32	2.97%	
Agricultura, Silvicultura, Caza y Pesca	2,862.34	3,969.59	25.80%	4,610.94	2.46%	5,430.54	1.23%	5,752.30	0.98%	
Explotación de Minas y Carreteras	6,470.06	7,819.88	9.63%	8,861.98	-0.04%	9,747.13	-0.02%	10,071.65	-0.01%	
Industria Manufacturera	6,935.22	8,234.05	7.70%	9,302.62	-0.34%	10,142.99	0.02%	10,448.42	0.01%	
Construcción	4,893.26	5,930.43	9.94%	7,659.37	13.93%	8,539.90	17.35%	8,867.15	19.41%	
Electricidad y Agua	6,163.85	8,554.21	25.89%	11,790.54	21.58%	14,061.42	17.99%	14,964.17	16.49%	
Comercio	8,216.81	9,687.08	6.94%	11,498.87	4.71%	12,534.98	3.20%	12,911.47	2.68%	
Transporte	7,083.25	8,657.87	10.87%	11,669.86	18.90%	13,156.11	22.77%	13,714.62	23.64%	
Comunicación										
Servicios	5,433.72	6,899.43	15.18%	8,588.61	9.81%	9,725.93	6.34%	10,155.24	5.22%	
Privado	6,071.77	7,036.12	5.12%	9,165.56	14.90%	10,046.55	23.36%	10,368.44	26.07%	
Público	4,766.01	6,746.53	28.40%	7,941.82	3.84%	9,449.47	3.84%	10,047.42	1.32%	

FUENTE: Banco de Guatemala

TABLA I.1.2.7. INDICE PROMEDIO DE SALARIOS (1991-1995)

Razón	1,991	1,992	1,993	1,994	1,995
Rentas Corrientes	8.1%	9.1%	10.6%	9.2%	7.6%
Rentas de Intereses	6.9%	7.3%	8.3%	8.0%	6.8%
Gastos Corrientes	8.5%	7.6%	7.8%	7.5%	6.9%
Ahorros Corrientes	-3.0%	1.5%	2.9%	1.7%	0.8%
Gastos de Capital	1.7%	1.5%	2.9%	3.1%	2.3%
Déficit o Superávit	-1.8%	0.0%	0.5%	-1.3%	-1.4%
Financiamiento Geográfico	1.5%	0.9%	0.1%	1.4%	-0.4%

FUENTE: Banco de Guatemala

TABLA I.1.2.8. FINANCIAMIENTO DEL GOBIERNO CENTRAL COMO UN PORCENTAJE DEL PGB (1991-1995)

El área actual de la Ciudad de Guatemala es de 93,725.5 Ha. De esta área el 49% (45,973.5 Ha) tiene pendientes mayores 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 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 los municipios adyacentes. Se estima que el 52% tiene potencial urbanización. El 37% de estas tierras son fincas con un área de 17,760.3 Ha (Ver Tabla I.1.2.9).

Descripción del tipo de suelo	Área (Ha)	Porcentaje
Área con pendiente < 30%	47,932.0	51.0%
Área Urbana	24,916.2	26.5%
Finca	17,760.3	18.9%
Bosque	3,530.5	3.8%
Áreas con agua	1,532.5	1.6%
Otros	192.5	0.2%
Área con pendiente > 30%		
(bosques)	45,973.5	49.0%
Total	93,905.5	100.0%

FUENTE: Municipalidad de Guatemala

TABLA I.1.2.9. USO DEL SUELO EN EL AREA METROPOLITANA

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 aproximadamente 1.8 millones.

Descripción del Uso	Area (Ha)	Porcentaje
Residencial	13279.3	53.3%
Comercial	538.2	2.2%
Industria	1134.2	4.6%
Público	998.7	4.0%
Mixto	631.4	2.5%
Area Verde	394.8	1.6%
Area No-ocupada	7939.5	31.9%
Total	24916.1	100.0%

FUENTE: Municipalidad de Guatemala

TABLA I.1.2.10. COMPOSICION DEL USO DEL SUELO EN EL AREA METROPOLITANA

I.1.2.1. Descripción de las Características Socioeconómicas del Municipio de Guatemala en las Areas Comprendidas

Se inicia por analizar el estado de la sociedad, de aquí se tomarán índices demográficos (Tabla I.1.2.1.1), el índice de estado civil (Tabla I.1.2.1.2), índices étnicos (Tabla I.1.2.1.3), los índices de alfabetismo (Tabla I.1.2.1.4) y los índices por grupo de edad (Tabla I.1.2.1.5).

	Urbano	Rural	Total
Hombres	253,643	140,960	394,603
Mujeres	283,210	144,774	427,984
Total	536,853	285,734	822,587

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.1. INDICES DEMOGRAFICOS EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

	Hombres	Mujeres	Total
Casado	95,560	99,010	194,570
Unido	44,095	45,970	90,065
Soltero	246,023	247,722	493,745
Viudo	4,075	19,088	23,163
Divorciado o Separado	3,317	14,487	17,804
Ignorado	1,533	1,707	3,240

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.2. INDICES DE ESTADO CIVIL EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

	Hombres	Mujeres	Total
Indígena	49,113	51,121	100,234
No Indígena	344,757	376,027	720,784
Ignorado	733	836	1,569

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.3. INDICES ETNICOS EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

	Hombres	Mujeres	Total
Alfabeta	271,531	271,719	543,250
Analfabeta	37,877	72,385	110,264
Ignorado	2,507	3,056	5,565

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.4. INDICES DE ALFABETISMO EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

	Hombres	Mujeres	Total
0-4	59,425	60,719	120,144
5-9	50,977	52,304	103,281
10-14	46,991	46,556	93,547
15-19	52,085	44,107	96,192
20 y más	218,555	190,923	409,478

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.5. INDICES POR GRUPO DE EDAD EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

En el sentido económico se analizan factores como los índices de ocupación de tierras (Tabla I.1.2.1.6), los índices de propiedad de las viviendas (Tabla I.1.2.1.7), la

cantidad de viviendas con instalaciones (Tabla I.1.2.1.8), los tipos de viviendas (Tabla I.1.2.1.9), tipo de uso del cuarto de cocina (Tabla I.1.2.1.10), el material de las paredes (Tabla I.1.2.1.11), así como el material del techo (Tabla I.1.2.1.12)

Locales Particulares	169,009
Ocupados	153,117
Desocupados	15,892
Colectivos	682
Total	169,691

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.6. INDICES DE OCUPACION DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

Propio	89,172
Pagado Totalmente	66,518
Pagándose a Plazos	22,654
Alquilado	50,262
Cedido	19,372
Otra Forma	7,537

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.7. INDICE DE PROPIEDAD DE LAS VIVIENDAS EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

Servicio de Agua	106,939
Servicio de Drenaje	78,134
Servicio de Energía Eléctrica	123,826

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.8. VIVIENDAS CON INSTALACIONES EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

Casa Corriente	122,271
Apartamento	9,694
Cuarto Casa Vecindad	17,389
Rancho	1,193
Casa Improvisada	17,433
Otro Tipo	1,029

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.9. TIPO DE VIVIENDAS EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

Para uso exclusivo del Hogar	128,549
Para Uso de Varios Hogares	7,342
No disponible	30,452

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.10. TIPO DE USO DEL CUARTO DE COCINA EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

Ladrillo o Block	82,949
Adobe	36,946
Madera	27,032
Lámina Metálica	5,782
Bajareque	1,725
Lepa, Palo o Caña	10,751
Otro	3,824

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.11. MATERIAL DE LAS PAREDES EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

Concreto	36,152
Lámina Metálica	115,751
Asbesto Cemento	9,987
Teja	4,291
Paja, Palma o Similar	1,390
Otro	1,438

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.1.12. MATERIAL DEL TECHO EN EL MUNICIPIO DE GUATEMALA

I.1.2.2. Descripción de las características Socioeconómicas de Villa Canales

Se inicia por analizar el estado de la sociedad, de aquí se tomarán índices demográficos (Tabla I.1.2.2.1), el índice de estado civil (Tabla I.1.2.2.2), índices étnicos (Tabla I.1.2.2.3), los índices de alfabetismo (Tabla I.1.2.2.4) y los índices por grupo de edad (Tabla I.1.2.2.5).

	Urbano	Rural	Total
Hombres	2,801	28,853	31,655
Mujeres	2,911	27,719	30,629
Total	5,712	56,572	62,284

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.1. INDICES DEMOGRAFICOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

	Hombres	Mujeres	Total
Casado	5,920	6,003	11,923
Unido	4,603	4,693	9,296
Soltero	20,257	18,051	38,308
Viudo	433	1,058	1,491
Divorciado o Separado	308	521	829
Ignorado	234	203	437

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.2. INDICES DE ESTADO CIVIL EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

	Hombres	Mujeres	Total
Indígena	539	519	1,058
No Indígena	31,102	30,086	61,188
Ignorado	14	24	38

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.3. INDICES ETNICOS EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

	Hombres	Mujeres	Total
Alfabeta	17,716	13,517	31,233
Analfabeta	6,477	9,737	16,214
Ignorado	171	216	387

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.4. INDICES DE ALFABETISMO EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

	Hombres	Mujeres	Total
0-4	5,267	5,306	10,573
5-9	4,753	4,431	9,184
10-14	4,258	3,865	8,123
15-19	3,353	3,283	6,636
20 y más	14,024	13,744	27,768

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.5. INDICES POR GRUPO DE EDAD EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

En el sentido económico se analizan factores como los índices de ocupación de tierras (Tabla I.1.2.2.6), los índices de propiedad de las viviendas (Tabla I.1.2.2.7), la cantidad de viviendas con instalaciones (Tabla I.1.2.2.8), los tipos de viviendas (Tabla I.1.2.2.9), tipo de uso del cuarto de cocina (Tabla I.1.2.2.10), el material de las paredes (Tabla I.1.2.2.11), así como el material del techo (Tabla I.1.2.2.12).

Locales Particulares	12,342
Ocupados	11,061
Desocupados	1,281
Colectivos	25
Total	12,367

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.6. INDICES DE OCUPACION DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

Propio	5,490
Pagado Totalmente	5,325
Pagándose a Plazos	165
Alquilado	1,383
Cedido	4,448
Otra Forma	475

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.7. INDICE DE PROPIEDAD DE LAS VIVIENDAS EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

Servicio de Agua	4,451
Servicio de Drenaje	331
Servicio de Energía Eléctrica	5,197

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.8. VIVIENDAS CON INSTALACIONES EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

Casa Corriente	10,404
Apartamento	78
Cuarto Casa Vecindad	109
Rancho	385
Casa Improvisada	1,320
Otro Tipo	46

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.9. TIPO DE VIVIENDAS EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

Para uso exclusivo del Hogar	10,665
Para Uso de Varios Hogares	398
No disponible	733

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.10. TIPO DE USO DEL CUARTO DE COCINA EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

Ladrillo o Block	3,557
Adobe	4,085
Madera	1,160
Lámina Metálica	483
Bajareque	1,363
Lepa, Palo o Caña	1,554
Otro	140

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.11. MATERIAL DE LAS PAREDES EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

Concreto	119
Lámina Metálica	10,938
Asbesto Cemento	236
Teja	544
Faja, Palma o Similar	434
Otro	71

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.2.12. MATERIAL DEL TECHO EN EL MUNICIPIO DE VILLA CANALES

I.1.2.3. Descripción de las Características Socioeconómicas de Santa Catarina Pinula

Se inicia por analizar el estado de la sociedad, de aquí se tomarán índices demográficos (Tabla I.1.2.3.1), el índice de estado civil (Tabla I.1.2.3.2), índices étnicos (Tabla I.1.2.3.3), los índices de alfabetismo (Tabla I.1.2.3.4) y los índices por grupo de edad (Tabla I.1.2.3.5).

	Urbano	Rural	Total
Hombres	4,679	14,476	19,155
Mujeres	4,807	14,647	19,454
Total	9,486	29,123	38,609

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.1. INDICES DEMOGRAFICOS EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

	Hombres	Mujeres	Total
Casado	4,743	4,805	9,548
Unido	1,959	1,987	3,946
Soltero	12,167	11,553	23,720
Viudo	182	624	806
Divorciado o Separado	78	446	524
Ignorado	27	37	64

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.2. INDICES DE ESTADO CIVIL EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

	Hombres	Mujeres	Total
Indígena	282	304	586
No Indígena	18,862	19,110	37,972
Ignorado	11	3	14

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.3. INDICES ÉTNICOS EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

	Hombres	Mujeres	Total
Alfabeta	17,716	13,517	31,233
Analfabeta	6,477	9,737	16,214
Ignorado	171	216	387

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.4. INDICES DE ALFABETISMO EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

	Hombres	Mujeres	Total
0-4	12,777	11,258	24,035
5-9	1,983	3,775	5,758
10-14	153	253	406
15-19	3,353	3,283	6,636
20 y más	14,024	13,744	27,768

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.5. INDICES POR GRUPO DE EDAD EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

En el sentido económico se analizan factores como los índices de ocupación de tierras (Tabla I.1.2.3.6), los índices de propiedad de las viviendas (Tabla I.1.2.3.7), la cantidad de viviendas con instalaciones (Tabla I.1.2.3.8), los tipos de viviendas (Tabla I.1.2.3.9), tipo de uso del cuarto de cocina (Tabla I.1.2.3.10), el material de las paredes (Tabla I.1.2.3.11), así como el material del techo (Tabla I.1.2.3.12).

Locales Particulares	7,721
Ocupados	6,984
Desocupados	737
Colectivos	11
Total	7,732

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.6. INDICES DE OCUPACION DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

Propio	3,979
Pagado Totalmente	3,715
Pagándose a Plazos	264
Alquilado	1,020
Cedido	2,105
Otra Forma	111

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.7. INDICE DE PROPIEDAD DE LAS VIVIENDAS EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

Servicio de Agua	2,192
Servicio de Drenaje	213
Servicio de Energía Eléctrica	4,852

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.8. VIVIENDAS CON INSTALACIONES EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

Casa Corriente	6,396
Apartamento	40
Cuarto Casa Vecindad	209
Rancho	38
Casa Improvisada	1,044
Otro Tipo	4

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.9. TIPO DE VIVIENDAS EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

Para uso exclusivo del Hogar	6,364
Para Uso de Varios Hogares	302
No disponible	549

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.10. TIPO DE USO DEL CUARTO DE COCINA EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

Ladrillo o Block	2,842
Adobe	2,531
Madera	1,279
Lámina Metálica	342
Pajareque	318
Lepa, Palo o Caña	358
Otro	51

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.11. MATERIAL DE LAS PAREDES EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

Concreto	506
Lámina Metálica	6,688
Asbesto Cemento	189
Teja	207
Paja, Palma o Similar	44
Otro	87

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.2.3.12. MATERIAL DEL TECHO EN EL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA

I.1.3. Actividad Económica

A continuación en la Tabla I.1.3.1 se muestran los índices de actividad económica, que incluyen factores como población económicamente activa, ocupados, no ocupados, si buscan trabajo y ya estuvieron empleados, o es primera vez que trabajarían y población no económicamente activa, entre otras cosas.

	Hombres	Mujeres	Total
Económicamente Activa	425,375	187,588	612,963
Ocupada	414,015	184,737	598,752
Desocupada	11,359	2,852	14,211
Busca, trabajó antes	8,600	1,706	10,306
Busca, por primera vez	2,759	1,146	3,905
No Económicamente Activa	181,451	510,944	692,394
Ignorada	13,582	1,198	14,780

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.3.1. INDICES DE ACTIVIDAD ECONOMICA

En la Tabla I.1.3.2 se observan los índices de empleos por rama de servicios para el año 1995, en el Area Metropolitana y sus porcentajes al total de empleados.

Sector	1,995	
Total	836,685	100.0%
Agricultura, Silvicultura, Caza y Pesca	204,723	24.5%
Explotación de Minas y Carreteras	2,757	0.3%
Industria Manufacturera	145,697	17.4%
Construcción	32,656	3.9%
Electricidad y Agua	10,197	1.2%
Comercio	101,801	12.2%
Transporte	25,705	3.1%
Comunicación		
Servicios	313,151	37.4%
Privado	168,871	20.2%
Público	144,280	17.2%

FUENTE: Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS)

TABLA I.1.3.2. INDICES DE EMPLEO POR RAMA DE SERVICIOS

I.1.4. Servicios Públicos

Algunos servicios públicos, principalmente el abastecimiento de agua, la evacuación de aguas negras y pluviales, y la disposición de desechos sólidos, se han transformado en la actualidad en problemas de tal magnitud que están fuera de control y de las posibilidades de resolución que tienen las municipalidades. Por otra parte, los nuevos proyectos deben estudiarse y diseñarse con un concepto integral, para que sirvan en una forma más eficiente, racional y económica a todos los habitantes de la metrópolis.

Junto a los servicios descritos anteriormente se podrían añadir los de telégrafos, correos, teléfonos, salud pública, educación, áreas recreativas, limpieza, mercados, carreteras, transporte, taxis, seguridad pública (Policía Nacional), Y Administración Pública (Juzgados de Paz, Receptoría Fiscal, etc.): de los cuales casi todos no trabajan con un 100% de eficiencia para los contribuyentes.

A continuación se mostrarán algunos índices de servicios públicos, determinados en 425,375 hogares o viviendas en el Área Metropolitana, entre los que se

encuentran la cantidad de viviendas con servicio de agua (Tabla I.1.4.1), con servicio sanitario (Tabla I.1.4.2) y con servicio eléctrico (Tabla I.1.4.3).

Chorro de Uso Exclusivo	208,442
Chorro para Varios Hogares	82,830
Chorro Público	52,439
Pozo	26,130
Río, Lago ó Manantial	12,273
Otro	31,966

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.4.1. CANTIDAD DE VIVIENDAS CON SERVICIO DE AGUA

Inodoro	230,735
Conectado a Red de Captación	210,356
De Uso Exclusivo	161,442
Para Varios Hogares	48,914
Conectado a Fosa Séptica	20,379
Excusado Lavable	23,122
Pozo Ciego	121,558
Otro	38,665

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.4.2. CANTIDAD DE VIVIENDAS CON SERVICIO SANITARIO

Eléctrico de Servicio Público	337,673
Eléctrico de Servicio Privado	5,169
Gas, Gasolina	21,857
Candela	44,719
Otro	4,661

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.1.4.3. CANTIDAD DE VIVIENDAS CON SERVICIO ELECTRICO

I.1.5. Análisis Urbano

La actual ciudad de Guatemala, fue establecida en 1776 después de la destrucción de la vieja capital localizada en lo que hoy es Antigua Guatemala, a consecuencia de los terremotos ocurridos en 1773. Hasta 1870 el ritmo del 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 lo 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 ciudad ya alcanzaba los 100,000 habitantes.

La primera mitad del siglo XX fue el período en el cual se vio la formación del marco de trabajo para la actual Área urbana de la Ciudad de Guatemala. Las calles principales que unen el norte y el sur fueron construidas. Las actuales zonas 9, 10, 13 y 14 fueron unidas. Además la suburbanización progresó a través de las villas residenciales, unifamiliares, de estilo nor-europeo, por la alta clase. Mientras tanto, distritos residenciales de la clase media y baja fueron construidos 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 las zonas 9 y 10, el circuito industrial se desarrolló a lo largo de las vías principales (Avenida Fátima, por ejemplo). La esfera de influencia de la ciudad de Guatemala se extendió alcanzando Mixco, Villa Nueva, el norte de Villa Canales, San José

Pinula y Santa Catarina Pinula, lentamente, pero con seguridad, también absorberá Chinautla y Amatitlán. La población del Area Metropolitana alcanzó en el año 1970 el millón de habitantes, en 1990 alcanzó 1.8 millones y según el censo de 1994 llegó a 2 millones, una cifra bastante llamativa.

En la Figura I.1.5.1 se puede observar un pequeño diagrama de lo que la Provincia de Goathemala era en el año de 1800, haciendo historia, se ven los grandes cambios que ha sufrido nuestra Metròpoli.

Si se observa la Figura I.1.5.2 se ve el crecimiento geográfico del Area Metropolitana de Guatemala y su ampliación a los demás municipios, dentro del Departamento de Guatemala, durante las décadas de los 70's, 80's y 90's. Se ve la forma en que ha ido creciendo el área urbana, hacia el nor-este, el oeste y hacia el sur. Este crecimiento unido a la poca realización de vías alternas, ha provocado la saturación de los denominados corredores capitalinos, y ha hecho colapsar el sistema de tránsito en la capital de la nación. Por consiguiente, es necesaria la elaboración de conexiones alternas y nuevos corredores para permitir un movimiento de tránsito mucho más fluido.

Y finalmente en la Figura I.1.5.3 se puede observar el patrón del crecimiento, tanto residencial como comercial, y se mantendrá así hasta que la capacidad de población llegue al máximo.

FIGURA I.1.5.2. CRECIMIENTO DEL AREA METROPOLITANA

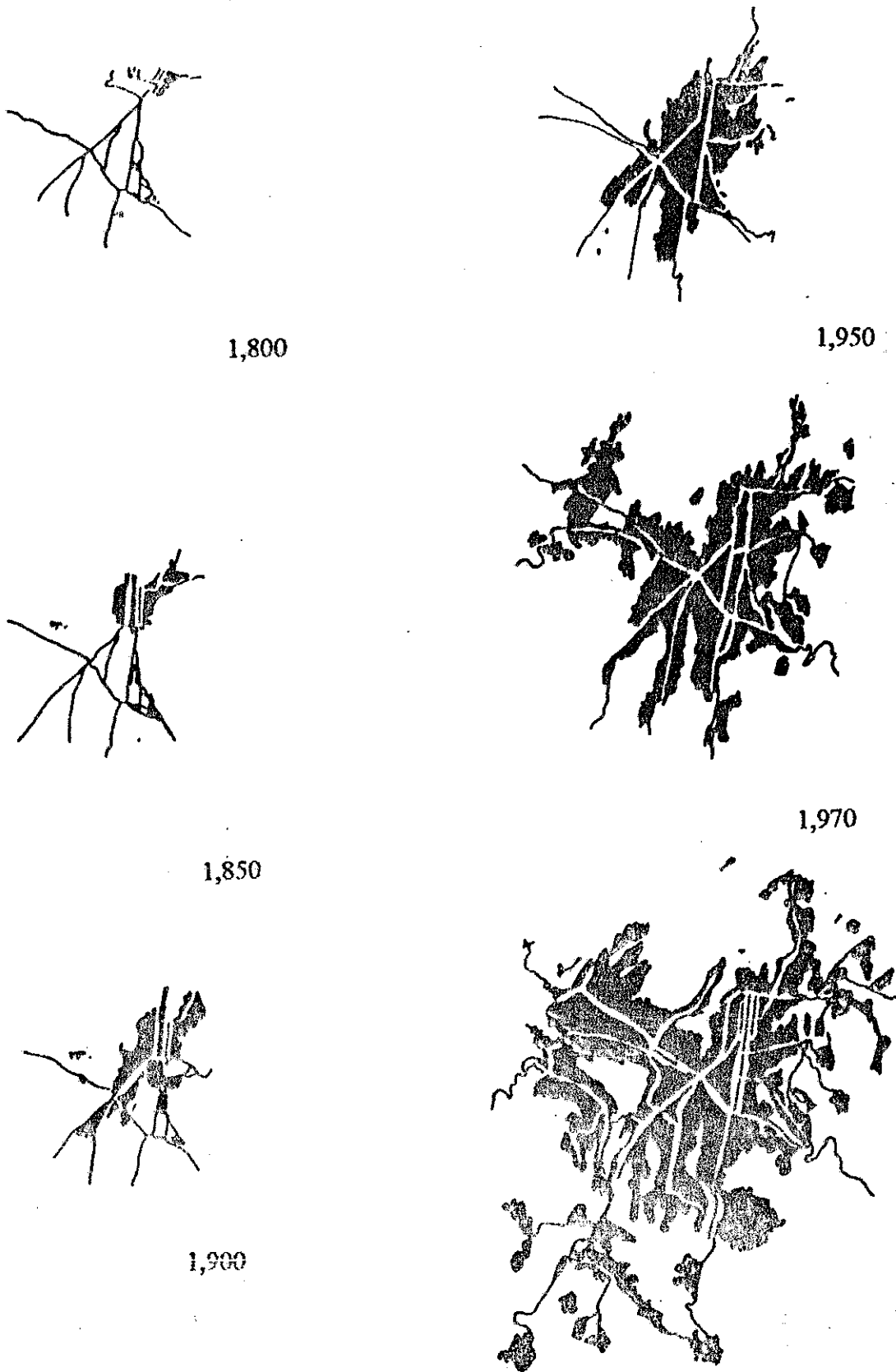
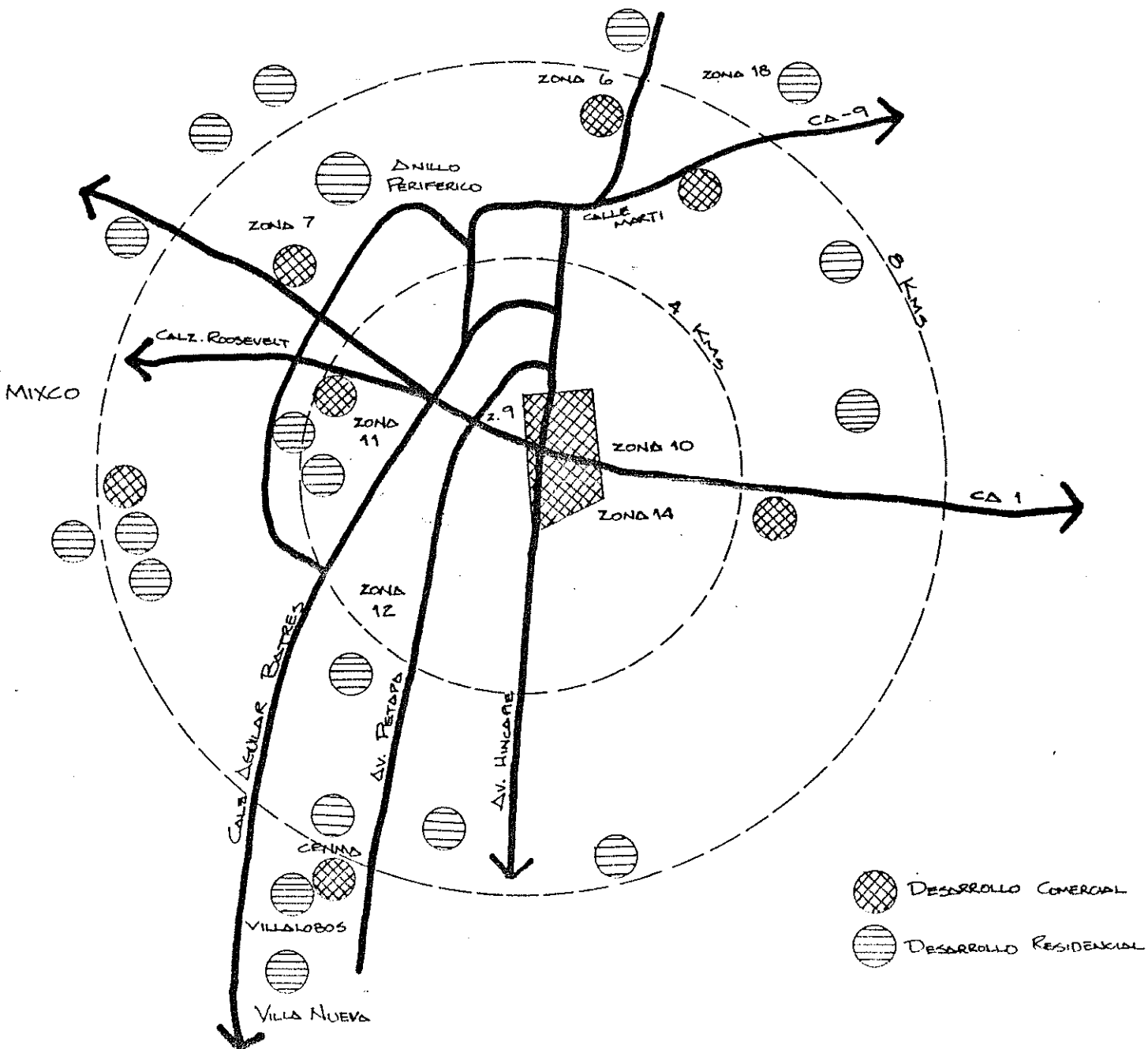


FIGURA I.1.5.3. PATRON DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL AREA METROPOLITANA



I.1.6. Inventario Físico del Sistema de Transportación

La Ciudad Capital contiene la planta fundacional, que actualmente es el Area Central Regional, donde se localiza la mayor parte de las actividades terciarias y cuaternarias de especialización regional, nacional e internacional; además de abarcar las zonas urbanas más consolidadas del sistema urbano-metropolitano. El Valle de la Ermita fue el asiento final de la ubicación de Guatemala después de sucesivos cambios de ubicación. La estructura de la localización inicial fue una retícula cuadrangular (orientada de norte a sur) como consecuencia de la aplicación de las Leyes Indias. Esta estructura, con el tiempo, comenzó a ser dominada por el sistema de interconexión regional, formado por la intersección ortogonal de las vinculaciones interamericana (CA-1) e inter-oceánica (CA-9), cuya orientación está desfasada 45° con respecto a la retícula fundacional inicial. Por un lado el Area Central Regional (retícula cuadrangular) con una alta concentración de actividades de servicios; y por otro, el resto de la Ciudad Capital, con gran dispersión de actividades y asentamientos humanos, en términos de baja densidad de edificación con altos costos de urbanización y desarrollo. Un centro desarrollado relativamente frente a una periferia deprimida y marginalidad creciente. Paralelamente, las élites tienden a localizarse en zonas suburbanas (actualmente la Carretera a El Salvador), en donde se destacan centros comerciales de concepción contemporánea bajo patrones y modelos extranjeros.

Sin embargo, la red vial de la ciudad muestra una estructura racional, ya que las vías principales coinciden en su trazado con la dirección de la mayor parte de los flujos de transporte requeridos más importantes, aún así se han saturado en su capacidad en los últimos años.

Por otro lado, los accesos regionales y nacionales, que hace unos pocos años servían eficientemente como una solución, han sido absorbidos por el crecimiento

residencial e industrial, y por ende el también comercial, haciéndolos insuficientes. Por lo que, tal como se hace en Norteamérica, hay que buscar alternativas que no solamente descongestionen el Area Metropolitana, sino que ofrezcan una alternativa de paso, para el tránsito que únicamente tiene que atravesar el núcleo urbano para proseguir el viaje hacia otra zona industrial del interior del país.

También se observa que los ejes principales de desplazamiento regional tienen un reflejo directo en el sistema principal de vías urbanas, y su punto de intersección dispone de una única solución vial jerárquica (El Trébol). Por lo que es necesario descentralizar el tránsito en el Area Metropolitana, regulando, el uso de vehículos y además los horarios en las empresas, las zonas industriales y sobre todo siendo conscientes al conducir.

La Tabla I.1.6.1 muestra la red vial del Area Metropolitana, está conformada de la forma siguiente:

Tipo de Pavimento	Autopista	Arterial	Colectora	Centro	Local	Total	% red
Asfalto	12	86	99	20	396	613	54.0%
Concreto	---	30	26	48	78	182	16.0%
Bloques de Concreto	---	2	1	---	25	28	2.5%
Concreto Asfáltico	---	1	---	2	2	5	0.4%
Sin Pavimentar	---	2	16	7	282	307	27.0%
Totales	12	121	142	77	783	1135	
Porcentaje de red	1.1%	10.7%	12.5%	6.8%	69.0%		

FUENTE: Municipalidad de Guatemala

TABLA I.1.6.1. INVENTARIO DE CALLES EN EL AREA METROPOLITANA

Aún cuando el mayor porcentaje de las vías están pavimentadas, su condición no se puede catalogar de buena. Las vías se deben rehabilitar con programas de bacheo y recapeo.

I.1.7. Impacto Ambiental del Tránsito en el Area Metropolitana

La creciente tenencia y uso de los vehículos particulares, unida al crecimiento futuro de la población y al aumento requerido de bienes y vehículos del transporte público, implican que el Area Metropolitana sea afectada en forma creciente por el ruido del tránsito, la polución del aire y por las pocas facilidades para transitar en ella. Por lo tanto se da consideración a la forma en que el sistema de transporte se relaciona y afecta la estructura del área. Especialmente se da atención al efecto ambiental de la alternativa que se propone.

El ruido y la contaminación del aire son vistos frecuentemente como el principal efecto del tránsito sobre el ambiente urbano, pero hay otros problemas, tales como el aislamiento que sufren algunas vecindades, las amenazas a la seguridad de los peatones y la utilización de la energía, que también ameritan consideración

I.1.7.1. Nivel de Polución del Aire

El vehículo de motor emite una gran cantidad de contaminantes, algunos de los cuales son dañinos para la salud, afectan la vegetación y son desagradables. Los contaminantes circulantes significativos son el monóxido de carbono, el plomo y óxidos de nitrógeno. Los vehículos emiten el 55% de contaminantes de la combustión de hidrocarburos, casi todo es plomo, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno.

El humo del diesel es particularmente notorio en la Ciudad de Guatemala debido a la alta proporción de vehículos movidos por este tipo de combustible que circulan en las calles. Los buses y los camiones pesados, que en su mayoría operan con diesel, algunos de los automóviles y camiones livianos que también lo usan, forman gran parte de la flota de vehículos que crean condiciones sucias y desagradables; sin embargo, las emisiones de diesel son

menos tóxicas que las de la gasolina. Estas condiciones mejorarían considerablemente si los motores de diesel recibieran un mantenimiento adecuado. En la Tabla I.1.7.1.1 se muestra el desempeño comparativo de los motores de gasolina y diesel bajo diferentes condiciones de trabajo. Deberá notarse que las emisiones de hidrocarburos y óxido de nitrógeno son significativamente menores en los motores a diesel.

Contaminante	Condiciones Operativas			
	Arranque	Aceleración	Crucero	Desaceleración
Petro-Motores				
Monóxido de Carbono	69,000	29,000	27,000	39,000
Hidrocarburos	5,300	16,000	1,000	10,000
Dióxido de Nitrógeno	30	1,020	650	20
Motores Diesel				
Monóxido de Carbono	Indicios	1,000	Indicios	Indicios
Hidrocarburos	400	200	100	300
Dióxido de Nitrógeno	60	350	240	30

FUENTE: Departamento Ambiental del Laboratorio de Investigaciones de Transporte y Carreteras, Londres
 TABLA I.1.7.1.1. COMPOSICION DE LOS GASES POR EMISION VEHICULAR POR CONDICIONES DE OPERACION

La única forma para lograr una reducción significativa de la contaminación del aire por el tránsito, consiste en limitar lo más posible las emisiones de la fuente, esto se logrará con la realización de alternativas a la infraestructura vial, que agilicen el tránsito y no se provoquen congestiones, que hacen que la fuente emita más contaminantes. Otra opción sería promocionar un mayor uso de vehículos diesel, junto con mejoras en el mantenimiento y una reducción del volumen de los motores de gasolina.

Entre las concentraciones dañinas que producen la polución del aire, se encuentran:

Las partículas sólidas en suspensión que se encuentran en la atmósfera, conformadas por materias orgánicas e inorgánicas. Pueden ser encontradas en el aire, el polvo, el humo y ciertos aerosoles. Este material puede ser

producido por combustión de materiales fósiles, actividades industriales, erosión de suelos, incendios, erupciones volcánicas y polen. Este contaminante produce deficiencias respiratorias, tos e irritación en los ojos, entre otras reacciones.

El Monóxido de Carbono (CO) es un gas incoloro e inodoro que se produce por la combustión incompleta. Este reduce la capacidad de transporte de oxígeno a las partes vitales, afectando principalmente el sistema cardiovascular y nervioso. Altas concentraciones causan visión borrosa, dolor de cabeza y fatiga.

Dióxido de Nitrógeno (NO₂), su principal fuente de generación son los procesos de combustión tanto de fuentes móviles como estacionarias. Es considerado uno de los principales precursores de la precipitación ácida de las zonas urbanas e industrializadas. La exposición a este contaminante incrementa la susceptibilidad a infecciones respiratorias, disminuye la eficiencia respiratoria y su función pulmonar en asmáticos.

El Ozono, es uno de los contribuyentes menores de la atmósfera, es formado por los procesos fotoquímicos y actúa como filtro de las radiaciones ultravioleta dañinas, provenientes del sol. El ozono, ataca la salud humana, irritando los ojos, el tracto respiratorio, y reduce las funciones respiratorias. El ozono puede destruir la vegetación, desequilibrando la biodiversidad existente.

Según un estudio realizado por estudiantes de la Facultad de Farmacia, en abril de 1995, en la Avenida Petapa y 32 calle; salida de la USAC, se cuantificó por medio de espectrofotometría la cantidad de Ozono en el aire. De este análisis se tuvieron los resultados mostrados en la Tabla I.1.7.1.2.

Fecha	Temperatura (°C)	Pres Med (mmHg)	Hora	Concentración (ppm- $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
17 Abr 1995	20.4	645	9:30	0.011-19.17
17 Abr 1995	20.4	645	12:30	0.017-29.50
18 Abr 1995	20.1	645	10:15	0.013-21.95
18 Abr 1995	20.1	645	13:00	0.019-31.67
19 Abr 1995	20.8	645	9:30	0.014-23.03
19 Abr 1995	20.8	645	12:30	0.019-32.38

FUENTE: Facultad de Farmacia, USAC.

TABLA I.1.7.1.2. CUANTIFICACION DEL OZONO EN EL AIRE POR METODOS DE ESPECTROFOTOMETRIA

Para tener una idea más amplia de la polución del aire, se consultó a una empresa privada, Ingeniería Ambiental, S.A., de donde se obtuvieron datos de tres estudios: partículas sólidas en suspensión (SPM), cantidad de monóxido de carbono (Pb) y cantidad de dióxido de nitrógeno (NO_x). El punto analizado se localiza en la Avenida Petapa y 32 calle, en la salida de la USAC; fue estudiado durante tres días, un período de 11 horas (de 7:00 A.M. a 6:00 P.M.).

En la Tabla I.1.7.1.3 se observan los datos de los tres días analizados, se ha colocado también el promedio de éstos, y los porcentajes de 24 horas y anuales permitidos por la American Environment Standards (A.E.S.), los resultados están expresados en mg/m^3 .

Fecha	SPM	Pb	NO _x
8 Nov 1995	406	234	237
10 Nov 1995	420	238	241
11 Nov 1995	412	244	249
Promedio Standard para 24 Horas	150	225	365
Promedio Standard Anual	50	100	80

FUENTE: Ingeniería Ambiental, S.A., Guatemala

TABLA I.1.7.1.3. RESULTADOS ESTUDIO DE CONTAMINACION DEL MEDIO AMBIENTE

Al evaluar los resultados de 24 hrs se concluyó que los promedios diarios se encuentran por encima de lo establecido por la American Environment Standards, lo cual

prueba junto con la Tabla I.7.1.1.1 que al aumentar el congestionamiento disminuye la facilidad de tránsito gradualmente, produciendo desaceleración y hasta estado estático a un vehículo, situación que genera grandes cantidades de agentes contaminantes hacia la atmósfera, que es lo más dañino para la ecología, y por supuesto, para los habitantes de nuestra ciudad.

El domingo 10 de marzo de 1996, en el matutino Prensa Libre, se publicó un artículo-estudio, en el cual se muestran los datos de análisis de cuatro agentes contaminantes, los más conocidos, para el año 1,995. Por conveniencia para el Tramo Intermedio, se analizarán tres puntos de dicho estudio, que se localizan de la siguiente forma: EFPEM (Avenida Petapa y 32 calle, salida de la USAC), FARMACIA (Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, ciudad universitaria) y CENTRAL MOTRIZ (Aguilar Batres y 28 calle, zona 11). En el Gráfico I.1.7.1.1, se registra la cantidad de Partículas Sólidas en Suspensión; en el Gráfico I.1.7.1.2, se muestran los resultados de Monóxido de Carbono; en el Gráfico I.1.7.1.3 se ve la cantidad de Dióxido de Nitrógeno; y, en el Gráfico I.1.7.1.4, se observa la cantidad de Ozono en la atmósfera.

Al comparar todos los análisis anteriores y tomando en consideración el crecimiento vehicular, es necesario tomar medidas radicales lo más pronto posible. Una de las soluciones sería la descentralización del tránsito, creando un nuevo Periférico Metropolitano. Esta solución no solamente traería desarrollo a ciertas áreas olvidadas, que ya pertenecen al Área Metropolitana, sino que también contribuiría en gran manera a contrarrestar la contaminación ambiental en las áreas residenciales.

GRAFICO I.1.7.1.1.
PARTICULAS SOLIDAS EN SUSPENSION

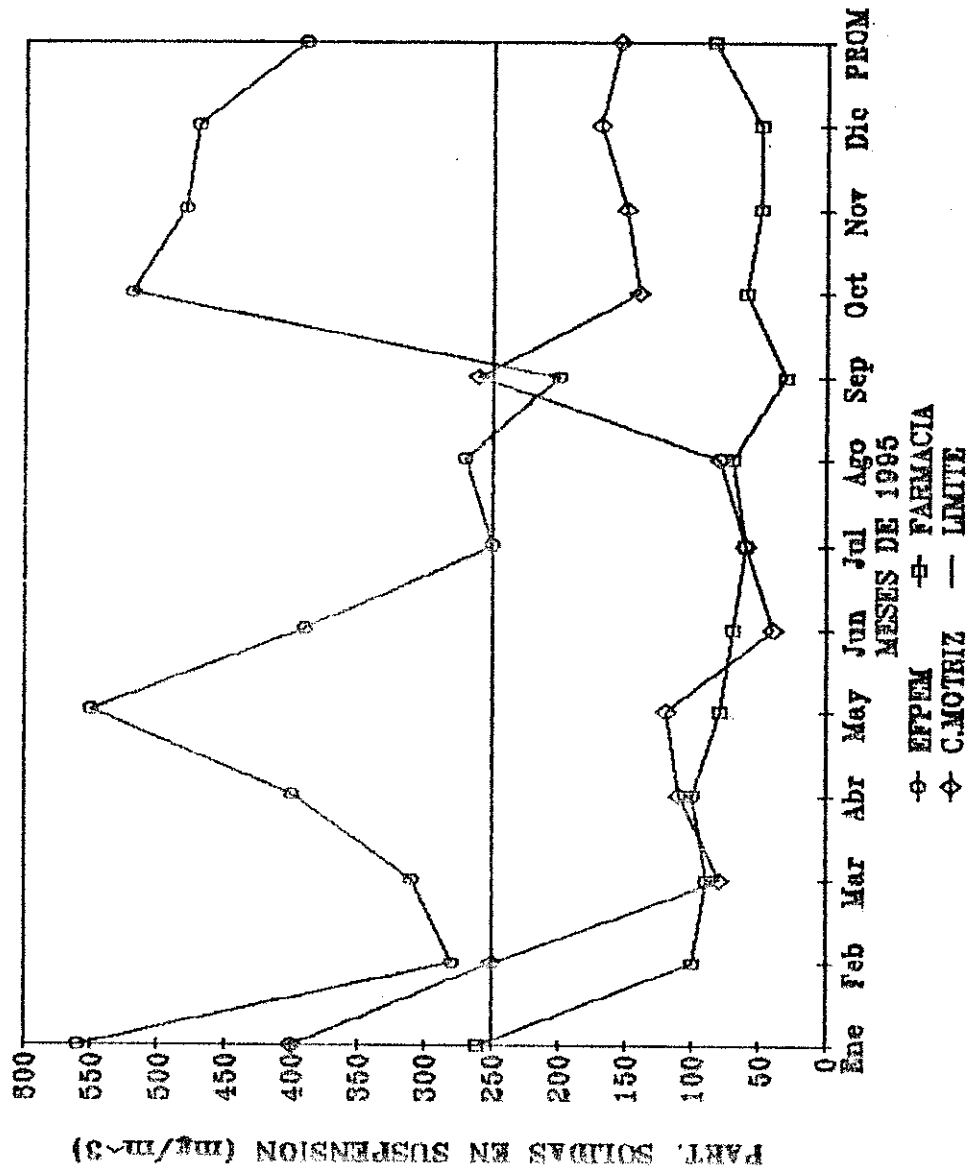


GRAFICO I.1.7.1.2.
MONOXIDO DE CARBONO

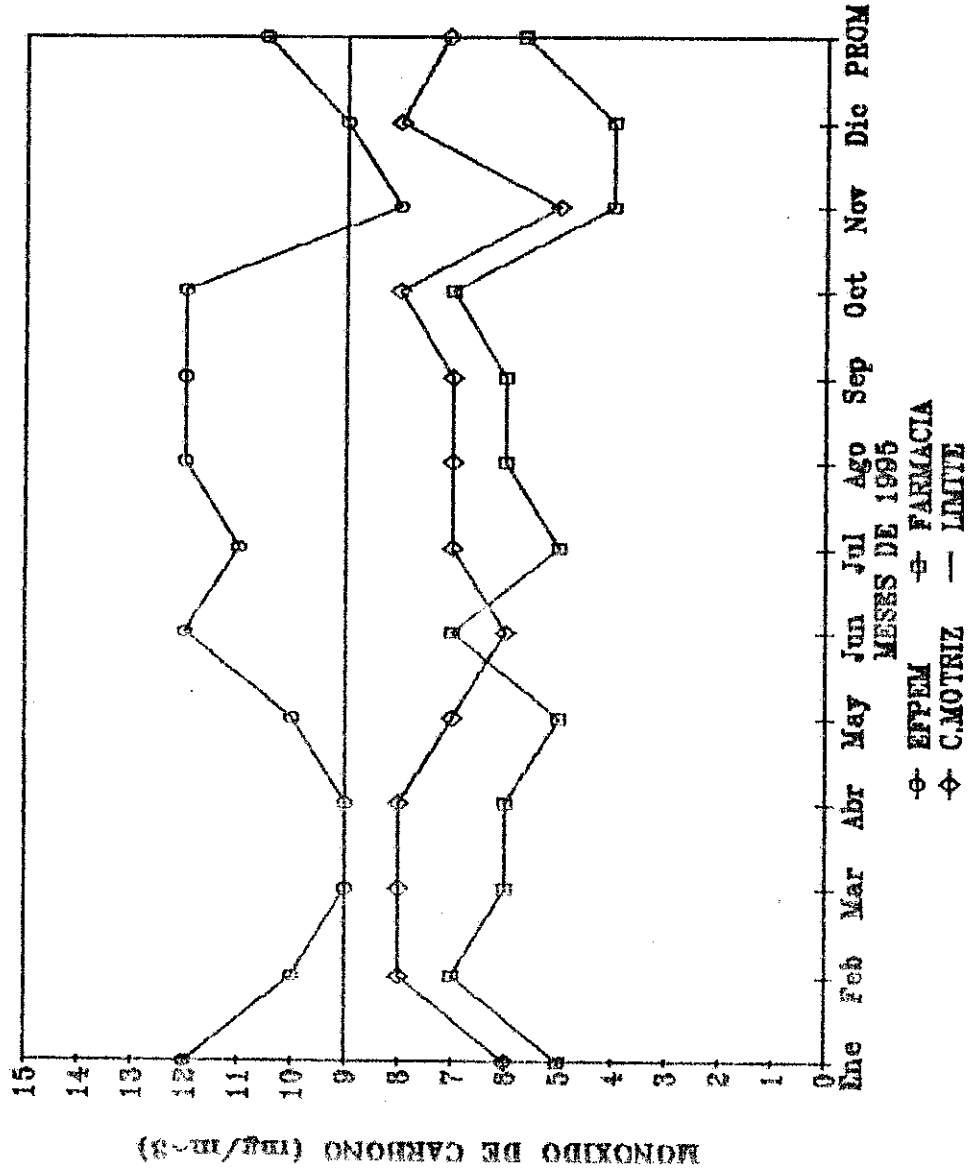


GRAFICO I.1.7.1.3.
DIOXIDO DE NITROGENO

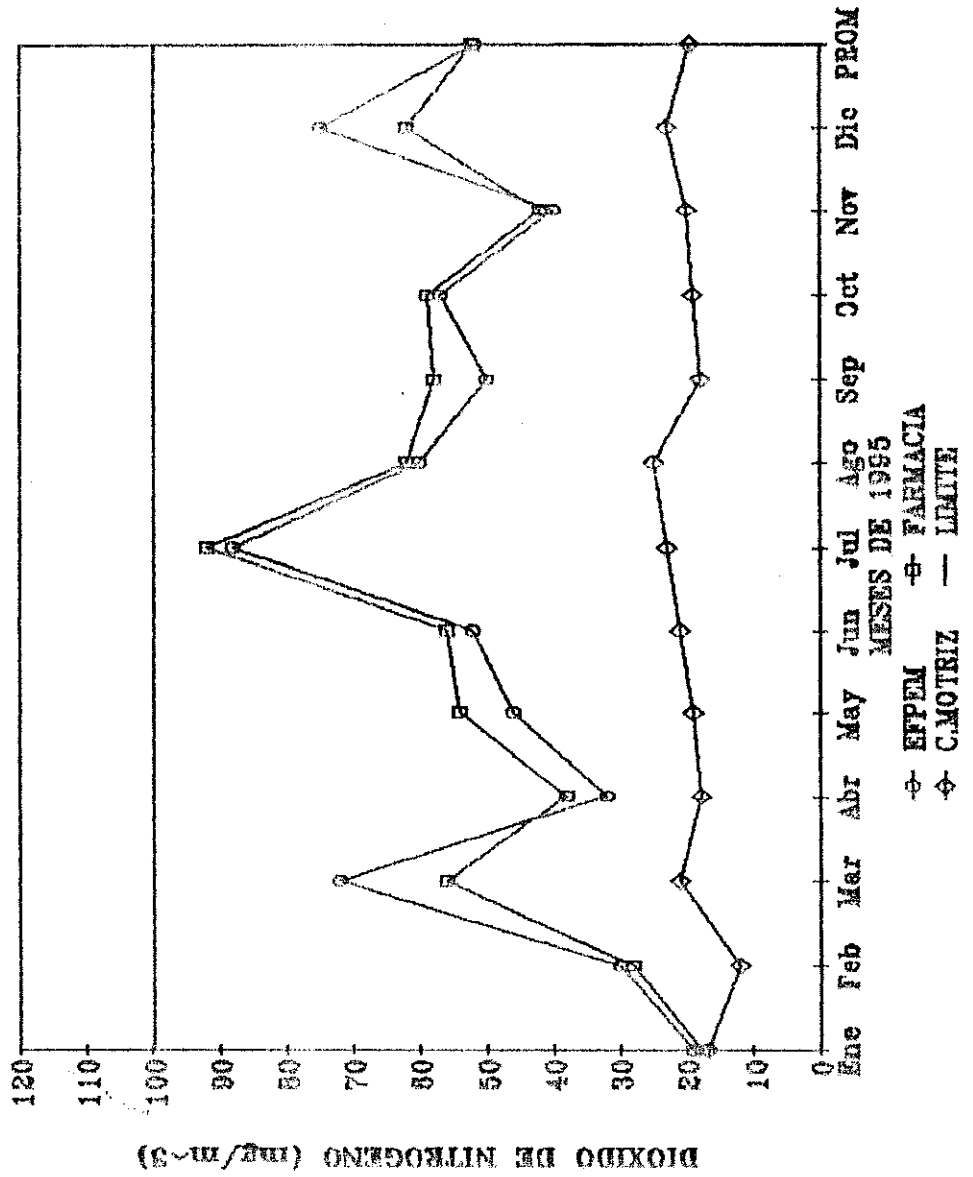
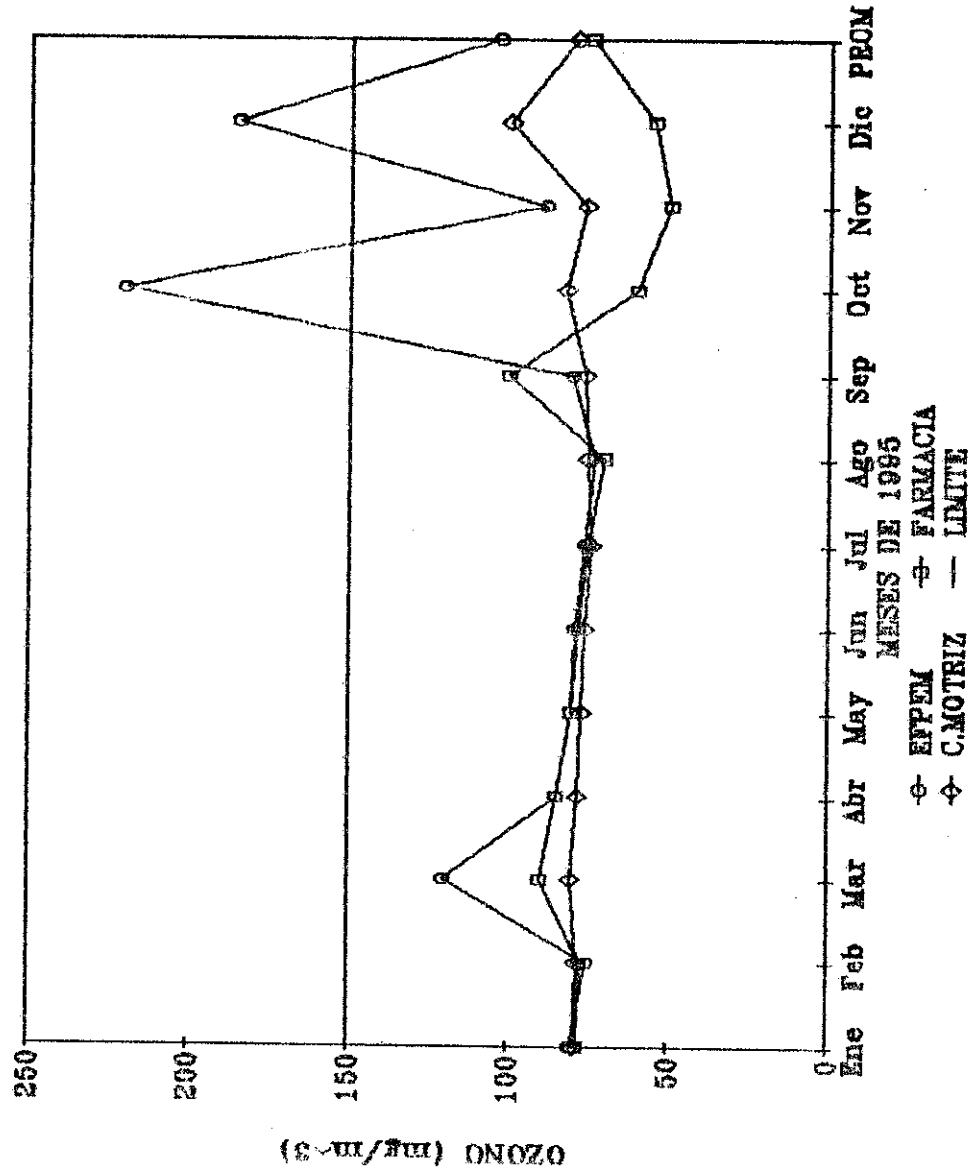


GRAFICO L.1.7.1.4.
OZONO



I.1.7.2. Nivel de Contaminación Acústica

Son tres las características del tránsito que afectan el nivel de ruidos: el volumen, la composición y la velocidad, todas las cuales se ven modificadas por los efectos de las pendientes. Así mismo la distancia, la atenuación del terreno y el aislamiento afectan el ruido que puede percibirse.

La Tabla I.1.7.2.1 muestra que el ruido del tránsito a la orilla de la acera en calles urbanas normales, varía de aproximadamente 65 dB con volúmenes de tránsito de 200 vehículos por hora, a 82 dB para volúmenes de tránsito en exceso de 3,000 vehículos por hora, dependiendo de la proporción de vehículos pesados. Como se puede ver en la Tabla I.1.7.2.1, arriba de los 2,000 veh/hr, los cambios en los niveles de ruido son insignificantes.

Volumen veh/hr	dB con el porcentaje de vehículos pesados indicado				
	0-16 %	16-20 %	20-25 %	25-33 %	33-50 %
200	65	67	67	68	69
300	67	69	69	70	71
400	69	71	71	72	73
500	71	72	72	73	75
600	72	73	73	74	76
700	73	74	74	75	78
800	74	74	74	75	79
900	75	75	75	76	80
1,000	75	75	76	77	81
1,200	76	76	77	78	81
1,400	77	77	78	79	81
1,600	77	77	78	79	81
1,800	77	77	78	79	81
2,000	77	77	78	79	82
2,500	78	78	78	79	82
3,000	78	78	78	79	82

FUENTE: Ministerio de Transporte de Inglaterra

TABLA I.1.7.2.1. VOLUMENES DE TRÁNSITO Y NIVELES DE RUIDO

Para no llegar a un volumen de tránsito de 2,000 vehículos por hora, la solución que se expone es buena opción para el desalojo del tránsito a la periferia del

Area Metropolitana, resultando una reducción en la contaminación acústica. En el Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala, la mayoría de las arterias que sirven de ejes principales del desarrollo, tienen cargas durante varias horas del día que exceden los 2,000 vehículos por hora, creando niveles de ruido mayores a los 78 dB. Arriba de este volumen de tránsito, los cambios en los niveles de ruido son insignificantes.

El control del ruido se logra con más facilidad desde la etapa de planificación, en que las áreas ambientales pueden ser demarcadas y se estimula el tránsito a usar desvíos y corredores menos sensitivos. Por lo cual se apoya categóricamente este estudio de anteproyecto ya que desviará el tránsito hacia los corredores menos sensitivos aliviando grandemente la contaminación acústica.

En la Tabla I.1.7.2.2 se observa la emisión de ruido dependiendo del tipo de vehículo, y en la Tabla I.1.7.2.3 se ven los niveles deseables de ruido establecidos por el Departamento Ambiental del Laboratorio de Investigaciones de Transporte y Carreteras de Londres, Inglaterra

Tipo de Vehículo	Límite en Uso
Motocicleta	
Menos de 50cc	80
50-125 cc	90
Más de 125 cc	90
Vehículo de transporte de bienes-Peso total máximo menor de 3 1/2	92
Vehículo de transporte de bienes-Peso total máximo mayor de 3 1/2 incluyendo autobuses	92
Automóviles	91

FUENTE: Departamento Ambiental del Laboratorio de Investigaciones de Transporte y Carreteras, Londres
 TABLA I.1.7.2.2. MAXIMOS NIVELES DE EMISION DE RUIDO PERMITIDOS

Lugar	Lectura (#10 dB)	
	Día	Noche
Residencias		
Áreas suburbanas	45	35
Áreas urbanas muy concurridas	50	35
Auditorios	30	
Salones de clase		
Edificios nuevos	45	
Edificios existentes	55	
Oficinas		
Privadas	45-50	
Generales	55-60	

FUENTE: Departamento Ambiental del Laboratorio de Investigaciones de Transporte y Carreteras, Londres
 TABLA I.1.7.2.3. MAXIMOS NIVELES DE RUIDO DESEABLES

Ingeniería Ambiental, S.A. también proporcionó datos de un estudio de medición de ruido, en decibelios (dB), realizado el 9 de Noviembre de 1995, siempre en el mismo punto descrito anteriormente, con el mismo período de análisis, los datos se observan en la Tabla I.1.7.2.4

Hora	dB
7:00	81
8:00	80
9:00	78
10:00	80
11:00	83
12:00	81
13:00	81
14:00	80
15:00	81
16:00	83
17:00	80
18:00	81
Promedio	81

FUENTE: Ingeniería Ambiental, S.A., Guatemala
 TABLA I.1.7.2.4. RESULTADOS ESTUDIO DE RUIDO

Según estos datos, el promedio, es de un volumen de tránsito entre 1,000 y 1,800 vehículos/hora, y un 33 a 50 % de tránsito pesado.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, y sabiendo que el nivel permisible de ruido es de 60 dB, se cree que la

mayoría de las personas que viven por el lugar tienden a padecer los efectos fisiológicos patológicos y los efectos psicofisiológicos que ocasiona la contaminación por ruido.

Entre los fisiológicos patológicos se pueden mencionar la fatiga auditiva, los traumatismos acústicos, alteración del ritmo cardíaco, alteración del sistema respiratorio, etc; mientras que entre los efectos psicofisiológicos el sueño, dolor de cabeza, pérdida del apetito, etc.

I.1.7.3. Factores Contaminadores del Tránsito

Además de la contaminación del aire y el ruido existen varios aspectos que afectan directamente al tránsito, entre ellos se podrían mencionar:

La disgregación, ésta se relaciona con la prohibición efectiva de circular, o con el aumento real de la dificultad para circular internamente, entre las partes que componen un área dada, debido a la introducción de mayores volúmenes de tránsito o al mejoramiento de una vía. Se pueden disgregar severamente las comunidades fuertemente vinculadas por lazos étnicos o religiosos o, como en el caso de nuestra ciudad, por actividades centralizadas, como tiendas, lugares de trabajo, centros culturales. La estabilidad puede ser amenazada por el tránsito y las obras conexas que les impiden desarrollar sus patrones normales de actividad. Aunque muchas de las sub-comunidades o barrios del Area Metropolitana se conectan con cierta fluidez, estas áreas deben ser protegidas del funcionamiento adverso del tránsito que podría llegar a dividir las y debilitarlas.

Es reconocible que se necesitan nuevas obras de transporte y/o mejoramientos importantes en algunas calles existentes, y cuando este es el caso, el problema consiste en hallar la ubicación o la manera menos dañina de efectuar la obra o el mejoramiento. Lo que puede ser un mejoramiento para el transporte, puede ser perjudicial para el vecindario. Por estas razones, se ha pensado en proyectar

el Tramo Intermedio por zonas con pocos pobladores o nada pobladas, para no producir estos problemas.

Como ya se ha hecho notar, el congestionamiento de vehículos desata una polución del aire bastante alta, esto se compensaría si se tuvieran áreas verdes, pero con preocupación se observa que mientras el Área Metropolitana sigue creciendo, el área verde total se reduce poco a poco. Esto se debe a la maximización de área de urbanización en las lotificaciones, cuyo interés es tener más área para vender.

La alternativa que se trata de justificar tiene la ventaja de que la mayoría del tramo se ubica en zonas inhabitables, como barrancos. El área verde es componente del paisaje, además absorberá gran parte de la contaminación producida por los vehículos que transitan por el área.

El grado de accidentes de tránsito también tiene una estrecha relación con el volumen de tránsito, igual que el ruido. Por lo que se planificó la construcción de facilidades de tránsito, entre las que se encuentran, secciones de emergencia, la introducción de una administración eficiente de tránsito y un cambio en la educación vial.

I.1.8. Impacto Socioeconómico

El impacto socioeconómico se puede medir por medio de ciertos factores que afectarán, positiva o negativamente, el área en estudio, su estructura social y económica.

Este impacto puede ser medido antes de la ejecución del proyecto, pero los efectos de desarrollo se notarán considerablemente después de que los proyectos hayan sido terminados.

Con respecto al aspecto ambiental, la contaminación del aire, el nivel del ruido y los accidentes de tránsito se reducen debido al mejoramiento de las condiciones de

tránsito, lo que repercute social y económicamente de una forma indirecta.

I.1.8.1. Relación Beneficio/Costo

La relación beneficio/costo es un índice de conveniencia del proyecto, en el cual se realiza un balance entre los beneficios que producirá el proyecto y los costos del mismo.

Entre los beneficios se encuentran los efectos económicos y educativos, la demanda efectiva de empleo, el aumento en el Producto Interno Bruto, confort hacia el piloto y hacia los pasajeros, el ahorro de energía y combustible y otros, como la economía del país.

Entre los costos se deben mencionar los de diseño geométrico, movimiento de tierras, topografía, pasos a desnivel, y otros del proyecto en sí. Además, de los costos de plusvalía, desequilibrio ambiental al construir en áreas verdes y el desplazamiento de los habitantes que no podrán adaptarse al cambio inevitable e impredecible.

I.1.8.2. Tasa Interna de Retorno (T.I.R.)

La Tasa Interna de Retorno o Tasa de Rendimiento Interno es un concepto realmente útil que permite expresar el carácter remunerativo de una inversión como un sólo valor. Este valor automáticamente se ajusta para reflejar las diferencias en la modalidad de ocurrencia de los flujos monetarios de ingreso y egreso que se proveen. Así mismo es independiente del tamaño absoluto del proyecto.

La Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) se obtiene descontando los flujos monetarios o diferentes tasas, hasta encontrar aquella en la que los beneficios y costos descontados sean iguales.

El método es adaptable fácilmente a la evaluación de proyectos viales realizados por entidades gubernamentales, en donde, la mayor inversión es en los primeros años del proyecto y después hay solamente unas pequeñas erogaciones,

en relación a la inicial, por concepto de mantenimiento y operación. Los beneficios, por el contrario se incrementan año con año. En casos especiales en los cuales se realizan grandes inversiones en diferentes períodos de tiempo, como en el caso de una construcción por etapas, puede suceder que ocurran varias tasas de rendimiento.

I.1.8.3. Análisis de la Potencial Plusvalía de la Tierra.

La plusvalía, es un factor que afecta directa y positivamente el valor de un bien, por circunstancias ajenas al dueño, o por mejoras a dicho bien.

I.1.8.3.1. Análisis al Incremento en el Costo de la Tierra.

Se investigó que el incremento del costo de los bienes raíces cercanos al proyecto, por sus efectos, aumentarán en un 75%, ya que atraerá gran crecimiento comercial e industrial, en otras palabras, acercará el desarrollo a ciertas zonas del Area Metropolitana.

I.1.8.3.2. Análisis de las Consecuencias del Aumento a los Actuales Propietarios

Si se observa en la Figura II.3.1, el trazo preliminar se localizó en lugares no habitables. Pero en los puntos en los cuales no se logró este objetivo, se piensa que si el habitante es propietario directo, la plusvalía le beneficiará grandemente, por el contrario, si el habitante es inquilino, esto podría ser un factor negativo para su economía.

I.2. Movilización de Tránsito en el Area Metropolitana

El sistema de carreteras de la Ciudad de Guatemala está compuesto por siete corredores radiales importantes, debido a las restricciones de desarrollo causadas por los barrancos al norte y al sur y las montañas al este y oeste. Estos barrancos tienen entre 50 y 120 metros de profundidad, por lo que el Anillo Periférico es un semicírculo que rodea aproximadamente 4 Km.

La movilización en el Area Metropolitana se podría dividir en cuatro partes:

En Dirección Norte: en el área norte de la Ciudad de Guatemala, se encuentra la CA-9 (Carretera al Atlántico o Calle Martí) que incluye al Puente Belice. Se encuentra de norte a este, es la única carretera habilitada y está rodeada de los barrancos y valles de la zona. El volumen de tránsito que cruza el Puente Belice todos los días es de 65,000 vehículos/día, de los cuales el 22.3% es transporte pesado.

En Dirección Oeste: se encuentran dos corredores que se conectan con Mixco, la CA-1 (Calzada Roosevelt) con seis carriles, y la Calzada San Juan con cuatro carriles, éstos corren paralelas. El volumen de tránsito en estos dos grandes corredores es de 86,100 vehículos/día, con un índice de tránsito pesado del 11.8%, para la CA-1 y 58,400 vehículos/día, con un índice de tránsito pesado del 21.0%, para la Calzada San Juan.

En Dirección Sur: esta zona es conectada por tres ramales, que también corren paralelos, éstos son: la CA-9 (Calzada Aguilar Batres y prolongación), la Avenida Petapa y la Avenida Hincapié. La CA-9 contiene la mayor parte del volumen de tránsito con 70,200 vehículos/día, un índice de tránsito pesado del 26.0% y un índice de transporte urbano y extraurbano del 22.4%. La Carretera a Petapa, como también se le conoce a la Avenida Petapa, no está pavimentada al sur de Ciudad Real, pero es por factores de localización y construcciones aledañas. La Avenida Petapa

absorbe 54,500 vehículos/día, con un índice de tránsito pesado del 18.9% y el índice de transporte urbano es del 13.4%.

En cuanto a la Avenida Hincapié, se le realizan mejoras desde 1994, el volumen estimado es de 30,000 vehículos/día, con un índice de tránsito pesado del 11.9%.

En Dirección Este: la CA-2 (Carretera a El Salvador ó Boulevard los Próceres) dirige su tránsito hacia Santa Catarina Pinula, San José Pinula y El Salvador. Por este corredor se movilizan diariamente 82,000 vehículos, un 4.3% es transporte pesado y un 5.0% es transporte urbano.

I.2.1. Antecedentes

El número de vehículos ha crecido constantemente, cada año en un 7.8% en promedio. En 1989 existían 196,657 vehículos particulares en el Área Metropolitana, y en 1995 ascendió a 352,691, según datos del Ministerio de Finanzas Públicas. Si la cantidad de vehículos particulares sigue creciendo a ese ritmo, en el año 2010 habrá casi un millón de automóviles en las calles de la ciudad, trayendo consigo un aumento de los volúmenes de tránsito. Esto es algo que ya sucedido de 1976 al año de 1995: El número de vehículos aumentó de 72,310 a 352,691 y la red vial de 978 a 1135 kilómetros. Esto quiere decir que los vehículos aumentaron en un 388%, en tanto que la infraestructura vial en un 16%. Lo que ha provocado que las condiciones de tránsito sea cada vez más críticas. Esto se puede comprobar con los conteos de volúmenes de tránsito de 1976, 1990 y 1995. En los que el volumen aumentó entre un 50 y 100%, excepto en las vías al poniente, donde se dieron aumentos de volumen de hasta el 600%. Causa de esto fue la urbanización de grandes áreas en las zonas 7 y 11 y Mixco en los últimos decenios.

I.2.2. Capacidad de Expansión de la Población en las Áreas de Desarrollo por Localidad o Colonia Involucrada

La capacidad de expansión de la población muestra la relación entre población actual (1,995) y el área urbanizada, dentro de la Ciudad de Guatemala, la tabla siguiente da los resultados para el Área Metropolitana.

Municipio	Población (1,994)	Área Urbanizada (#1,000)	Expansión Inmediata (#1,000)	Expansión Mediata (#1,000)
Guatemala	822,587	1,095.4	606.9	120.5
Santa Catarina Pinulá	38,609	3.5	74.8	116.5
Villa Canales	62,284	8.0	16.5	228.3

FUENTE: Estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado

TABLA I.2.2.1. CAPACIDAD DE EXPANSION DE LA POBLACION EN EL AREA METROPOLITANA

En los valores que muestra la Tabla I.2.2.1, se puede observar cómo las áreas de expansión del Municipio de Guatemala van en disminución, esto significa que éste se está saturando. Mientras que si se analizan Villa Canales y Santa Catarina Pinulá, se nota que van en aumento, esto es porque tienen capacidad para crecer, a corto y a mediano plazo.

I.2.2.1. Capacidad de Expansión de la Población en la Colonia Santa Fe

La Tabla I.2.2.1.1 muestra la capacidad de la colonia Santa Fe, observando que la proyección ya es casi nula para un futuro inmediato, por lo que ya no se puede contar con ella para una expansión a nivel mediato.

Municipio	Población (1,994)	Área Urbanizada (#1,000)	Expansión Inmediata (#1,000)	Expansión Mediata (#1,000)
Santa Fe	51,239	351.9	245.6	112.0

FUENTE: Estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado

TABLA I.2.2.1.1. CAPACIDAD DE EXPANSION DE LA POBLACION EN LA COLONIA SANTA FE

En la Tabla I.2.2.1.1, se ve que la Colonia Santa Fé, tiene el mismo fenómeno que el Municipio de Guatemala, está a punto de saturarse, de manera que se estima que ya no crecerá mucho más.

I.2.2.2. Capacidad de Expansión de la Población en Boca del Monte

Para Boca del Monte el panorama es realmente diferente, en la Tabla I.2.2.2.1 se observa que será un terreno al cual el crecimiento del Area Metropolitana tenderá a absorber lenta pero con mucha seguridad.

Municipio	Población (1,994)	Area Urbanizada (\$1,000)	Expansión Inmediata (\$1,000)	Expansión Mediata (\$1,000)
Boca del Monte	16,891	17.8	21.5	352.0

FUENTE: Estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado

TABLA I.2.2.2.1. CAPACIDAD DE EXPANSION DE LA POBLACION EN LA COLONIA BOCA DEL MONTE

La Colonia Boca del Monte, aún tiene capacidad de crecimiento, para un corto, mediano y largo plazo.

I.2.3. Densidad de Población en la Ciudad de Guatemala y Municipios Aledaños

Los datos de densidad de población del Municipio de Guatemala y los municipios involucrados en el Tramo Intermedio, al igual que la densidad de población en el Area Metropolitana se muestran en la Tabla I.2.3.1.

Municipio	Densidad
Guatemala	45 hab/Ha
Santa Catarina Pinula	8 hab/Ha
Villa Canales	4 hab/Ha
Area Metropolitana	65 hab/Ha

FUENTE: Estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado

TABLA I.2.3.1. DENSIDAD DE POBLACION POR ZONAS DE INFLUENCIA

Se observa en la Tabla I.2.3.1 la alta densidad poblacional del Municipio de Guatemala, de donde se deduce la poca capacidad de extensión de dicho Municipio, al contario de los Municipios de Santa Catarina Pinula y Villa Canales, que por tener un bajo índice poblacional, son más capaces de absorber expansión en su territorio.

I.2.4. Población Económicamente Activa por Zona de Influencia

En la Tabla I.2.4.1 se presentan para los municipios relacionados con el Tramo Intermedio, para el Area Metropolitana y los valores y porcentajes de Población Económicamente Activa (P.E.A.).

Municipio	P.E.A.		
	Hombres	Mujeres	Total
Guatemala	193,062	85,139	278,201
Santa Catarina Pinula	15,637	1,875	17,512
Villa Canales	8,978	2,122	11,100
Area Metropolitana	425,375	187,588	612,963

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística (INE)

TABLA I.2.4.1. POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA POR ZONAS DE INFLUENCIA

La zona de influencia con mayor peso económico es el Municipio de Guatemala, porque tiene una densidad de población alta, mientras que Villa Canales y Santa Catarina Pinula tienen porcentajes menores de P.E.A. por su baja densidad de población.

I.2.5. Ingreso Promedio Anual por Familia

Se calcula que el Ingreso Promedio Anual por familia en el año 1995, para la Ciudad de Guatemala fue de Q. 6,555, según el Banco de Guatemala.

I.2.6. Análisis del Crecimiento del Sistema Vial en el Area Metropolitana

Si se observa la Figura I.2.6.1 en donde se muestra el sistema vial actual, tomando en cuenta que únicamente ha variado un 16% en 20 años, y que en realidad no está bien estructurado, comparándolo con el sistema vial proyectado para el año 2010 (Figura I.2.6.2), en donde se encuentra el Periférico Metropolitano proyectado, se perciben mejoras y ampliaciones que se adaptarán a la Ciudad de Guatemala en la rama vial. Esperando que después de 20 años más, se haya aprendido la lección y se produzca una relación directamente proporcional en el crecimiento vehicular y el crecimiento vial.

FIGURA I.2.6.1. SISTEMA VIAL ACTUAL EN EL AREA METROPOLITANA

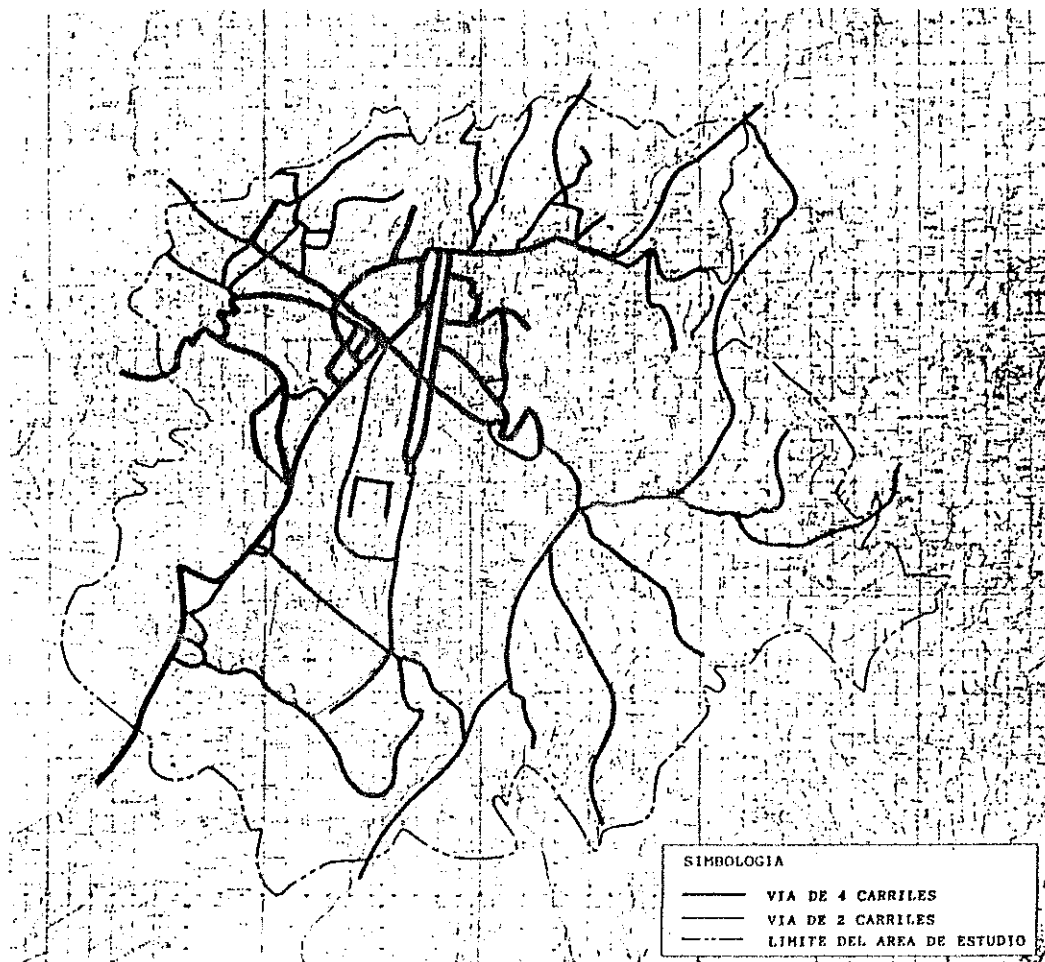
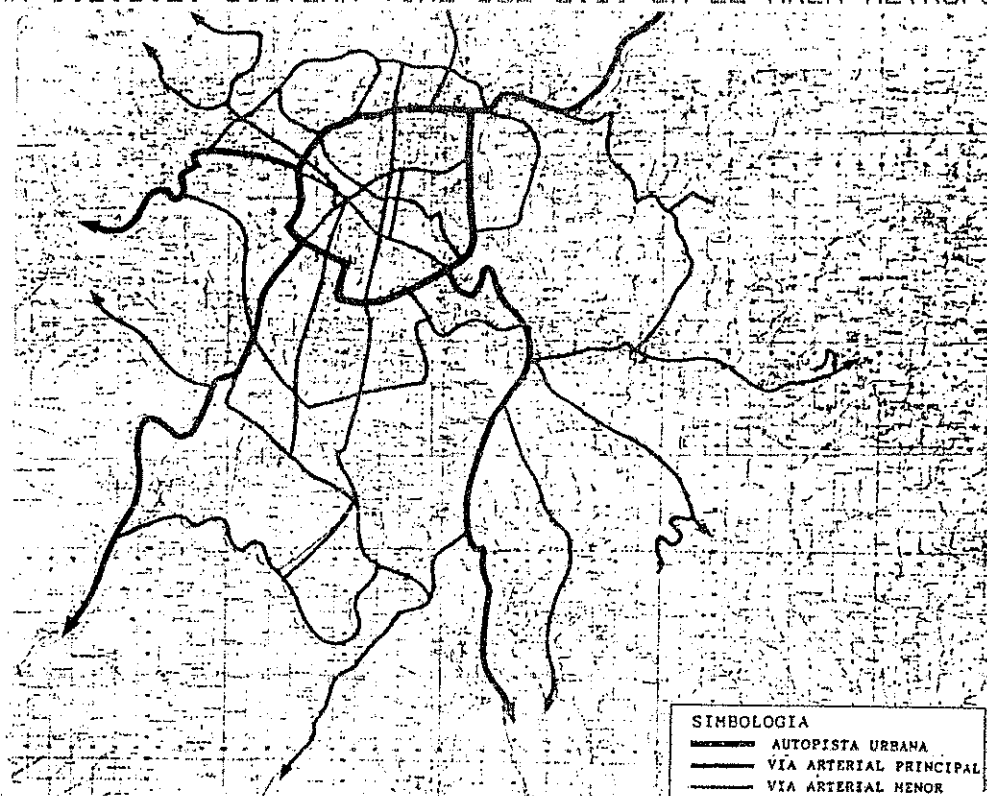


FIGURA I.2.6.2. SISTEMA VIAL DEL 2010 EN EL AREA METROPOLITANA



I.2.6.1. Cantidad de Vehículos Automotores Registrados en la República desde el año 1,975

En la Tabla I.2.6.1.1 se muestran los valores de los automóviles registrados del año 1975 al año 1995, se observa un crecimiento progresivo exponencial, con aproximadamente un índice del 14% de crecimiento cada 5 años, lo que implica un 3% anual.

Tipo de Vehículo	1,975	1,980	1,985	1,990	1,995
Vehículo Particular	97,118	157,223	174,631	232,261	433,815
Vehículo Comercial	24,573	29,488	35,385	44,036	76,132
Taxi	1,862	2,234	2,681	3,256	5,021
Bus Urbano	1,354	1,693	2,116	2,622	3,380
Misión Consular y Diplomática	684	849	1,052	1,271	1,751
Vehículo Oficial	6,348	6,351	6,353	6,355	7,852
Trailer	2,536	3,437	4,657	6,528	12,938
Motocicleta	59,245	61,852	64,573	67,513	104,618
Total	193,720	265,731	294,170	366,782	645,507

FUENTE: Ministerio de Finanzas Públicas

TABLA I.2.6.1.1. CANTIDAD DE VEHICULOS REGISTRADOS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA (1975-1995)

La Tabla I.2.6.1.2 muestra la proyección de crecimiento de los vehículos en la República de Guatemala.

Tipo de Vehículo	1,995	2,000	2,005	2,010
Vehículo Particular	433,815	532,948	747,535	1,048,524
Vehículo Comercial	76,132	85,857	112,050	146,235
Taxi	5,021	5,751	7,282	9,221
Bus Urbano	3,380	4,188	5,254	6,591
Misión Consular y Diplomática	1,751	2,110	2,651	3,331
Vehículo Oficial	7,852	7,530	7,858	8,200
Trailer	12,938	16,415	24,246	35,814
Motocicleta	104,618	100,970	114,127	128,998
Total	645,507	755,768	1,021,004	1,386,915

FUENTE: Estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado

TABLA I.2.6.1.2. ANALISIS DE CRECIMIENTO VEHICULAR EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA (1995-2010)

Para lograr diseñar una carretera óptima y sobre todo funcional, se hace necesaria la obtención de información de conteos municipales anteriores, con efecto de calcular el índice de crecimiento de vehículos se utilizaron regresiones exactas, la logarítmica y la semiexponencial.

I.2.7. Sistema principal de tránsito en el Area Metropolitana

En la Figura I.2.6.1 se presenta el sistema vial actual, el cual hay que asumir como el sistema vial principal del Area Metropolitana. Lastimosamente no se tienen actualmente opciones que puedan reemplazarlo, pero se planea que la Municipalidad de Guatemala, realice obras de infraestructura vial como el Periférico Metropolitano, para que dicho sistema posea alternativas de manejo.

I.2.7.1. Análisis de separación de tránsito

En la Figura I.2.6.2, se ve de la distribución futura de la red vial, se puede decir que se puede separar el tránsito de paso, para que no forzosamente tenga que atravesar el núcleo de la ciudad, sino que en su defecto lo rodee; este tipo de tránsito en su mayoría sería pesado;

por el lado del transporte urbano, a la hora de existir más alternativas de alivio, que podrían ser usadas por transporte pesado y liviano únicamente, la red de transporte urbano contaría con más espacio para circular.

Se tiene planificado que se desvíe un 20 a 25% de tránsito hacia el Tramo Intermedio, contabilizando un Tránsito Promedio Diario (T.P.D.) de aproximadamente 28,000 a 37,000 vehículos.

I.2.7.2. Porcentaje de viajes durante periodos de máxima diarios

La Tabla I.2.7.2.1 muestra los resultados de los viajes diarios dentro del Area Metropolitana, las opciones y las cantidades de viajes realizados por personas con vehiculo y sin vehiculo. Mientras que en la Figura I.2.7.2.1 se muestra el flujo principal de viajes personales y la Figura I.2.7.2.2 la distribución modal de dichos viajes.

Propósito de viaje	Tasa de Producción de viaje	
	propietario	no propietario
Al Trabajo	0.627	0.431
A la Escuela	0.364	0.298
Compras	0.112	0.092
Negocios	0.154	0.059
Otros	0.184	0.130
A Casa	1.262	0.942

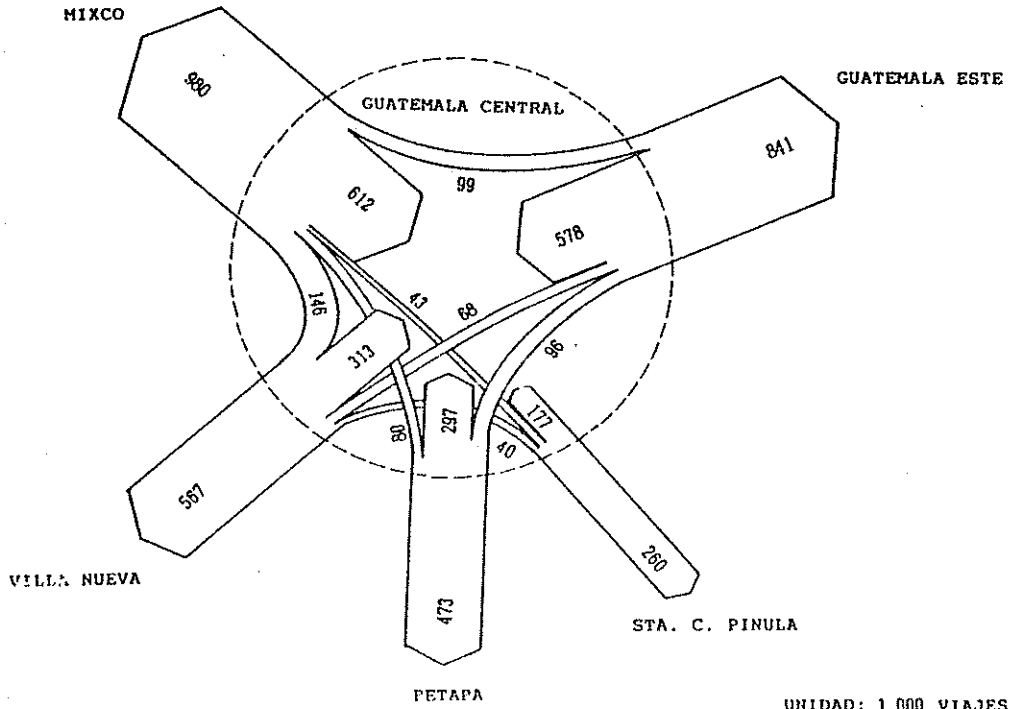
FUENTE: Multivex S.A.

TABLA I.2.7.2.1. TASA DE PRODUCCION DE VIAJES EN EL AREA METROPOLITANA

En la Tabla I.2.7.2.1 es notoria la mayor producción de viajes "a casa", y en segundo "al Trabajo", y a pesar de la diferencia propietario de vehiculo y no propietario, el orden de importancia del propósito del viaje no varía en lo absoluto. Mientras tanto la Figura I.2.7.2.1 es un diagrama que explica la distribución geográfica de la mayoría de los viajes, en el se observa que los corredores hacia Mixco son los más transitados. Y en la Figura I.2.7.2.1 la

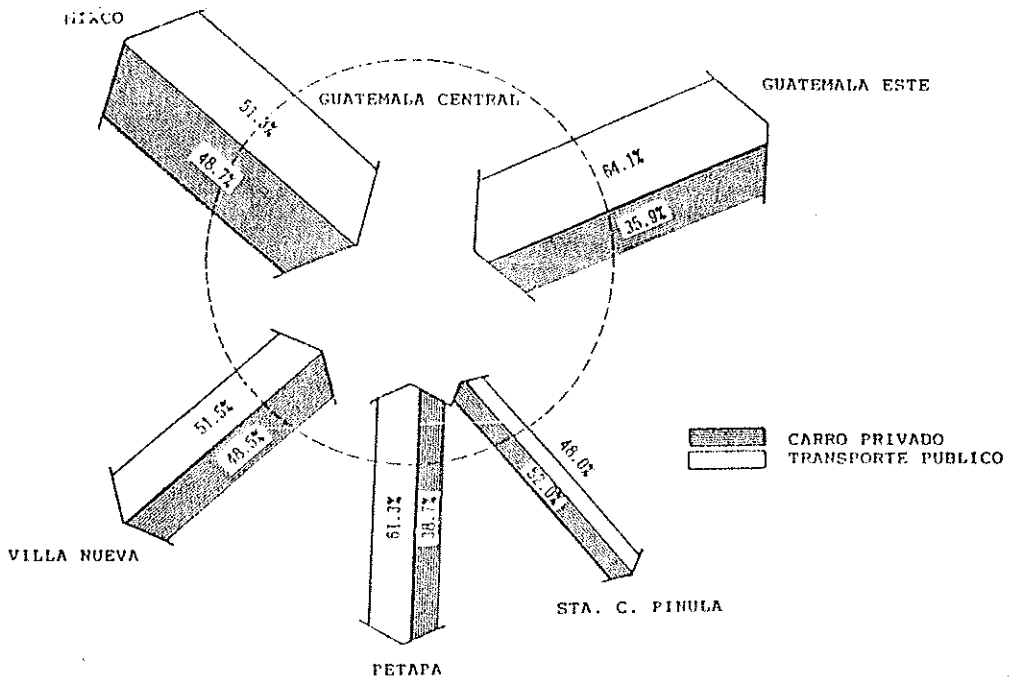
distribución de direcciones, y de carriles, de dichos viajes.

FIGURA I.2.7.2.1. FLUJO PRINCIPAL DE VIAJES



UNIDAD: 1,000 VIAJES

FIGURA I.2.7.2.2. DISTRIBUCION MODAL DE VIAJES



I.2.7.3. Grado de ocupación por vehículos

El grado de ocupación de vehículos está relacionado con el propósito del uso, o de viaje. La Tabla I.2.7.3.1 muestra valores del grado de ocupación que se da a los vehículos por propósito de los viajes.

Propósito del viaje	Ocupación(%)
De la Casa al Trabajo	1.60
De la Casa a la Escuela	3.25
De la Casa a Otros Sitios	1.45
No Originados a Casa	1.35

(%) incluyendo al piloto

FUENTE: Multivex S.A.

TABLA I.2.7.3.1. GRADO DE OCUPACION DE VEHICULOS

Los valores que se presentan en la Tabla I.2.7.3.1 están demasiado bajos. Se aconseja mejorar el transporte público, proporcionándolo con limpieza, buen servicio y seguridad, para que los índices de ocupación aumenten, reduciendo la cantidad de vehículos en las calles del Area Metropolitana.

I.2.7.4. Módulo de ocupación por vehículos

El módulo de ocupación relaciona los vehículos livianos con los otros tipos de vehículos registrados en el Ministerio de Finanzas Públicas, obteniendose un valor, para el cual el módulo de ocupación es alto si es mayor de 0.5; y si por el contrario es más bajo de 0.5, el valor es aceptable. En la Tabla I.2.7.4.1 se muestran los valores del grado de ocupación de vehículos en el Area Metropolitana.

Tipo de Vehículo	Módulo de Ocupación
Vehículo Particular	1.000
Vehículo Comercial	0.175
Taxi	0.012
Bus Urbano	0.008
Misión Consular y Diplomática	0.004
Vehículo Oficial	0.018
Trailer	0.030
Motocicleta	0.241

FUENTE: Multivex S.A.

TABLA I.2.7.4.1. MODULO DE OCUPACION DE VEHICULOS

CAPITULO II

EJERCICIO PROFESIONAL

II.1. Densidad de Vivienda

La densidad de vivienda en el Area Metropolitana es un tema bastante discutido hoy en día. La densidad de vivienda para el Area Metropolitana es de 1 vivienda/Ha, hay que tomar en cuenta que aquí se toma toda el área, sin catalogar o descartar las zonas de barrancos o las zonas montañosas.

La densidad de vivienda para el Municipio de Guatemala alcanza las 9 viviendas/Ha, relativamente alto comparado con el anterior; mientras que la del Municipio de Santa Catarina Pinula llega a las 2 viviendas/Ha y la de Villa Canales es de 1 vivienda/Ha.

II.2. Densidad Vehicular

La cantidad de vehículos en el Area Metropolitana ha resultado ser un problema, tanto para la Municipalidad, para la Dirección de Tránsito, para los conductores, etc. La densidad vehicular actual alcanza los 16 Vehículos por Hectárea. Comparado con el del año 1990, que eran 9 vehículos/Ha, se nota un incremento de casi el 200%.

II.2.1. Descripción del Crecimiento de Vehículos

En la Tabla I.2.6.1.1, se ve en detalle el crecimiento que tuvieron los vehículos en la República de Guatemala de 1975 a 1995, y por métodos estadísticos se proyectó al año 2010. Haciendo un análisis de estos datos el cual desciende al 6.5%.

I.2.2. Descripción Geográfica de los Corredores Radiales en la Zona Metropolitana

Entre los corredores radiales en el Area Metropolitana se localizan los siguientes:

La Calle Martí y la Simeón Cañas, en el Norte de la ciudad, la cual corre de Este a Oeste.

La CA-9, que se localiza como prolongación de la Calle Martí, que ha sido absorbida por el crecimiento del Area Metropolitana en ese sector, ésta corre en dirección Noreste.

El Anillo Periférico que se encuentra en la parte Noroeste, que es un semicírculo con 4 Km de diámetro y alimenta al Sur, al Oeste y al Norte.

La Calzada San Juan, ubicada al oeste de la ciudad, corre de Oeste a Este.

La Calzada Roosevelt (CA-1 o Carretera Roosevelt), también localizada al Oeste, recorre paralela a la Calzada San Juan hasta unirse en El Trébol.

La Avenida Bolívar, la cual se localiza ya en el centro de la Metrópoli, esta corre de Norte a Sur.

El Boulevard San Cristóbal, que primeramente fue creado para comunicar a tan magna obra de urbanización, se localiza al Suroeste del Area Metropolitana y corre hacia el Noroeste.

La Calzada Aguilar Batres localizada hacia el Sur de la ciudad, corre de Norte a Sur como prolongación de la Avenida Bolívar.

La Avenida Petapa, corre paralela a la Calzada Aguilar Batres, también se localiza al Sur.

La Avenida Hincapié, está localizada al Sur, también corre de Norte a Sur.

La Avenida de Las Américas, ha sido transformada en un corredor, pero de menos importancia, ésta también corre de Norte a Sur, su ubicación es al Sur del Area Metropolitana.

La antigua CA-2, hoy 20 calle de la zona 10, se encuentra al Sureste, corre de Este a Oeste.

Paralela a la anterior corre el Boulevard los Próceres, localizado también al Sureste.

Y como un calco de los anteriores el Boulevard Vista Hermosa, al Sureste corriendo de Este a Oeste.

Dentro de la creciente Ciudad de Guatemala también se encuentran ciertos corredores como el Boulevard Liberación que corre de Este a Oeste, la 6a Avenida y la 7a Avenida, las cuales corren desde la zona 1 pasan por la zona 4 y terminan uniéndose al Boulevard Liberación en la zona 9, estas dos corren paralelas de Norte a Sur.

Probablemente existan más corredores, pero se han mencionado los más importantes, los que serán beneficiados con la creación de un PERIFERICO METROPOLITANO.

II.2.3. Análisis de tránsito en los Corredores Radiales Actuales

El análisis del tránsito en los corredores radiales, se hará únicamente para los corredores que están más íntimamente relacionados con el área del Tramo Intermedio. Estos son: Calzada Aguilar Batres, Avenida Petapa y Avenida Hincapié.

Para lograr tomar una idea del volumen de vehículos que transitan por el área en estudio, se presentarán a continuación los conteos que se realizaron, en ambas direcciones, en el Anillo Periférico, frente a Hiperpaiz, zona 11 (Tabla II.2.3.1); Calzada Aguilar Batres y 32 calle, zonas 11 y 12 (Tabla II.2.3.2); Avenida Universidad, y 31 calle, zona 12 (Tabla II.2.3.3); Avenida Petapa, frente al Patronato Anti-Alcohólico, zona 12 (Tabla II.2.3.4); Avenida Petapa, frente al Centro Comercial Petapa, zona 12 (Tabla II.2.3.5); Avenida Hincapié, a la altura de la garita de policía, zona 13 (Tabla II.2.3.6); Avenida Hincapié, frente al Cementerio de la Colonia Santa

Fe (Tabla II.2.3.7); en estos puntos se colocaron contadores y se obtuvieron los resultados siguientes.

Tipo de Vehículo	Total (12 horas)
Automóvil	11,341
Pick-up	4,500
Camión	1,006
Trailer	405
Microbús	965
Bus	270
Motocicleta	1,215
TOTAL	19,702

FUENTE: Ing. Jorge E. Erdmenger y Asociados.

TABLA II.2.3.1. VOLUMEN DE TRANSITO EN ANILLO PERIFERICO, FRENTE A HIPERPAIZ

Tipo de Vehículo	Total (24 horas)
Automóvil	33,150
Pick-up	14,398
Camión	5,105
Trailer	4,312
Microbús	4,592
Bus	4,448
Motocicleta	2,894
TOTAL	68,899

FUENTE: Ing. Jorge E. Erdmenger y Asociados.

TABLA II.2.3.2. VOLUMEN DE TRANSITO EN CALZADA AGUILAR BATRES Y 32 CALLE

Tipo de Vehículo	Total (24 horas)
Automóvil	17,906
Pick-up	5,142
Camión	1,400
Trailer	1,275
Microbús	1,684
Bus	2,559
Motocicleta	1,236
TOTAL	31,202

FUENTE: Ing. Jorge E. Erdmenger y Asociados.

TABLA II.2.3.3. VOLUMEN DE TRANSITO EN LA AV. UNIVERSIDAD Y 31 CALLE

Tipo de Vehículo	Total (24 horas)
Automóvil	27,103
Pick-up	10,731
Camión	5,355
Trailer	3,815
Microbús	4,116
Bus	5,463
Motocicleta	3,732
TOTAL	60,315

FUENTE: Ing. Jorge E. Erdmenger y Asociados.

TABLA II.2.3.4. VOLUMEN DE TRANSITO EN AV. PETAPA, FRENTE AL PATRONATO ANTI-ALCOHOLICO

Tipo de Vehículo	Total (12 horas)
Automóvil	12,034
Pick-up	6,567
Camión	2,213
Trailer	1,618
Microbús	269
Bus	2,169
Motocicleta	2,602
TOTAL	27,472

FUENTE: Ing. Jorge E. Erdmenger y Asociados.

TABLA II.2.3.5. VOLUMEN DE TRANSITO EN AV. PETAPA, FRENTE AL CENTRO COMERCIAL PETAPA

Tipo de Vehículo	Total (12 horas)
Automóvil	7,605
Pick-up	3,569
Camión	427
Trailer	426
Microbús	660
Bus	1,149
Motocicleta	1,723
TOTAL	15,559

FUENTE: Ing. Jorge E. Erdmenger y Asociados.

TABLA II.2.3.6. VOLUMEN DE TRANSITO EN AV. HINCAPIE, FRENTE A LA GARITA DE POLICIA

Tipo de Vehículo	Total (24 horas)
Automóvil	2,595
Pick-up	1,660
Camión	280
Trailer	37
Microbús	257
Bus	1,134
Motocicleta	977
TOTAL	6,940

FUENTE: Ing. Jorge E. Erdmenger y Asociados.

TABLA II.2.3.7. VOLUMEN DE TRANSITO EN AV. HINCAPIE, FRENTE AL CEMENTERIO DE LA COL. SANTA FE

Para tener una idea mucho más amplia de la urgencia de una solución, la Tabla II.2.3.8 muestra una relación entre el volumen de tránsito y la capacidad máxima por corredor analizado; esta relación se le podría llamar porcentaje de saturación de los corredores.

Corredor	Veh/día Miles	Flujo Prom por Carril	Cap Máx /Carril	% Saturación
Anillo Periférico	39.40	2,167	2,000	108.33%
Calz Aguilar Batres	68.90	3,788	2,000	189.42%
Avenida Petapa	60.32	3,316	2,000	165.82%
Avenida Hincapié	15.56	856	2,000	42.78%

FUENTE: Estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado

TABLA II.2.3.8. PORCENTAJE DE SATURACION EN LOS CORREDORES DEL AREA DE ESTUDIO

Simplemente con observar las tablas de conteos, y la Tabla II.2.3.8, se toma la idea de la cantidad de vehículos que transitan por las calles de Guatemala, y la saturación de los corredores radiales, por la ineficacia e insuficiencia de los mismos.

Igualmente la Figura II.2.3.1 muestra en forma gráfica el volumen del tránsito en el Area Metropolitana; mientras que en la Figura II.2.3.2 se observa la distribución del grado de congestión en el Area Metropolitana. Este factor es igual al porcentaje de saturación; ambos relacionan el volumen de tránsito con la capacidad de la vía, pero la diferencia es que uno lo presenta como un cociente y el otro como un porcentaje.

Estas dos figuras son muy importantes, ya que en ellas se puede observar de una manera más tangible los volúmenes de tránsito y la separación del mismo en su movilización por la capital guatemalteca; en la segunda se observa el porcentaje de la relación volumen/capacidad.

FIGURA II.2.3.1. VOLUMEN DE TRANSITO EN EL AREA METROPOLITANA

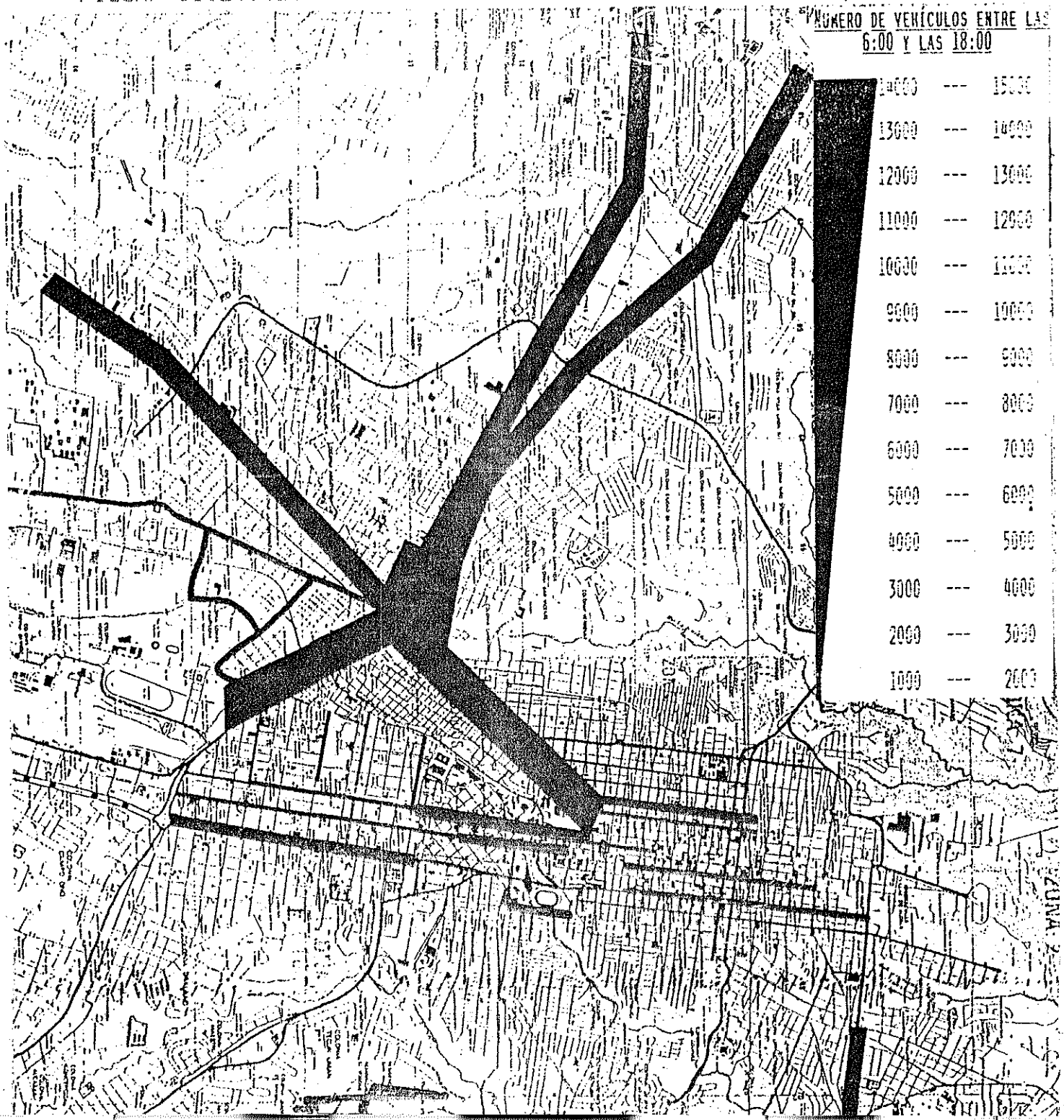
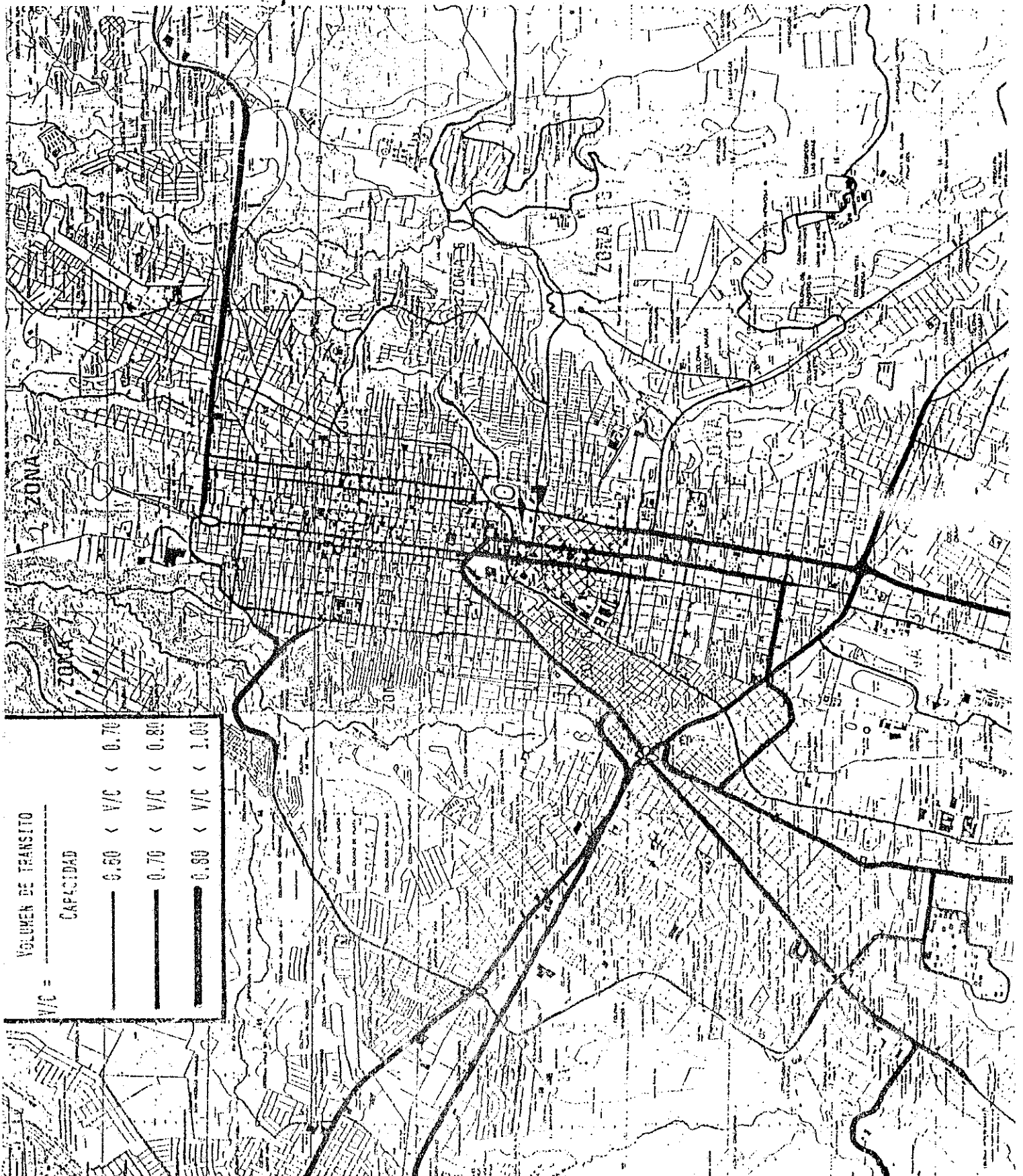


FIGURA II.2.3.2. GRADO DE CONGESTION EN EL AREA METROPOLITANA



II.3. Descripción de la Alternativa Propuesta

La solución presentada en este estudio fue analizada desde los aspectos económicos y sociales.

El Tramo Intermedio tiene una longitud aproximada de 9,800 metros. Que se seccionará en tres partes, con una tipología cada uno. En los 2 km del inicio se utilizará la Vía Arterial Principal, los 4 km siguientes, utilizarán gabarito del tipo Vía Arterial Menor y para finalizar se utilizarán 1.8 km de Autopista Urbana. También se colocarán tres pasos a desnivel tipo "Trébol", dos tipo "T" y dos tipo "diamante". Un total de 3 puentes y 5 pasarelas, para la seguridad del peatón y señalización informativa, preventiva y restrictiva; para la seguridad del piloto.

II.3.1. Trazo de la Línea Preliminar

Como se observa en la Figura I, se presenta el trazo propuesto de la línea preliminar. Este trazo se encargará de unir el Anillo Periférico con el Periférico Metropolitano, específicamente el Tramo Sur I. Dicho proyecto se encuentra entre las coordenadas siguientes:

Latitud 14° 35' Y 14° 33'
Longitud 90° 33' y 90° 30'

Partirá del Anillo Periférico por la Avenida Universidad, tomando la 31 calle en dirección del este, mientras que el tránsito hacia el oeste será dirigido por la 30 calle. Se contempla colocar un paso a desnivel en "T" en cada una de ambas calles para facilitar la separación de tránsito de la Universidad de San Carlos de Guatemala y del Periférico Metropolitano; al llegar a la Avenida Petapa se propone construir un par de túneles que unirán las dos vías independientes con la 31 calle.

El trazo continúa por la 31 calle. Se planea la construcción de un paso a desnivel al intersectar la línea del ferrocarril, en donde la Municipalidad de Guatemala ha planificado la construcción de la Calzada Atanasio Tzul. Al seguir por la 31 calle, se llega a la orilla del barranco,

en donde se colocarán dos puentes, uno para cada vía, para conservar así la regulación de pendientes máximas establecida por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

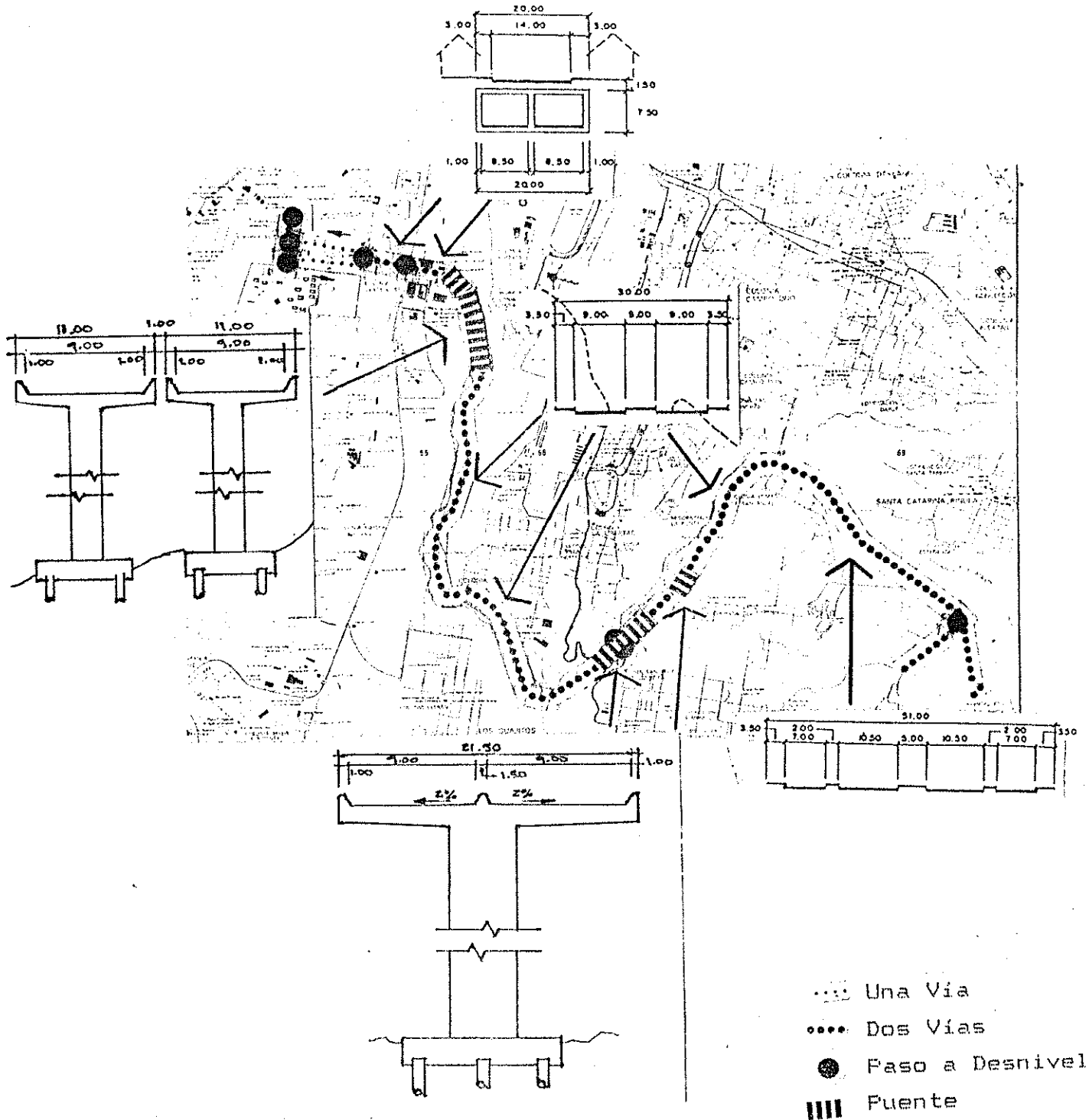
Al otro lado del barranco, a un nivel que establecerá la Municipalidad de Guatemala, se rodeará el valle en el que se asienta la Colonia Santa Fe, tomando la orilla del Río Guadroncito, aguas abajo, el cual se convierte, más adelante, en Río Guadrón.

En el punto en que el Río Guadrón converge con el Río Pinula, se tomará la dirección aguas arriba de éste último, hasta intersectar al puente que actualmente lleva a Boca del Monte. En este punto deberá construirse un puente encima del actual, que se prolongará rodeando el barranco al norte de Boca del Monte, para subir el tránsito por las laderas del barranco. Este puente deberá contar con los accesos y salidas correspondientes.

Más adelante deberá construirse otro puente que atravesará un ramal del Río Pinula.

Rodeará el barranco y la Colonia Lomas de San Angel, en forma paralela a la calle de terracería que conduce de la Cuchilla del Carmen, parte nor-este de Boca del Monte, hacia Santa Catarina Pinula, con la cual se unirá después. Para finalizar en la intersección de los Tramos Sur I y Sur II del Periférico Metropolitano.

FIGURA II.3.1. ALTERNATIVA PROPUESTA PARA EL PERIFERICO METROPOLITANO, TRAMO INTERMEDIO



II.3.2. Grado de Pendientes Máximas y Mínimas

Se tomarán como pendientes de diseño, para las vías las mínimas, entre 1 y 4.9% y como máximas, entre 5 y 7%. Estas pendientes son las especificadas por la American Association of State Highway and Transportation Officials (ASSHTO) y contempladas por la Dirección General de Caminos en las Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Fuentes.

II.3.3. Evaluación Preliminar de Suelos

Se hizo un estudio preliminar del suelo, el cual consistió en un reconocimiento preliminar de sus características, seguido de ciertos ensayos, entre ellos: granulometría, proctor, equivalente de arena límites de Atterberg, Relación de Soporte de California (C.B.R.), etc. El material que se encontró está clasificado por el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) como un material SM, es decir, limo arenoso, muy aceptable para construcción de carreteras.

II.3.4. Evaluación Preliminar Geológica

Geológicamente los estratos de suelo que conjuntan el Valle de la Ciudad de Guatemala son repetitivos, tal vez no con las mismas dimensiones, pero los mantos de suelo no difieren en mucho.

Lo único que deberá causar preocupación es la gran cantidad de fallas geológicas en el Area Metropolitana.

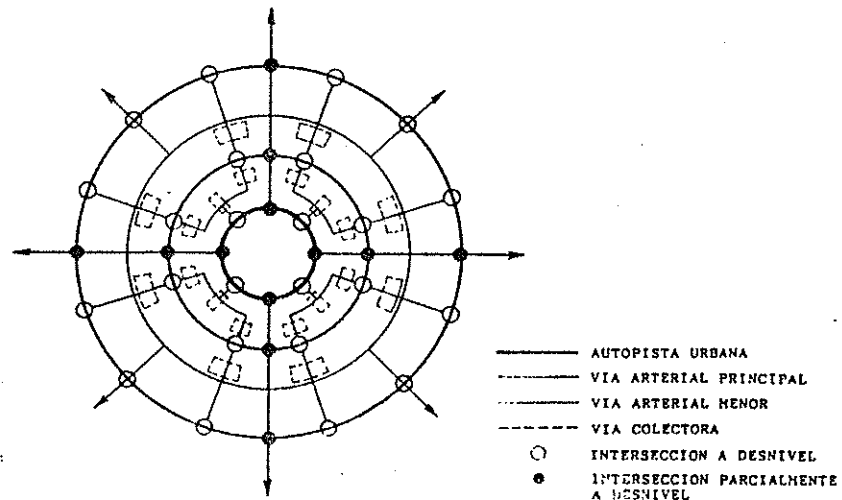
Por lo que se recomienda un estudio geológico lo más profundo posible, para seguridad del proyecto, de los contratistas, y sobre todo de los futuros usuarios.

II.4. Tipología de Gabaritos Típicos

La red vial de la Ciudad de Guatemala sigue un patrón de vías en anillo y forma radial, mientras el área urbana central (zonas 1 a 10) tiene un patrón de vías de retícula.

Para verla más clara ver Figura I.2.6.1, y confrontarla con la Figura II.4.1 en donde se muestra una forma conceptual del mismo sistema.

FIGURA II.4.1. CONFIGURACION DEL SISTEMA DE RED VIAL



Teóricamente, en este sistema las vías arteriales no deben ser conectadas a las locales directamente. Una vía debe ser conectada a una de la misma clase o a una de clase más alta, preferiblemente, pero en caso de no ser posible, deberá conectarse a otra de sólo una clase más baja.

Para examinar criterios de diseño vial, se toman en cuenta varios factores: el tránsito y condiciones de operación del vehículo, la función que brinda la vía y sus características, las metas de planificación y la consideración del mantenimiento de las condiciones ambientales como factor económico y ecológico.

El número de carriles requerido en una vía, depende de los resultados de los análisis comparativos de capacidad de tránsito y el volumen futuro de tránsito en una vía. El Periférico Metropolitano se estudió por volúmenes probables, se analizaron los volúmenes en las áreas de influencia y se calculó el tránsito que pasa a través del área que cubre el Tramo Intermedio.

El ancho del carril, depende de la velocidad deseada y del número de vehículos pesados en una vía. Sin embargo,

las arterias principales en la Ciudad de Guatemala requieren al menos 4 carriles, 2 en cada sentido, considerando el movimiento vehicular en el Area Metropolitana y el crecimiento de la misma. De acuerdo con la American Association of Highway and Transportation Officials (AASHTO), el ancho de carril en cada vía debe ser así:

- a) Autopista Urbana = 12 pies = 3.65 m
- b) Vía Arterial = 12 pies = 3.65 m
- c) Vía Colectora = 10 pies = 3.05 m

Para el diseño del Periférico Metropolitano, se tomó la autopista urbana como base del trazo, siempre utilizando la vía arterial y la vía colectora, y se tomó un ancho de carril de 3.50 m, porque en el Area Metropolitana el costo de la tierra es muy alto y el costo de construcción debe mantenerse al mínimo, además el porcentaje de vehículos pesados, con respecto al volumen total en el tránsito de la Ciudad de Guatemala, es un valor relativamente bajo; uno de los propósitos del Periférico Metropolitano es desviar el volumen de tránsito pesado del Area Metropolitana.

La velocidad de diseño en las vías arteriales principales, como en un periférico, adopta un valor entre 80 y 100 Km/h, por razones de funcionalidad, seguridad y características del tránsito. El Periférico Metropolitano es diseñado sin una velocidad de 80 Km/h.

Debe implementarse un sistema de restricción de estacionamiento en la vía principal, ya que tendrá un carril auxiliar, para casos de emergencia. Para seguridad de los pilotos y de los peatones, deben construirse arriates, aceras, pasarelas, señales de tránsito y lo necesario para cubrir la integridad de las personas. Se debe mantener un control de acceso para obtener seguridad del tránsito y para mantener el flujo constante del mismo.

Entre los gabaritos típicos se han diseñado tres, los cuales se distribuirán en el Tramo Intermedio para que la funcionalidad del Periférico Metropolitano sea óptima.

Autopista Urbana

En la Figura II.4.2 se observa la planta y el perfil de una Autopista Urbana y sus características se describen a continuación. Esta se utilizará al final del Tramo Intermedio, como solución y prevención al desarrollo a corto y mediano plazo de la zona norte de Villa Canales.

Vías auxiliares de 7.00 m de ancho.

Carriles de 3.50 m de ancho para vías continuas al igual que para las vías auxiliares.

Arriate central de 5.00 m por consideraciones de seguridad.

También se incluirán arriates entre las vías continuas y las vías auxiliares de 2.00 m de ancho por seguridad.

Aceras de 3.50 m de ancho para paso de peatones.

FIGURA II.4.2. GABARITO TIPICO DE AUTOPISTA URBANA

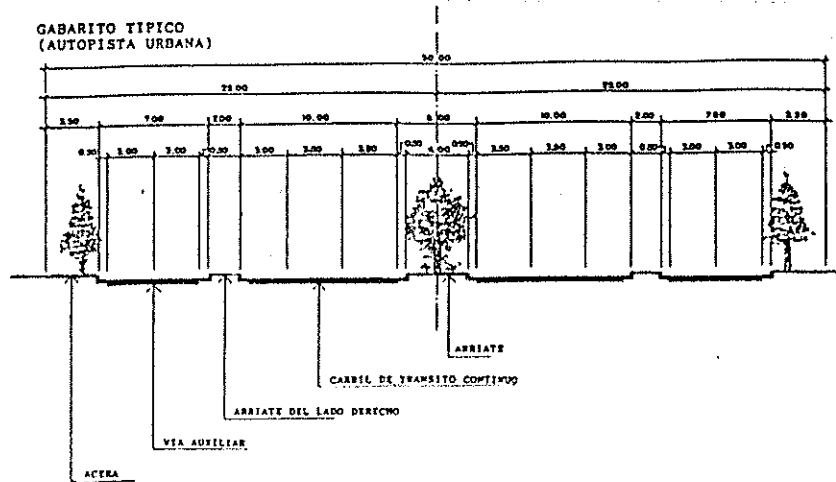
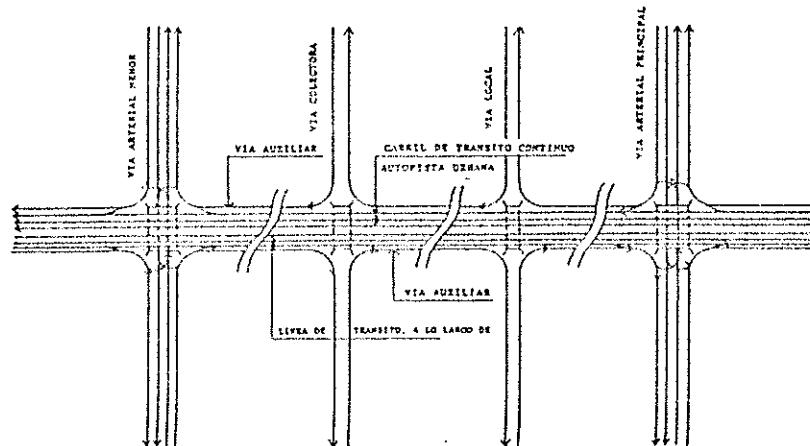


Diagrama de Flujo de Tránsito de Autopista Urbana



Vía Arterial Principal

Se adoptará por las conveniencias económicas que admiten sus características, éstas se describen a continuación y se observa un diagrama de planta y perfil (Figura II.4.3). Esta se construirá en todo el inicio del Tramo Intermedio, como solución por la limitación de espacio.

- Vías auxiliares de 7.00 m de ancho.
- Carriles de 3.50 m de ancho para vías continuas al igual que para las vías auxiliares.
- Arriate central de 5.00 m y laterales de 1.00 m.
- Aceras de 3.50 m en ambos lados.

FIGURA II.4.3. GABARITO TÍPICO DE VÍA ARTERIAL PRINCIPAL

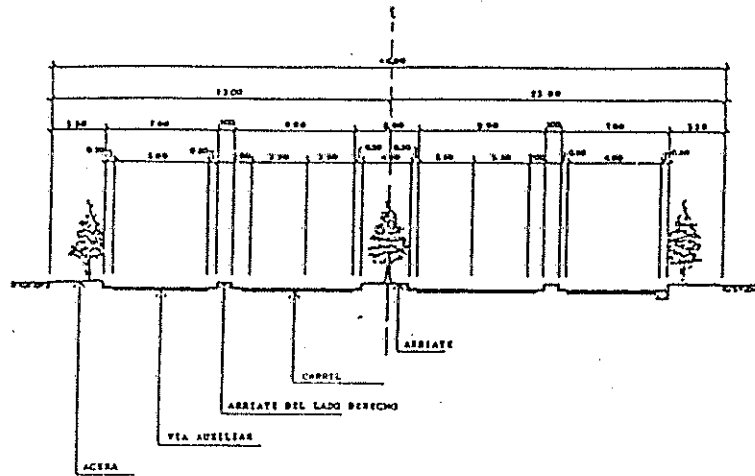
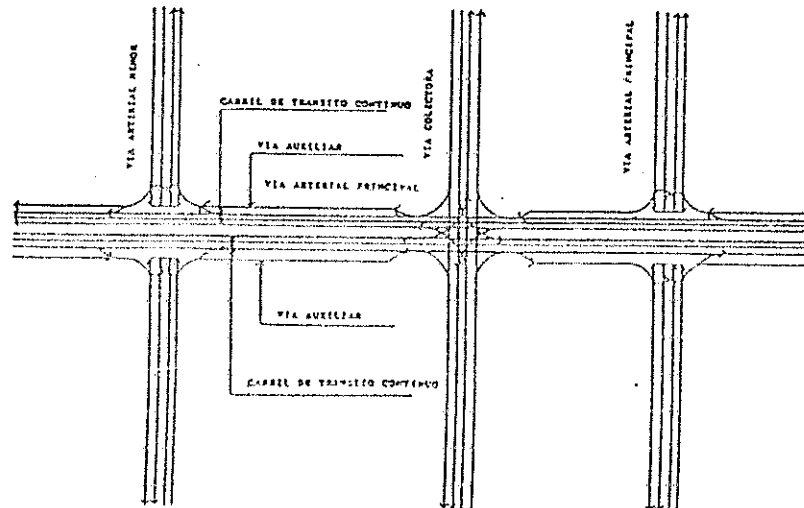


Diagrama de Flujo de Tránsito de Calle Arterial Principal



Vía Arterial Menor:

Esta se colocará en zonas de poca incidencia urbana. Se incluirá también por conveniencia económica. Sus características se describen abajo, y la Figura II.4.4, muestra la planta y el perfil de dicha vía. Esta se colocará en el bordeo de barrancos, como solución por limitación de costos.

- Carriles de 3.50 m de ancho.
- Un arriate central de 5.00 m.
- Hombro de 2.00 metros como precaución.
- Aceras de 3.50 m en ambos lados.

FIGURA II.4.4. GABARITO TÍPICO DE VIA ARTERIAL MENOR

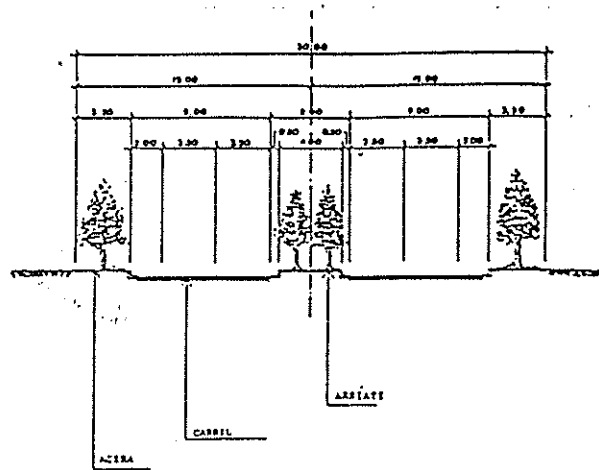
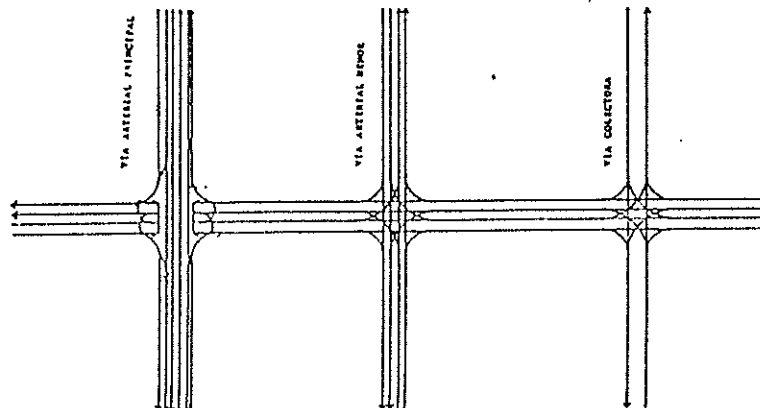


Diagrama de Flujo de Tránsito de Calle Arterial Menor



II.4.1. Pavimentos Rígidos

Un pavimento rígido es aquel que no permite que la capa de base se adapte a deformaciones lentas de las subyacentes sin que se produzcan agrietamientos excesivos.

Los pavimentos rígidos más conocidos son el de concreto y el adoquín.

Los pavimentos de concreto se componen de cemento tipo portland, agregados y agua. Todos los materiales a utilizar deben pasar medidas de alto control de calidad, como son las normas de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), los que se describen a continuación.

El cemento tipo portland deberá cumplir con las especificaciones de la AASHTO M85, ASTM C150 o CSA A5.

El agregado fino para el concreto deberá cumplir con los requerimientos de AASHTO M6 o CSA A23.1.

El agregado grueso para concreto cumplirá con los requerimientos AASHTO M80 o CSA A23.1.

El agua también debe llenar ciertos requisitos, especificados por AASHTO T26 o CSA A23.1.

El sellador para juntas deberá cumplir con las normas AASHTO M173, M33 o M213 y ASTM D1190, D994 o D1751.

Entre los materiales de curación; la tela de aspillera hecha de kenaf o yute pasará la norma AASHTO M182; la membrana líquida blanca con compuestos para curación de concreto deberá pasar la norma AASHTO M148, ASTM C309, CGSB 90-GP-1A; y los materiales en pliegos para curar el concreto deberán cumplir con las restricciones de las normas AASHTO M171, ASTM C171.

Los asentamientos deberán determinarse por medio de la norma AASHTO T119, ASTM C143 o CSA A23.2.20. Además los especímenes de prueba deberán hacerse, curarse y probarse de acuerdo con AASHTO T22, ASTM C39 o CSA A23.2.13; y AASHTO T23, ASTM C31 o CSA A23.2.14; y AASHTO T97, ASTM C78 o CSA A23.2.15. El contenido de cemento deberá determinarse de acuerdo con AASHTO T121 y ASTM C138.

El tiempo de mezcla deberá medirse desde el momento que todos los materiales, excepto el agua, estén en el cilindro. El concreto deberá mezclarse y despacharse de acuerdo con los requerimientos de AASHTO M157 o CSA A23.1.

Los pavimentos de adoquín deberán construirse hasta que, al igual que todos los pavimentos, las capas inferiores estén completamente terminados, afinados, libre de baches y pendientes, bombeos y peraltes de acuerdo con los planos perfiles longitudinales.

La preparación de la sub-rasante sobre la que se instalan los adoquines requiere poca labor y la estructura no siempre amerita el uso de una sub-base y base como el asfalto o el concreto tradicional. Se sustituye la base, con una simple cama de arena gruesa de río.

Se pueden distinguir dos tipos de pavimentos adoquín:

Para tránsito pesado, se colocará en calles de mucho acceso; y para tránsito liviano, se coloca en calles secundarias. La única diferencia es que para el de tránsito pesado se coloca una sub-base de material selecto, y a la de tránsito liviano se le coloca una capa de arena gruesa como base directamente.

II.4.2. Pavimentos Flexibles

Estos son aquellos que pueden sufrir deformaciones dentro de ciertos límites, sin cambiar sus características de impermeabilidad y uniformidad. Estos pavimentos se caracterizan por la aplicación de una capa de producto bituminoso con una base previamente preparada.

En el Periférico Metropolitano se considera como más factible, óptimo y funcional el uso de pavimentos flexibles por consideraciones técnicas, entre las cuales se pueden mencionar: la tipología y dimensionalidad de capas, la forma de transmisión de cargas, su facilidad de colocación, rapidez de uso y facilidad de transportación entre otras.

Los productos bituminosos a usar serán:

Asfaltos diluidos de curado medio tipos MC-70 (MC-0) o Mc-250 (MC-2), de acuerdo con la norma AASHTO M-82-70; o asfaltos diluidos de curado rápido tipo RC 250 (RC-2), de acuerdo a la AASHTO M-81-70, con adición de 10% de kerosina en volumen.

La arena será de río, con un porcentaje en peso del material lavado, que pasa el tamiz No. 200 no sea mayor del 6%.

El producto bituminoso no será aplicado a una superficie mojada o cuando la temperatura a la sombra y en disminución sea inferior a 16°C, y en aumento sea inferior a 10°C.

Anterior a la aplicación del riego bituminoso la superficie de la base preparada de acuerdo con los planos y especificaciones, deberá estar perfectamente limpia, libre de polvo, materiales sueltos o cualquier otro material extraño.

El riego de imprimación deberá ser dejado sobre la base por un período no menor de 48 horas. Además, cualquier exceso de producto bituminoso que permanezca sobre la base deberá ser removido cuidadosamente por medio de cepillos de mano.

La superficie de rodadura o la bituminosa se deberá colocar sobre la base granular imprimada, sujeta a la acción del tránsito de vehículos, en un término no mayor de treinta días después del riego.

La superficie de la base a la que se ha aplicado el riego del producto bituminoso, al terminarse deberá quedar completa y uniformemente cubierta en la proporción indicada.

Para los materiales de la capa de rodadura, éstos deberán restringirse por las normas que a continuación se enumerarán para cada uno de ellos.

El agregado grueso, después del ensayo de abrasión en la máquina de Los Angeles (AASHTO T-96-74), no deberá presentar una pérdida mayor de 50%, a 500 revoluciones. Así

mismo, después de sometido a cinco ciclos en el ensayo de bondad (AASHTO T-104-74), utilizando sulfato de sodio, no deberá tener una pérdida de peso mayor del 18%.

El agregado fino, después de ser sometido a cinco ciclos en el ensayo de bondad, no deberá presentar una pérdida de peso mayor al 15%.

El relleno mineral, que puede estar constituido de roca calcárea finamente pulverizada o cemento Portland o cal hidratada u otros polvos minerales naturales o artificiales. No deberá tener índice plástico mayor de 4 (AASHTO T-90-70).

Se usarán cementos asfálticos (AC) derivados del petróleo, con penetraciones 60-70 u 85-100, según se indique, de acuerdo con las normas de la AASHTO M-20-70.

II.5. Cuantificación de Obras Accesorias para la Alternativa Propuesta

Las obras accesorias en el Tramo Intermedio son numerosas, ya que el terreno así lo exige, además de estar localizados dentro del Area Metropolitana, lo que causa que su grado de dificultad aumente grandemente. Se hacen necesarios varios pasos a desnivel para poder lograr una vía rápida.

El Tramo Intermedio utilizará tres puentes de concreto prefabricado, uno de ellos será de doble pista paralela, siete pasos a desnivel, tres de trébol, dos de diamante y dos de "T", cinco pasarelas, todas prefabricadas, y una estricta señalización, ya que debe protegerse la integridad de los habitantes de las zonas cercanas al Periférico Metropolitano.

En la Figura II.5.1 se observa la localización de los tres puentes que se proponen, uno de ellos, el que se encuentra al final de la 31 calle, zona 12, esta planeado que sea individual, para mantener el criterio de pendientes máximas.

II.5.1. Tipología de Puentes

Los puentes son de dos tipos generales: fijos y movibles. También pueden agruparse con las siguientes características:

Servicios o instalaciones soportadas; puentes carreteros o de ferrocarril, puentes para canales y acueductos, cruces para peatones o ganado, puentes para manejo de materiales, puentes para tuberías, etc.

Puentes sobre instalaciones o accidentes naturales: son puentes sobre carreteras o vías férreas; puentes sobre ríos, bahías, lagos o en cruces de valles.

Geometría básica: en planta, puentes curvos o rectos, a escuadra o esviajados; en elevación, puentes de nivel bajo, como los construidos sobre terrenos pantanosos, puentes de caballetes o puentes de nivel alto.

Sistemas estructurales: puentes de claro simple o viga continua, puentes de arco simple o múltiple, puentes colgantes y puentes del tipo de marco o armadura.

Materiales de construcción: puentes de madera, mampostería, concreto y acero.

Los diseños de puentes de concreto o acero para carreteras o vías férreas, a menudo se basan en la norma de "Standard Specification for Highway Bridges" (SSHB), de la "American Association of State Highway and Transportation Officials" (AASHTO), cuando se trata de puentes para carreteras. También son útiles los de "Standard Plans for Highway Bridges, Federal Highway Association" (FHWA) y los planos estándares publicados por diversas administraciones de carreteras.

La longitud, ancho, alineamiento y ángulo de intersección de un puente, deben satisfacer las necesidades de funcionamiento de las instalaciones soportadas, y de los requisitos geométricos o hidráulicos de los puentes que libran instalaciones u obstáculos naturales.

La selección del sistema estructural de los materiales de construcción, detalles y dimensiones, depende de las

necesidades de seguridad estructural, economía de fabricación, edificación, operación y mantenimiento, así como de consideraciones de estética.

Las carpetas de los puentes carreteros deben presentar superficies de rodamiento cómodas y bien drenadas. Las pendientes longitudinales y las secciones transversales están sujetas a normas similares a las de las carreteras abiertas. Los puentes de gran longitud deben dotarse con luces de carretera y servicios de emergencia.

Los rieles de protección deben mantener a los vehículos dentro de sus carriles, y de ser necesario, separar a los vehículos de los peatones. Las instalaciones colocadas sobre o por debajo de los puentes deben estar protegidas y equipadas, con el fin de absorber las dilataciones o contracciones de las estructuras.

En Guatemala se diseñan tres tipos estructurales de puentes:

Puentes de concreto, puentes de acero y puentes de viga "T".

El tipo que usará la alternativa para los tres puentes necesarios en la obra será de concreto, por las características que se describen a continuación.

Puentes de Concreto:

El concreto reforzado se usa mucho en puentes de autopistas debido a su economía en claros cortos y medianos; a su bajo costo de mantenimiento, durabilidad y fácil adaptabilidad a las curvaturas verticales y horizontales, los elementos principales de soporte que se le colocan en campo son: los trabes celulares o de caja, la viga o trabe T y la losa reforzada longitudinalmente.

Puentes de Viga T:

Este tipo de puente, muy usado en la construcción de carreteras, consiste en una losa de concreto soportada sobre trabes o integral con ellas. Este tipo de puentes es

muy económico especialmente en el intervalo de 15 a 24 m (50 a 80 pies). Cuando está prohibida la obra falsa debido a las condiciones de tránsito o a limitaciones en el libramiento, puede utilizarse la construcción percolada de concreto reforzado o preesforzado. Pero debe preverse la adecuada unión y la resistencia al cortante en la unión de la losa y las trabes para justificar la suposición de que son integrales.

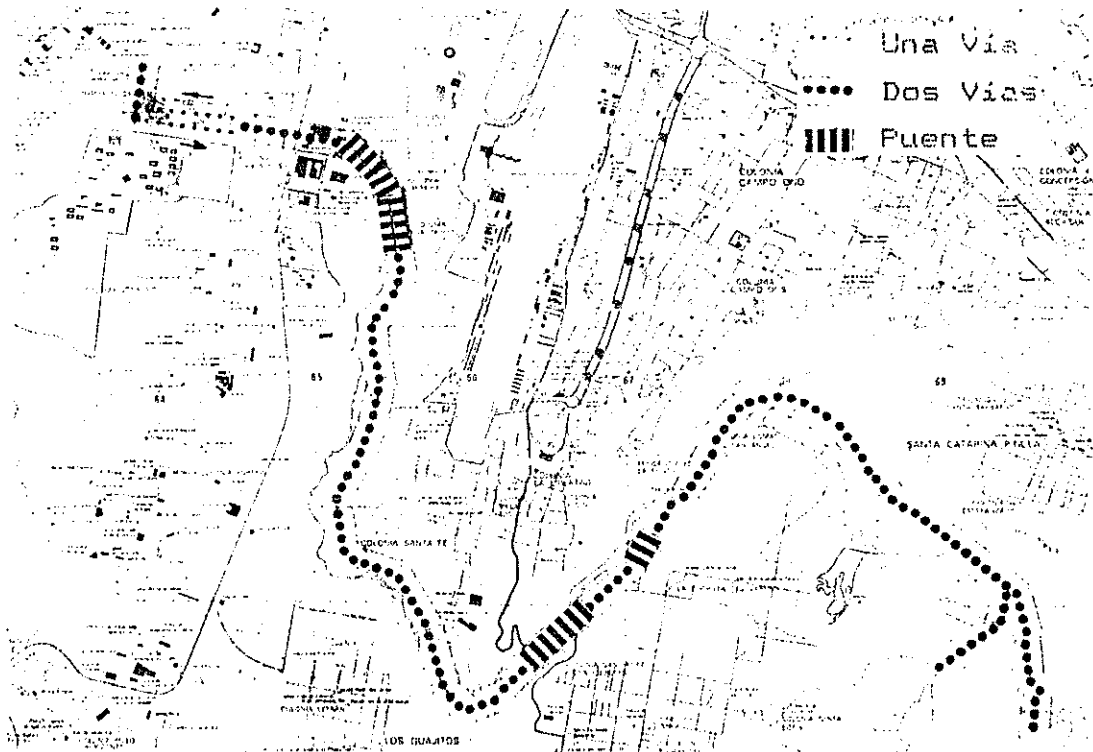
Puesto que las trabes son paralelas al tránsito, el refuerzo principal en la losa es perpendicular al tránsito. Para losas simplemente apoyadas, el claro debe exceder la distancia libre más el espesor de las losas. Para losas continuas sobre más de dos trabes, la distancia libre puede tomarse como el claro.

Fuentes de Acero:

El acero es un material de construcción competitivo, para claros de tamaño mediano y favorable para puentes de claro largo, por las siguientes razones: tiene una alta resistencia a la tensión y a la compresión. Se comporta como un material elástico, casi perfecto dentro de los niveles normales de trabajo. Tiene reservas de resistencia más allá del límite de fluencia. Las altas normas de fabricación de la industria garantizan a los usuarios uniformidad de control de sus propiedades con estrechas tolerancias.

La Figura II.5.1 se observa la localización de los tres puentes que se proponen, uno de ellos, el que se encuentra al final de la 31 calle, zona 12, está planeado que sea individual, para mantener el criterio de pendientes máximas.

FIGURA II.5.1. PUENTES EN LA ALTERNATIVA PROPUESTA



II.5.2. Tipología de Pasos a Nivel

El diseño geométrico es aquel que define las características visibles de las carreteras. Se han establecido los cinco elementos básicos que rigen todos los demás elementos que se conjugan en el diseño integral. Estos elementos son:

a) Grado de Control de Acceso: dá preferencia al tránsito de paso. El control parcial de los accesos debe ser complementado con una estricta y oportuna regulación en el uso del suelo, dentro de una angosta faja próxima al derecho de vía para evitar la concentración de actividades industriales, comerciales, etc., frente a la vía, que acarrea toda una serie de inconveniencias a la seguridad y la capacidad.

b) Selección del Vehículo de Diseño: es el vehículo automotor cuyas dimensiones y características de operación,

se utilizan para establecer los controles del diseño geométrico. El vehículo seleccionado no debe ser ni el más grande, ni el vehículo promedio para no ocasionar un sobrediseño o una vía de servicio restringido. El vehículo de diseño debe ubicarse entre los dos extremos, teniendo presentes las condiciones propias en que se plantea la demanda de los usuarios de la vía en estudio.

c) Velocidad de Diseño: ésta es la máxima velocidad constante a que un vehículo puede viajar sin riesgos, bajo condiciones de poco tránsito, buen estado del tiempo y condiciones favorables de la superficie de la capa de rodadura. Es decir que las características de la vía son las únicas que gobiernan la máxima velocidad de la marcha obtenible sin poner en juego la seguridad.

d) Volúmenes de Servicio de Tránsito: es el máximo número de vehículos que pueden circular por un camino durante un período de tiempo determinado, bajo las condiciones de operación correspondientes a un seleccionado nivel de servicio. El volumen de servicio máximo equivale a la capacidad y lo mismo que ésta, los volúmenes de servicio se expresan normalmente como volúmenes horarios.

e) Niveles de Servicio: es una medida cualitativa del efecto sobre el movimiento vehicular tolerable por una vía urbana o rural de una gran variedad de factores, dentro de los cuales se incluye la velocidad, el tiempo de viaje, la maniobrabilidad, la seguridad y la comodidad. Al ser algunos de los factores anteriores muy difíciles de precisar, se ha dado una mayor ponderación a la velocidad, por ser fácilmente cuantificable para la definición de los niveles de servicio.

El tipo de paso a desnivel y su diseño para cualquier función está influido por muchos factores, siendo los más importantes: los volúmenes horarios de diseño, el tipo de tránsito, la velocidad de diseño, la topografía, el derecho de vía disponible y el costo.

Los tipos de pasos a desnivel existentes son:

Hoja de Trébol, es un paso a desnivel de cuatro brazos con rampas cerradas para algunos o todos los giros a la izquierda. Un trébol completo tiene rampas para dos movimientos de giro en cada cuadrante.

Diamante, paso a desnivel de cuatro brazos con una rampa simple en cada cuadrante. Todos los giros hacia la izquierda son realizados sobre la vía secundaria. El diamante normal, el que tiene rampas con entrada hacia el camino frontal y el diamante dividido.

Direccional, es un paso a desnivel que tiene más de una autopista separada a nivel, con conexiones directas o semidirectas para los principales movimientos de cruce hacia la izquierda.

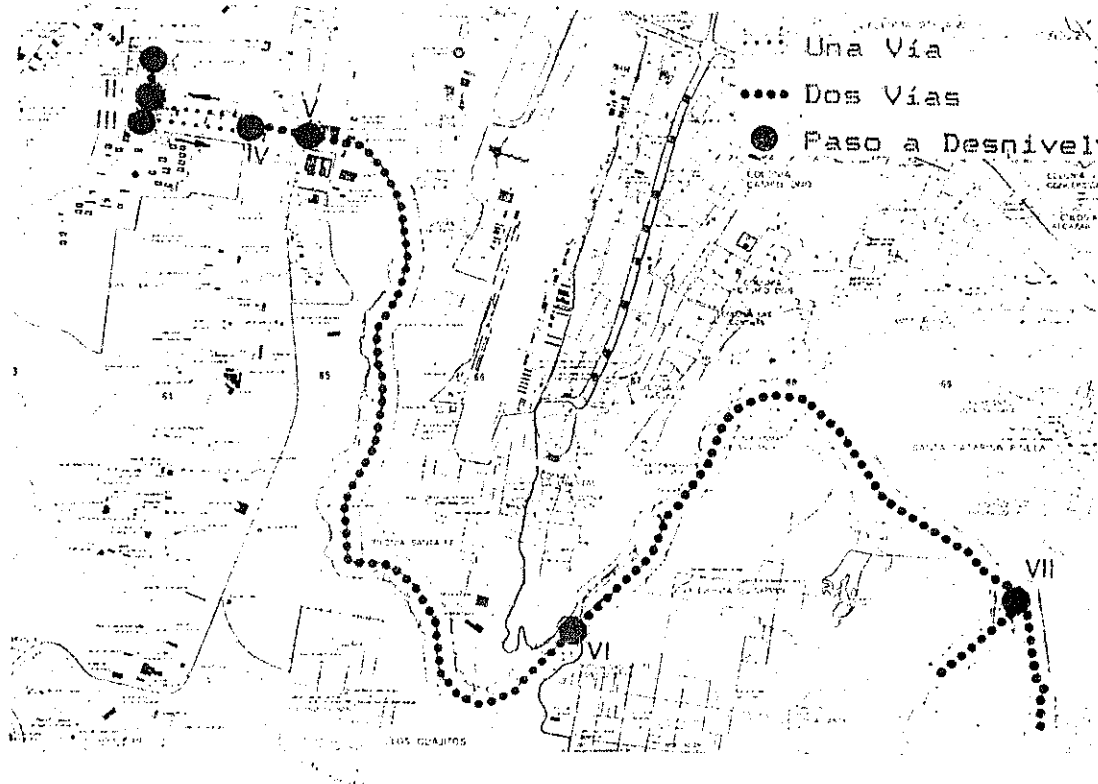
Trompeta, "Y" o "T", donde hay accesos de tres brazos, éste tipo de pasos a desnivel son los más usados comúnmente; los diseños de pasos a desnivel pueden variar grandemente de acuerdo a los controles físicos (la topografía y el desarrollo del uso de la tierra), los patrones de tránsito y los tipos de intersecciones de las autopistas.

La alternativa propuesta presenta una tipología variada de pasos a desnivel, dependiendo de la necesidad del tránsito y de la movilización y separación del mismo.

Se considera que la tipología de pasos a desnivel a utilizar será: al inicio del tramo uno tipo "Trébol". En la 30 y la 31 calles se propone construir pasos a desnivel tipo "T". En la intersección de la Avenida Petapa uno tipo "diamante", al igual que en la intersección con la línea férrea; mientras que en el puente que conduce a Boca del Monte, uno especie de "Trébol" y para finalizar, en la intersección con los Tramos Sur I y Sur II, un "trébol".

En la Figura 11.5.2, se muestran los siete pasos a desnivel que el Tramo Intermedio necesitará, ubicados en las intersecciones existentes.

FIGURA 11.5.2. PASOS A DESNIVEL EN LA ALTERNATIVA PROPUESTA



1.5.3. Tipología de Pasarelas

La función de una pasarela es hacer que el peatón cruce, con el más alto grado de seguridad, una arteria, ya sea principal, secundaria, menor o autopista.

Existen tres tipos de pasarelas: metálicas, de concreto prefabricadas y mixtas, en las cuales se mezclan ambos sistemas. Las prefabricadas se construyen mucho más rápido y requieren de un mantenimiento mucho más sencillo, por lo que se recomienda la colocación de pasarelas prefabricadas. La longitud de una pasarela puede llegar a ser hasta de 30 de ancho.

La alternativa cubrirá todos los puntos que sean necesarios, no sólo para ofrecer una solución que mejore el

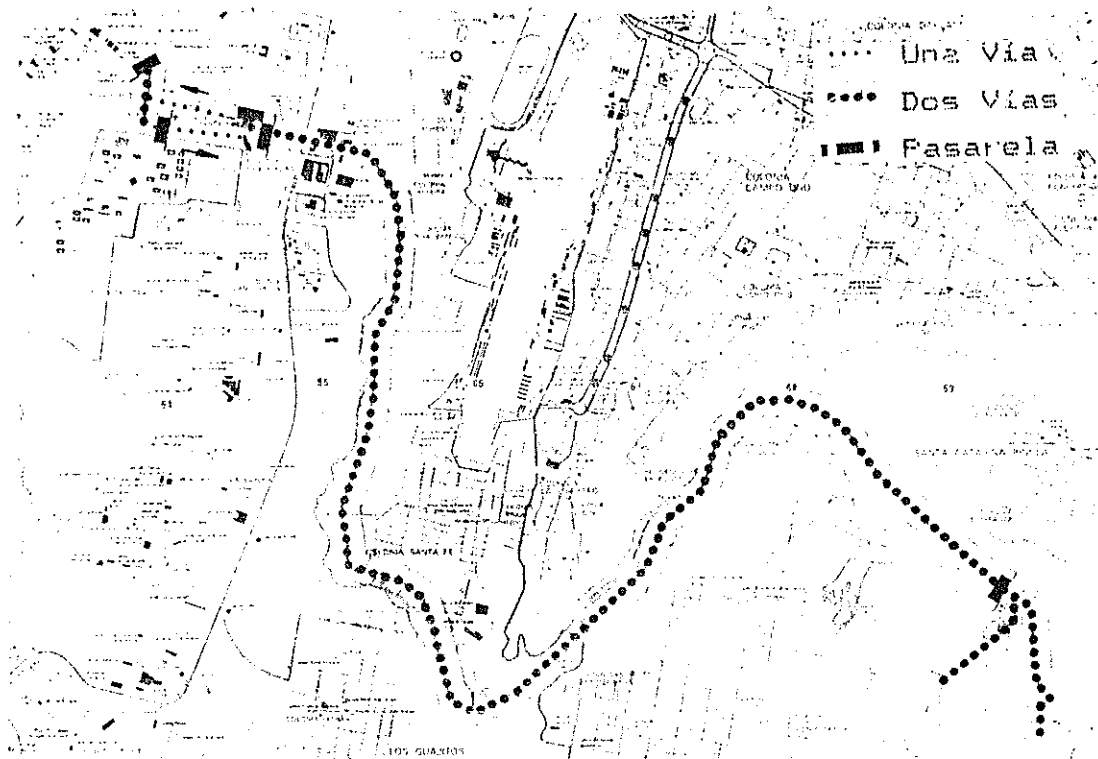
flujo de los volúmenes de tránsito en el Area Metropolitana, sino también estableciendo la seguridad del peatón.

Este anteproyecto trata de ofrecer una solución integral que mejore el flujo de los volúmenes de tránsito en el Area Metropolitana. Previendo al mismo tiempo que no se convierta en una solución dañina a la seguridad del peatón. En la Figura II.5.3, se muestra la localización de algunas pasarelas, cuya colocación fue estudiada estratégica, geográfica y socioeconómicamente.

Se colocarán pasarelas prefabricadas en posiciones geográficas y estratégicas, por su ubicación, ya que la mayoría se encuentran cercanas a los pasos a desnivel; y socioeconómica, por el nivel social y económico que rodeará dicha pasarela, y por la diversidad de estratos sociales en las diferentes áreas.

La Figura II.5.3 muestra la localización de las pasarelas, las que fueron colocadas estratégicamente.

FIGURA II.5.3. PASARELAS EN LA ALTERNATIVA PROPUESTA



II.5.4. Señalización

La importancia de la señalización en carreteras obliga al diseñador a efectuar un estudio minucioso y detallado, para poder colocar un sistema óptimo de señalización. Las señales deben ser visibles con facilidad, deben ser uniformes, y sobre todo no deben ser excesivas.

La colocación de una señal depende del propósito de la misma, y característicamente del lugar en el cual se piensa colocar. La zona de señalización se escoge dependiendo del tipo de la señal de peligro, preventiva, informativa, o también si se trata de señales horizontales.

Las señales se colocan dentro del campo visual del conductor, para poder llamar su atención y facilitar la lectura e interpretación de las mismas.

Según especificaciones mexicanas, las señales deberán colocarse como se indica a continuación:

- a) Las señales Preventivas se colocarán antes del riesgo que se trate de señalar, generalmente a las siguientes distancias del camino:
 1. En zona urbana, de 50 a 100 metros
 2. En zona rural, de 50 a 100 metros en caminos de baja velocidad, de 100 a 150 para caminos de velocidad media y de 150 a 200 metros en caminos de alta velocidad.
- b) Las señales Restrictivas, por regla general, se colocarán en el punto mismo en donde se encuentra la restricción o prohibición. Debe estudiarse cuidadosamente su colocación para evitar señales innecesarias.
- c) Las señales Informativas se colocarán en donde un estudio previo indique las necesidades de su uso. Cuando en una intersección de importancia las señales informativas de destino se usen en

conjunto con una preventiva, se colocará una informativa previa entre la preventiva y el lugar de decisión. Estas señales se colocarán cuando menos a una distancia de 60 metros de otra, aunque en la zona urbana se aceptan ajustes, por limitación de espacio. Las señales Informativas de Servicios se colocarán en caminos de alta velocidad y autopistas en general, a un kilómetro, a 500 metros y en el lugar donde se proporcione el servicio.

Al estudiar el diseño y colocación de las señales de tránsito, se debe tomar en cuenta un factor muy importante, como es la vista del conductor, la que va a determinar el tamaño, la localización, y la clase de señal necesaria en determinado lugar.

Las señales deben cumplir con algunos requisitos fundamentales para que puedan llevar a cabo su misión:

a) Desempeñar una función necesaria

Para lograr esto se deben colocar en los lugares, y solo en ellos, en que las condiciones exijan su instalación, tomando en cuenta que el significado de la señal represente esas condiciones, en caso contrario la señal será perjudicial.

b) Llamar la atención

Las señales deben ser advertidas inmediatamente y en este aspecto ocupa un lugar muy importante el tamaño de las mismas, el cual depende de la velocidad y las características del diseño. Cualquier señal que pase inadvertida por el conductor es completamente nula aunque cumpla con los demás requisitos.

c) Claridad y sencillez

Todas las señales deben comprenderse a primera vista, para esto es necesario que sean bastante claras y sencillas, tomando en cuenta condiciones de color, forma, tamaño y uniformidad.

d) Tiempo para responder

Es necesario que las señales estén colocadas en tal forma que den tiempo al piloto para obedecer las indicaciones, de no ser así, se convertiría en una señal peligrosa.

e) Infundir respeto

Para lograr que los usuarios obedezcan las señales, éstas deben infundir respeto, lo cual se logra con el uso correcto y oportuno de las mismas.

Tomando en cuenta que las señales de tránsito deben tener el mismo aspecto, tanto en forma como en color, durante todo el tiempo, es necesario iluminarlas durante la noche o cubrirlas con una superficie reflectora, con el fin de hacerlas visibles para la circulación nocturna de vehículos. A continuación se mencionan algunas clases de señales con iluminación, natural o artificial.

Las señales luminosas, estas son necesarias para mantener una eficiencia en las señales durante las horas de noche, especialmente en zonas rurales, en donde no se obtienen muy buenos resultados con los faros delanteros. Para que las señales sean efectivas, es necesario:

- a) el letrero debe tener un brillo uniforme, ya que la fuente luminosa no debe producir reflejos.
- b) se producirá un contraste elevado con las fuentes luminosas del lugar, dando la intensidad de brillo adecuada a la señal.
- c) el conductor no deberá percibir destellos que lo deslumbren directa ni indirectamente.
- d) el equipo de alumbrado no debe interferir con la visibilidad del letrero.

Una buena opción son las señales de material reflectivo, si se desea que las señales sean legibles de día y de noche, aparte de la iluminación, pueden estar hechas de material reflectivo, especialmente en las zonas rurales donde no se puede disponer de energía eléctrica y las fuentes convencionales de combustible, representan inconvenientes obvios. Además de lo difícil que resulta su

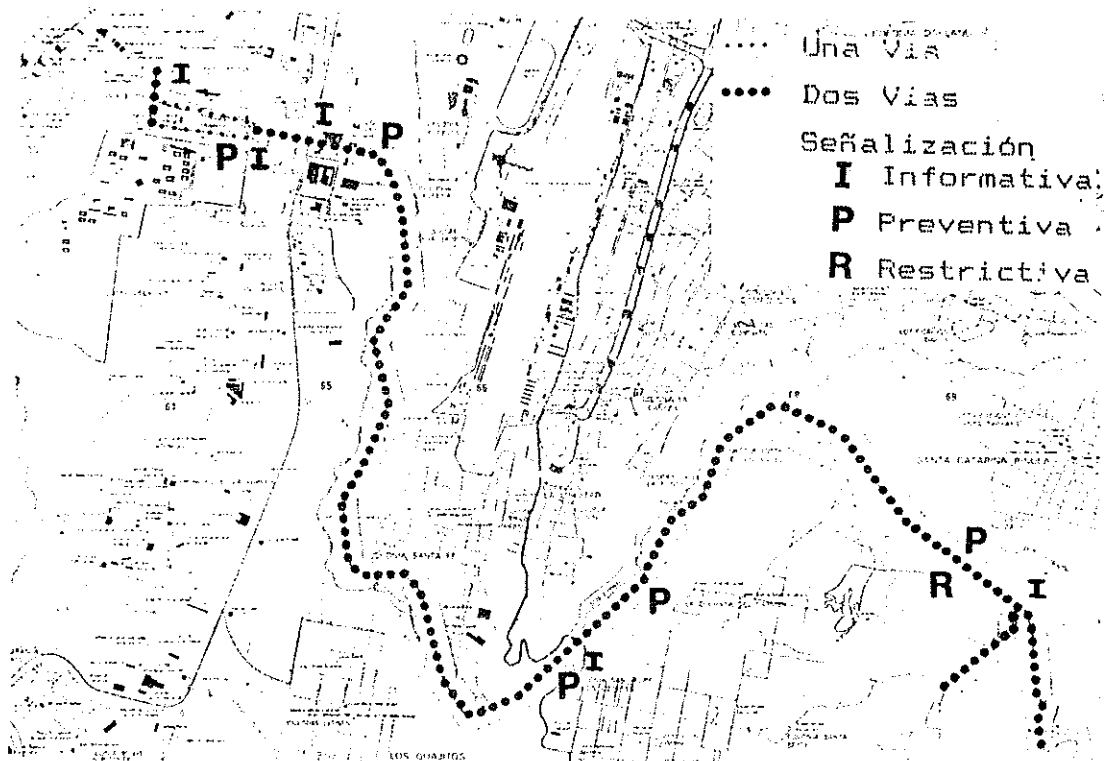
mantenimiento, hay siempre peligro de escasez de luz debido a la falta de abastecimiento, tratándose en general, de dispositivos frágiles y fáciles de que sean robados.

El uso de estas señales, da alta visibilidad nocturna a la línea central de división de las vías, permite que el conductor concentre su atención en la referida línea manteniéndose en su carril, sin encarar los faroles de los vehículos que circulan en sentido contrario, reduciendo el serio problema del deslumbramiento.

El material más usado para la iluminación nocturna de las señales, es la pintura retro-reflectiva. Se trata de hojas de diámetro entre 0.05 y 0.2 mm incrustadas en una capa de plástico de diferentes colores. Sub-puesta a la capa de plástico sosteniendo las esferas de vidrio, se encuentra una capa transparente con la cara posterior espejada por una hoja de aluminio y con un espesor mínimo.

En la Figura II.5.4 se observan algunos de los accesorios de señalización, para restricción, precaución, información y seguridad.

FIGURA II.5.4. SEÑALIZACION EN LA ALTERNATIVA PROPUESTA



II.6. Integración del Presupuesto Primario

La integración de dicho presupuesto se realizó con base a los precios manejados por la Dirección General de Caminos (D.G.C.), institución encargada de establecer las normas en cualquier proyecto vial.

La D.G.C. obtiene estos precios directamente de los proveedores, consultores y contratistas, promediándolos para manejar presupuestos primarios de proyectos viales.

Los precios están actualizados al año 1,995 y se proyectan hasta el año 2,010 cada cinco años, siendo afectados por el factor de inflación, que para el I.N.E. está definido en 13% anual.

Los precios presentados son totales, presupuestados para 9,800 metros de asfalto, con las tipologías descritas anteriormente, con pavimentos asfálticos, siete pasos a desnivel, tres puentes, etc.

II.6.1. Presupuesto Primario Trabajos de Topografía

En la Tabla II.6.1.1 se muestran los renglones que abarcará este inciso, en ella se incluyen los precios del trabajo total de topografía: tránsitos topográficos, alineamiento topográfico, monumentación, nivelación, etc.

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Topógrafo (3)	58,800.00	108,335.19	199,600.56	367,751.10
Nivelador (3)	44,100.00	81,251.39	149,700.42	275,813.32
Cadenero de Primera (3)	29,400.00	54,167.59	99,800.28	183,875.55
Cadenero de Segunda (3)	23,520.00	43,334.08	79,840.23	147,100.44
Porta-mira (3)	20,580.00	37,917.32	69,860.20	129,712.88
Ayudantes (6)	35,280.00	65,001.11	119,760.34	220,650.66
Total	211,680.00	390,007.00	718,562.00	1323,904.00

FUENTE: Dirección General de Caminos (DGC)

TABLA II.6.1.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DE TOPOGRAFIA

II.6.2. Presupuesto Primario de la Línea Preliminar

En este inciso el trabajo consiste en determinar de forma preliminar el tránsito topográfico del trazo, para mantener al máximo las normas de pendiente máxima y mínima.

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Trabajo de Campo				
Estudio climatológico	4,439.40	8,179.31	15,069.84	27,765.21
Tránsito preliminar	11,858.00	21,847.60	40,252.78	74,163.14
Nivelación preliminar	8,888.60	16,376.67	30,172.95	55,591.71
Secciones transversales de preliminar	14,817.60	27,300.47	50,299.34	92,673.28
Trabajo de Gabinete				
Cálculo y dibujo de planta y perfil preliminar	7,408.80	13,650.23	25,149.67	46,336.64
Dibujo de sección transversal de preliminar	4,439.40	8,179.31	15,069.84	27,765.21
Total	51,851.80	95,533.58	176,014.43	324,295.18

FUENTE: Dirección General de Caminos. (DGC)

TABLA II.6.2.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DE LINEA PRELIMINAR

II.6.3. Presupuesto Primario de la Línea Localizada

En este inciso se determinará el tránsito topográfico final por donde se diseñará la vía.

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Trabajo de Campo				
Tránsito de Localización	14,817.60	27,300.47	50,299.34	92,673.28
Nivelación de Localización	11,858.00	21,847.60	40,252.78	74,163.14
Secciones Transversales de Localización	14,817.60	27,300.47	50,299.34	92,673.28
Trabajo de Gabinete				
Proyecto de Localización	11,858.00	21,847.60	40,252.78	74,163.14
Cálculo de Localización	11,858.00	21,847.60	40,252.78	74,163.14
Total	65,209.20	120,143.72	221,357.02	407,835.97

FUENTE: Dirección General de Caminos (DGC)

TABLA II.6.3.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DE LINEA LOCALIZADA

II.6.4. Presupuesto Primario del Diseño Final

El trabajo en este inciso es diseñar la curvas horizontales, verticales, dimensionar pavimento, etc.

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Dibujo de Datos de Localización	7,007.00	12,909.94	23,785.73	43,823.67
Sección de Rasante y Cálculo de Movimiento	11,858.00	21,847.60	40,252.78	74,163.14
Hojas Finales	4,439.40	8,179.31	15,069.84	27,765.21
Hojas Título	4,439.40	8,179.31	15,069.84	27,765.21
Hoja Planta y Perfil General	4,439.40	8,179.31	15,069.84	27,765.21
Hoja de Localización de Bancos de Materiales	4,439.40	8,179.31	15,069.84	27,765.21
Total	36,622.60	67,474.77	124,317.88	229,047.64

FUENTE: Dirección General de Caminos (DGC)

TABLA II.6.4.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DEL DISEÑO FINAL

II.6.5. Presupuesto Primario de los drenajes

En este inciso se diseñan los elementos que desalojarán el agua, agente dañino de las vías terrestres.

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Estudios de áreas de drenaje	5,929.00	10,923.80	20,126.39	37,081.57
Cálculo hidráulico únicamente de tuberías	2,959.60	5,452.87	10,046.56	18,510.14
Monumentación de la Línea	17,787.00	32,771.39	60,379.17	111,244.71
Localización de Bancos	4,439.40	8,179.31	15,069.84	27,765.21
Total	31,115.00	57,327.37	105,621.96	194,601.62

FUENTE: Dirección General de Caminos (DGC)

TABLA II.6.5.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DE DRENAJES

II.6.6. Presupuesto Primario de equipo de laboratorio, para ensayos a las muestras de campo

Este equipo servirá para realizar los ensayos en el campo a las capas de base y subbase del pavimento.

Reglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Prensa mecánica de CBR con Provin Ring de 2,000 y 6,000 lb	16,679.00	30,729.98	56,617.99	104,314.98
Serie de tamices para granulometría	3,511.00	6,468.79	11,918.33	21,958.74
Tamizadora manual	526.00	969.12	1,785.54	3,289.75
Balanza triple brazo (20g)	1,580.00	2,911.05	5,363.42	9,881.75
Molde de CBR	351.00	646.69	1,191.49	2,195.25
Disco espaciador para CBR	351.00	646.69	1,191.49	2,195.25
Anillo de bordes afilados	438.00	806.99	1,486.82	2,739.37
Anillo ranurado para sobrecarga	614.00	1,131.26	2,084.26	3,840.12
Molde de 1/30 de pié ³ para compactación	52.00	95.81	176.52	325.22
Cucharón de Aluminio	3,072.00	5,659.96	10,428.11	19,213.12
Horno de pared simple de 200°C	1,404.00	2,586.78	4,765.97	8,781.00
Balanza triple brazo (2610g)	1,843.00	3,395.61	6,256.19	11,526.62
Equipo equivalente de arena	614.00	1,131.26	2,084.26	3,840.12
Cubo para peso unitario de 1/2 pié ³	614.00	1,131.26	2,084.26	3,840.12
ASID-LIQUID Low Set-Atenberg	1,404.00	2,586.78	4,765.97	8,781.00
Equipo para densidades	2,194.00	4,042.30	7,447.68	13,721.87
Materiales variados (papel milimetrado, lápiz para marcar porcelana, papel semilogarítmico, cuaderno de notas, etc.)	1,316.00	2,424.64	4,467.25	8,230.62
Equipo variado (provetas, balanzas de metal, cajas de metal de 4 y 8 onz, lona para cuarteo, moldes, cronómetros, termómetros, baldes, etc.)	2,633.00	4,851.13	8,937.90	16,467.49
Tripode	438.00	806.99	1,486.82	2,739.37
Dial indicador	395.00	727.76	1,340.85	2,470.44
Mazo de 5.5 lb para compactación Standard	219.00	403.49	743.41	1,369.69
Mazo de 10 lb para compactación Modificada	219.00	403.49	743.41	1,369.69
Plato de base perforada	351.00	646.69	1,191.49	2,195.25
Disco para sobrecarga	263.00	484.56	892.77	1,644.87
Disco de filtro	438.00	806.99	1,486.82	2,739.37
Otros insumos (azufre para cabecear cilindros, gas de estufa, etc.)	526.00	969.12	1,785.54	3,289.75
Total	42,045.00	77,465.19	142,724.59	262,960.80

FUENTE: Dirección General de Caminos (DGC)

TABLA II.6.6.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DE EQUIPO DE LABORATORIO

II.6.7. Presupuesto Primario de Capa de Base

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Capa de base colocada y compactada	9,486,400.00	17,478,077.08	32,202,224.09	59,330,510.51
Total	9,486,400.00	17,478,077.08	32,202,224.09	59,330,510.51

FUENTE: Dirección General de Caminos (DGC)

TABLA II.6.7.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DE BASE

II.6.8. Presupuesto Primario de capa de subbase

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Capa de sub-base colocada y compactada	6,468,000.00	11,916,870.74	21,956,061.88	40,452,620.80
Total	6,468,000.00	11,916,870.74	21,956,061.88	40,452,620.80

FUENTE: Dirección General de Caminos (DGC)

TABLA II.6.8.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DE CAPA SUB-BASE

II.6.9. Presupuesto Primario de colocación de la capa de rodadura

Este inciso muestra el presupuesto de la colocación de la capa de rodadura, incluyendo la colocación de los delineadores de pavimento, engramillado de arriates, etc.

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Riego de liga	2,998,800.00	5,525,094.62	10,179,628.69	18,755,306.01
Riego de imprimación	3,332,000.00	6,138,994.02	11,310,698.54	20,839,228.90
Concreto asfáltico	46,648,000.00	85,945,918.24	158,349,779.61	291,749,204.58
Cunetas revestidas	246,960.00	455,007.79	838,322.36	1,544,554.61
Bordillo de Concreto	3,528.00	6,500.11	11,976.03	22,065.07
Colocación de delineador de pavimento (a/c 25.00 mts)	43,120.00	79,445.80	146,373.75	269,684.14
Engramillado	735,000.00	1,354,189.86	2,495,007.03	4,596,888.73
Total	54,007,408.00	99,505,148.44	183,331,786.01	337,776,932.03

FUENTE: Dirección General de Caminos (DGC)

TABLA II.6.9.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DE CAPA DE RODADURA

II.6.10. Presupuesto Primario de Puentes

Este inciso estudia la colocación de puentes, su longitud y dimensionamiento óptimo respecto al presupuesto.

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Puente I 2 Puentes de 2 vías y 400 metros de long.	40,000,000.00	73,697,407.17	135,782,695.60	250,170,815.11
Puente II Puente de 4 vías y 600 metros de long.	60,000,000.00	110,546,110.76	203,674,043.40	375,256,222.66
Puente III Puente de 4 vías y 200 metros de long	20,000,000.00	36,848,703.59	67,891,347.80	125,085,407.55
Total	120,000,000.00	221,092,221.52	407,348,086.79	750,512,445.32

FUENTE: Dirección General de Caminos (DGC)

TABLA II.6.10.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DE PUENTES

II.6.11. Presupuesto Primario de pasos a desnivel

En este inciso se estudia la implementación de los pasos a desnivel que son necesarios y su costo.

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Paso a Desnivel I	9,000,000.00	16,581,916.61	30,551,106.51	56,288,433.40
Paso a Desnivel II	5,000,000.00	9,212,175.90	16,972,836.95	31,271,351.89
Paso a Desnivel III	5,000,000.00	9,212,175.90	16,972,836.95	31,271,351.89
Paso a Desnivel IV	7,000,000.00	12,897,046.26	23,761,971.73	43,779,892.64
Paso a Desnivel V	8,000,000.00	14,739,481.43	27,156,539.12	50,034,163.02
Paso a Desnivel VI	5,000,000.00	9,212,175.90	16,972,836.95	31,271,351.89
Paso a Desnivel VII	10,000,000.00	18,424,351.79	33,945,673.90	62,542,703.78
Total	49,000,000.00	90,279,323.79	166,333,802.11	306,459,248.51

FUENTE: Dirección General de Caminos (DGC)

TABLA II.6.11.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DE PASOS A DESNIVEL

II.6.12. Presupuesto Primario de señalización

La señalización es un aspecto muy importante en la seguridad del piloto, haciendo necesaria su implementación.

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Monumentos indicadores de derecho de via	22,500.00	41,454.79	76,377.77	140,721.08
Postes delineadores	6,600.00	12,160.07	22,404.14	41,278.18
Pintura de líneas longitudinales centrales	13,720.00	25,278.21	46,573.46	85,808.59
Señales de tránsito preventivas de metal	6,860.00	12,639.11	23,286.73	42,904.29
Señales de tránsito informativas laterales	24,000.00	44,218.44	81,469.62	150,102.49
Señales de tránsito de indicadores del proyecto	12,000.00	22,109.22	40,734.81	75,051.24
Total	85,680.00	157,859.85	290,846.53	535,865.89

FUENTE: Departamento de Tránsito, Policía Nacional.

TABLA II.6.12.1. TABLA DE PRESUPUESTO PRIMARIO DE SEÑALIZACION

II.6.13. Resumen del Presupuesto Primario

A continuación se presenta una integración de los incisos anteriores presupuestos anteriores.

Renglón	1,995	2,000	2,005	2,010
Topografía	211,680	390,007	718,562	1,323,904
Línea Preliminar	51,852	95,534	176,014	324,295
Línea Localizada	65,209	120,144	221,357	407,836
Diseño Final	36,623	67,475	124,318	229,048
Drenaje	31,115	57,327	105,622	194,602
Equipo de Laboratorio	42,045	77,465	142,725	262,961
Base	9,486,400	17,478,077	32,202,224	59,330,511
Sub-base	6,468,000	11,916,871	21,956,062	40,452,621
Capa de Rodadura	54,007,408	99,505,148	183,331,786	337,776,932
Puentes	120,000,000	221,092,222	407,348,087	750,512,445
Pasos a Densivel	49,000,000	90,279,324	166,333,802	306,459,249
Señalización	85,680	157,860	290,847	535,866
TOTAL	239,486,012	441,237,453	812,951,405	1,497,810,268

FUENTE: Estudiantes del Ejercicio Profesional Supervisado

TABLA II.6.13.1. TABLA DE RESUMEN DEL PRESUPUESTO PRIMARIO

CONCLUSIONES

a) De acuerdo con los resultados de las mediciones del tránsito promedio diario (T.P.D.), que da un volumen de tránsito de aproximadamente 450,000 vehículos en los corredores radiales de las áreas de influencia del Tramo Intermedio, y tomando en cuenta que dicha área circunscribe únicamente 4 de los 15 corredores radiales, se concluye que se deben implementar nuevas redes viales para el Área Metropolitana.

b) En los últimos 25 años el crecimiento vehicular, ha aumentado en un 388%, y el crecimiento vial, únicamente ha aumentado en un 16%; por lo que se concluye que es necesaria la implementación de nuevas vías urbanas para que ambos índices de crecimiento tengan un factor proporcional entre sí.

c) La facilidad de tránsito en una vía está directamente ligada a la saturación o congestionamiento de la misma, al ver los datos de los cuatro corredores radiales del área de influencia del Tramo Intermedio (Anillo Periférico, 108%; Calz. Aguliar Bártres, 189%; Avenida Hincapié, 43%), se observa que únicamente la Avenida Hincapié tiene capacidad de absorción de tránsito, las otras tres, han rebasado su límite.

d) Los niveles de polución del aire en la áreas de influencia están por encima de los promedios permitidos por la American Environment Standards (A.E.S.), el promedio de

partículas sólidas en suspensión está en 413 mg/m^3 , el nivel de monóxido de carbono se encuentra en 239 mg/m^3 , y el nivel del dióxido de nitrógeno en 242 mg/m^3 .

e) A pesar del elevado costo del proyecto, Q.240,000,000 éste se justifica plenamente, por los beneficios que producirá en materia de fuentes de trabajo, redistribución y crecimiento de las zonas industriales, ahorro de energía, tiempo y combustible, plusvalía de la tierra y optimización en las vías de comunicación.

f) La ruta propuesta en este estudio, para el Tramo Intermedio del Periférico Metropolitano, representa la mejor alternativa por la funcionalidad que presenta, por la optimización de recursos, el factor económico, ya que es la que necesita menor cantidad de obras accesorias.

g) La alternativa propuesta proporciona además una solución al tránsito de paso, para rodear el Area Metropolitana, sin necesidad de penetrarla, invirtiendo en ello menos tiempo y energía.

RECOMENDACIONES

a) Se recomienda a la Municipalidad de Guatemala la implementación y puesta en marcha la construcción del Periférico Metropolitano, para la solución del problema del tránsito en el Area Metropolitana, a un plazo corto o mediano, ya que es de caracter urgente la creación de vías rápidas, y periféricas.

b) Se recomienda a la Municipalidad de Guatemala la creación de un sistema recaudador de ingresos, perenne y exclusivo para el desarrollo de la infraestructura vial de la Ciudad de Guatemala. Para tal fin, la Municipalidad debe implementar una sección específica, que cubra esta función.

c) Es recomendable que la Municipalidad de Guatemala establezca un control con el cual pueda establecer un factor que relacione al crecimiento vehicular y al crecimiento vial para obtener un crecimiento proporcional entre ambos, evitando problemas similares en el futuro.

d) Se recomienda a la Municipalidad de Guatemala, el crear un control de contaminación del ambiente, tomando en cuenta sus factores actuales y futuros.

e) Es recomendable que la Municipalidad por medio del Departamento de Catastro, exija a los constructores un porcentaje de áreas verdes para cualquier tipo de construcción, ya que éste es el único factor que incide positiva y directamente en la purificación del aire.

f) Aunque la construcción del Periférico Metropolitano, está más que justificada, es recomendable que se desarrollen otras propuestas y soluciones futuras al creciente problema del tránsito en la ciudad. No hay que olvidar que la ciudad será, dentro de pocos años, una urbe que absorberá al Periférico Metropolitano, tal como lo ha hecho con el Anillo Periférico.

g) Es recomendable la implementación de una legislación efectiva para la creación del "Distrito Metropolitano" a fin de lograr la viabilización de éste y otros proyectos similares. Es más, debe dársele carácter de urgencia nacional.

h) Se recomienda y se hace notar la importancia de no perder de vista, en la planificación de nuevas vías, la situación socioeconómica de la población guatemalteca, tan peculiar en sus características y tan sensible de afectar.

BIBLIOGRAFIA

- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,976.
Febrero 1,977.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,977.
Febrero 1,978.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,978.
Abril 1,979.
- DIRECCION GENERAL DE CAMINOS, Ministerio de Comunicaciones
y Obras Públicas. ESPECIFICACIONES GENERALES PARA
CONSTRUCCION DE CARRETERAS Y PUENTES. 1,963.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,979.
Febrero 1,980.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,980.
Marzo 1,981.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,981.
Febrero 1,982.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,982.
Febrero 1,983.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,983.
Abril 1,984.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,984.
Marzo 1,985.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,985.
Abril 1,986.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,986.
Abril 1,987.

- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
BOLETIN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA 1,987.
Abril 1,988.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
ESTUDIO DE VELOCIDAD EN VIAS URBANAS. Octubre 1,983.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA Y
SU AREA METROPOLITANA, VOL 1. Enero 1,981.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA Y
SU AREA METROPOLITANA, VOL 2. Enero 1,981.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA Y
SU AREA METROPOLITANA, VOL 3. Enero 1,981.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
PLAN MAESTRO DE TRANSPORTE DE LA CIUDAD DE GUATEMALA Y
SU AREA METROPOLITANA, VOL 4. Enero 1,981.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. BOLETIN ESTADISTICO,
SEGUNDO SEMESTRE 1,980-1,981. Octubre 1,984.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. CENSOS NACIONALES DE
1981, IX CENSO DE POBLACION, VOL. 1. Mayo 1,987.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. CENSOS NACIONALES DE
1981, IX CENSO DE POBLACION, VOL. 2. Mayo 1,987.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
SEMINARIO DE TRANSPORTE URBANO EN EL AREA
METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA. Diciembre
1,991
- BONILLA ORDOÑEZ, Edgar Rubén. EVALUACION DE LA ALTERNATIVA
PARA RESOLVER PASOS A DESNIVEL EN AREAS URBANAS.
Universidad San Carlos de Guatemala. Octubre 1,989.
Ingeniería Civil.
- MATERIAL DE APOYO SOBRE CONFERENCIA DE TIPOLOGIA DE
PAVIMENTOS. Universidad de San Carlos de Guatemala.
Curso de Vías Terrestres I. Septiembre 1,993.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación.
DISTRITO CENTRAL, PROPUESTA PARA SU DESARROLLO.
Octubre 1,981.
- BANCO DE GUATEMALA. BOLETIN ESTADISTICO, OCTUBRE-NOVIEMBRE-
DICIEMBRE 1994. Octubre 1,995.

- FAILLACE MORAN, Aquiles. CONSIDERACIONES SOBRE EL PAISAJE EN CARRETERAS Y ASPECTOS LEGALES QUE INFLUYEN EN SU MEJORAMIENTO. Universidad San Carlos de Guatemala. Enero 1,978. Ingeniería Civil.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación. EL TRANSPORTE URBANO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA. Septiembre 1.988.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación. CONSIDERACIONES SOBRE EL DESARROLLO DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD CAPITAL (DISTRITO CENTRAL) Y OTRAS AREAS CON CARACTERISTICAS SIMILARES. Diciembre 1,984.
- GONZALEZ GARCIA, Francisco Enrique. EVALUACION DE LOS ACCIDENTES DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA DURANTE EL PERIODO 1,976-1,985. Universidad San Carlos de Guatemala. Agosto 1,988. Ingeniería Civil.
- BANCO DE GUATEMALA. GUATEMALA: INDICADORES SOCIO-DEMOGRAFICOS. Diciembre 1,991.
- MONCAYO V., Jesús. MANUAL DE PAVIMENTOS. Mayo 1,983. Editorial Continental. México.
- SPIEGEL, Murray R. PROBABILIDAD Y ESTADISTICA. Octubre 1,992. McGraw-Hill. México.
- MERRITT, Frederick S. MANUAL DEL INGENIERO CIVIL, VOL I. Junio 1,993. McGraw-Hill. México.
- MERRITT, Frederick S. MANUAL DEL INGENIERO CIVIL, VOL II. Junio 1,993. McGraw-Hill. México.
- MERRITT, Frederick S. MANUAL DEL INGENIERO CIVIL, VOL III. Junio 1,993. McGraw-Hill. México.
- MERRITT, Frederick S. MANUAL DEL INGENIERO CIVIL, VOL IV. Junio 1,993. McGraw-Hill. México.
- CRESPO VILLALAZ, Carlos. MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES. Septiembre 1,993. Grupo Noriega Editores. México.
- HERNANDEZ A., Francisco A. CONTROL DE LA PRODUCCION. Universidad San Carlos de Guatemala. Mayo 1,990. Ingeniería Industrial.
- MATERIAL DE APOYO SOBRE CONFERENCIA DEL DESARROLLO DEL AREA METROPOLITANA. Municipalidad de Guatemala. METROPOLI 2,010. Octubre 1,995.

- JICA, Plan Maestro de Transporte, Municipalidad de Guatemala. CUANTIFICACION DE SUPERFICIES DE USO DEL SUELO. Octubre 1,990.
- JICA, Plan Maestro de Transporte, Municipalidad de Guatemala. INFORME FINAL DEL ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE DESARROLLO DE TRANSITO EN EL AREA METROPOLITANA. Diciembre 1,991.
- CAMARA DE LA CONSTRUCCION. PRECIOS PROMEDIOS DE MANO DE OBRA PAGADOS A DESTAJO EN LA CONSTRUCCION PARA LA CIUDAD DE GUATEMALA. Enero 1,995.
- MALDONADO GUZMAN, Belarmino Américo. FACTORES DETERMINANTES EN LA PREPARACION Y EVALUACION DE PROYECTOS VIALES. Universidad San Carlos de Guatemala. Abril 1,970. Ingeniería Civil.
- INGENIERO JORGE E. ERDMENGER Y ASOCIADOS. CONTEO DE VOLUMEN DE TRANSITO EN LA CIUDAD DE GUATEMALA. Octubre 1,995.
- JICA, Plan Maestro de Transporte, Municipalidad de Guatemala. INFORME INTERMEDIO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE DESARROLLO DE TRANSITO EN EL AREA METROPOLITANA. Diciembre 1,995.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. INDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR. Agosto 1,995.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA. CENSOS NACIONALES DE 1994, IX CENSO DE POBLACION, DATOS PRELIMINARES. Agosto 1,995.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación. ESTUDIO DE MANTENIMIENTO DE VIAS URBANAS, INFORME FINAL. Marzo 1,990.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Dirección de Planificación. EDOM 1,972- 2,000, PLAN DE DESARROLLO METROPOLITANO. Enero 1,972.
- MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA, Unidad de Planificación Urbana. DISTRITO METROPOLITANO DE GUATEMALA, BASES PARA SU CREACION Y ORGANIZACION. Abril 1,990.