

sido aplicado el costo de sombra el orden de prioridades del proyecto no se vería afectado.

(1) Estimación de Beneficios

Los ahorros en el costo de operación vehicular y disminución en el tiempo de viaje fueron estimados como un mayor beneficio, los que fueron obtenidos de varios planes propuestos. El método estimativo de estos beneficios es como se muestra.

1) Beneficios de ahorro del costo operativo de vehículos

El beneficio de costos operativos de vehículos VOC el ahorro es definido en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{BCOV} &= \sum_k \text{COV}^{\text{sin}} - \sum_k \text{COV}^{\text{con}} \\ &= \sum \sum \sum (c_k \times \text{db}^{ij}) - \sum \sum \sum (c_k \times \text{da}^{ij}) \end{aligned}$$

Donde, BCOV :Beneficio de ahorro de COV
 $\sum_k \text{COV}^{\text{sin}}$:Sin COV en caso de "No hacer nada"
 $\sum_k \text{COV}^{\text{con}}$:Con COV con plan
 c_k :Costo unidad de COV (Q/Km)
 db^{ij} :Distancia entre i y j en caso "No hacer nada"
 da^{ij} :Distancia entre i y j en el caso con plan
 k :Tipo de vehículo

De la ecuación descrita BCOV puede ser calculado si C_k , da^{ij} y db^{ij} son realizadas. Los últimos dos datos, da^{ij} y db^{ij} , son colocados en la sección 3.1. Los datos de C_k fueron determinados en los siguientes procedimientos.

a) Determinación de COV:

COV es colocado a cinco tipos de vehículos, eso, es pasajeros, carros, microbuses, buses, camiones pequeños, medianos y grandes considerando las características de transportación en el Area de Estudio. COV está compuesta de los siguientes ocho temas: Costo de combustible, costo aceite del motor, costo de reparación, depreciación, costo de intereses, costo de equipo, costo general de administración y costo del seguro. Los anteriores

tres temas son de costo variable y el resto de costo fijo. Lo siguiente es el método de cálculo para cada componente COV.

COSTO DE COMBUSTIBLE

$$FC_i = FEP_i \times FCQ_i$$

FC : Costo combustible
 FEP : Precio económico del combustible (Dato-5)
 FCQ : Cantidad de consumo de combustible (Dato-6)
 i : Tipo de vehículo.

COSTO ACEITE PARA MOTOR

$$EOC_i = EEP_i \times ECQ_i$$

EOC : Costo aceite para motor
 EEP : Precio económico del aceite para motor
 ECQ : Cantidad de consumo de aceite
 i : Tipo de vehículo

COSTO DE REPARACION/REEMPLAZO

Ya que el dato de reparación no está disponible en la encuesta solo el costo de reemplazo de llantas es contado.

$$RRC_i = \frac{(EPT_i \times NTR_i \times NOT_i)}{LSV_i \times AVR_i}$$

RRC : Costo de reparación/reemplazo.
 EPT : Precio económico de llantas (dato 9)
 NTR : Número de llantas reemplazadas (dato 10)
 NOT : Número de llantas por vehículos (dato 10)
 LSV : Vida del vehículo (dato -4)
 AVR : Kilometraje anual del vehículo (dato-1)
 i : Tipo de vehículo.

DEPRECIACION

$$DP_i = \frac{PPV_i - SVV_i}{LSV_i \times AVR_i}$$

DP : Costo depreciación
 PPV : Precio económico de compra del vehículo (dato 3)
 SSV : Valor de rescate del vehículo (Dato -4)
 LSV : Vida del vehículo (Dato 2)
 AVR : Kilometraje anual del vehículo (Dato-1)

i : Tipo de vehículo.

COSTO DE INTERES

Los clientes adoptan prestar la mitad del precio de la compra con agentes financieros con el 24% de interes anual y pagarlo por un periodo de cinco años.

$$IC_i = \frac{TIC_i}{LSV_i \times AVR_i}$$

IC : Costo de interés
TIC : Pago total de intereses (Dato-13)
LSV : Vida del vehículo (Dato-2)
AVR : Kilometraje (Dato-1)
i : Tipo de vehículo

COSTO DE TRIPULACION

$$CR_i = \frac{ACW_i}{AVR_i}$$

CR : Costo de tripulación (Quetzales/Km)
ACW : Salarios totales de tripulación
(dato 11)
AVR : Kilometraje anual del vehículo
(dato 1)
i : Tipo de vehículo

COSTO DE SEGUROS.

$$IC_i = \frac{PPV_i \times VIR_i}{AVR_i}$$

IC : Costo del seguro
PPV : Precio económico de la compra del
vehículo (dato 13)
VIR : Tasa del seguro del vehículo
(dato 1)
i : Tipo dde vehículo.

COSTO DE ADMINISTRACION GENERAL

El costo de administración general es adoptado como la

suma del costo de depreciación, costo de tripulación y costo del seguro. De cualquier forma el costo administrativo de carros de pasajeros es cero.

Basados en el método anterior, Cov fue calculado como se resume en la tabla 9.5.1 con los datos obtenidos por las entrevistas de la encuesta propietarios de vehículos, los cuales con mostrados desde datos 1 a datos 13 localizados en la tabla 9.5.1.

Tabla 9.5.1 Costo de Operación de Vehículos
Precio - Económico

Unidad Q/Km. con el Precio 1991

	Carro de Pasajeros	Micro Bus	Bus	Camión		
				Pequeño	Mediano	Pesado
Costo variable						
Aceite	0.218	0.275	0.432	0.137	0.204	0.735
Aceite de motor	0.025	0.042	0.042	0.025	0.050	0.067
Reparación	0.034	0.078	0.117	0.039	0.069	0.152
Sub-total	0.277	0.395	0.591	0.201	0.323	0.954
Costo Reparación						
Depreciación	0.121	0.166	0.102	0.089	0.068	0.147
Interés	0.092	0.087	0.066	0.047	0.036	0.077
Costo equipo	0.000	0.323	0.184	0.107	0.063	0.450
Seguro	0.113	0.106	0.081	0.057	0.044	0.141
Administración	0.000	0.326	0.682	0.433	0.300	0.211
Sub-total	0.326	1.008	1.115	0.733	0.511	1.026
Total	0.603	1.403	1.706	0.934	0.834	1.980

DATO 1 Tarifa Anual de Kilometraje de Vehículos

(Unidad: Km/Año)

Pasajeros en Carro	Micro		Pequeño	CAMION		
	Bus	Bus		Mediano	Pesado	
20,000	40,000	70,00	70,000	120,000	10,000	

DATO 2 Vida Util del Vehículo

(Unidad: Año)

Pasajeros en Carro	Micro		Liviano	CAMION	
	Bus	Bus		Mediano	Pesado
10	10	10	10	10	10

DATO 3 Precios Compra del Vehículo Nuevo

	Pasajeros en Carro	Micro Bus	Bus	Liviano	CAMION Mediano	Pesado
A	45000	85000	113000	80000	105000	188000
B	30%	15%	30%	15%	15%	15%
C	7%	7%	7%	7%	7%	7%
D	28350	66300	71190	62400	81900	146640

Impuesto:	Impuesto del Valor Agregado	7%
	Impuesto de Importación	11%
	Impuesto Municipal	2%

DATO 4 Valor de Rescate

(Unidad: Vehículo)

Carro Pasajeros	Mini Bus	Bus Grande	Camión		
			Liviano	Medio	Pesado
4.185	0	0	0	0	0

DATO 5 Precio Económico del Combustible

(Unidad: Litro)

	Gasolina	Diesel
Precio de Mercado	2.36	1.57
Impuesto	20%	20%
Precio Económico	20%	1.256

DATO 6 Consumo de Combustible

	Carro Pasajeros	Mini Bus	Bus Grande	Camión		
				Liviano	Medio	Pesado
A	Gasolina	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
B	1/8.67	1/4.57	1/2.91	1/9.14	1/6.16	1/1.71

Nota A: Tipo de combustible

B: Consumo (litros/kilometro)

DATO 7 Precio Económico del Aceite

(Unidad: Q/Litro)

	Aceite de Motor
Precio de Mercado	12.53
Impuesto	20%
Precio Económico	10.024

DATO 8 Consumo de Aceite de Motor

(Unidad Litros/Km)

Carro Pasajeros	Mini Bus	Bus Grande	Camión		
			Liviano	Medio	Pesado
1/400	1/236	1/236	1/400	1/200	1/150

DATO 9 Precio Económico de Llantas

	Carro Pasajeros	Mini Bus	Bus Grande	Camión		
				Liviano	Medio	Pesado
A	350	750	1000	500	750	1000
B	20%	20%	20%	20%	20%	20%
C	280	600	800	400	600	800

A: Precio de llantas (Quetzales/Llanta)
 B: Impuesto (%)
 C: Precio Económico de llantas (Quetzales/llanta)

DATO 10 Número de Reposición de Llantas

	Carro Pasajeros	Mini Bus	Bus Grande	Camión		
				Liviano	Medio	Pesado
A	200,000	400,000	700,000	700,000	1200,000	1000,000
B	30,000	30,000	40,000	40,000	50,000	50,000
C	6	13	17	17	23	19
D	4	4	6	4	6	10

A : Recorrido total del vehículo (km)
 (Vida útil del vehículo x recorrido anual del vehículo)
 B : Máximo recorrido de llanta, km por llanta (km)
 C : Número de reposiciones de llantas
 D : Número de llantas por vehículo

DATO 11 Salarios de la Tripulación

	Carro Pasajero	Mini Bus	Bus Grande	Camión		
				Liviano	Medio	Pesado
A		Piloto 1 Asist 1	Piloto 1 Asist 1	Piloto 1	Piloto 1	Piloto 1 Asist 1
B	0	12900	12900	7500	7500	45000

Nota 1 : A Número de personas por tripulación(pers/vehículo)

B Salario anual de la tripulación por vehículo
(Q/año)

Nota 2 : Salario de la Tripulación

	Piloto	Asistente	Unidad
Minibus	23.....	20	Q/día
Bus Grande	23.....	20	Q/día
Camión Liviano	25		Q/día
Camión Medio	25		Q/día
Camión Pesado	100.....	50	Q/día
3000 días laborables al año			

DATO 12 Porcentaje del Seguro del Vehículo

(Unidad: %)

Carro Pasajeros	Mini Bus	Bus Grande	Camión		
			Liviano	Medio	Pesado
5	5	5	5	5	7.5

DATO 13 Pagos Totales por Intereses

(Unidad: Q)

Carro Pasajeros	Mini Bus	Bus Grande	Camión		
			Liviano	Medio	Pesado
18,478	34,903	46,400	32,852	43,115	77,196

Nota: Los pagos totales por intereses están calculados por el método del interés compuesto.

- b) COV Depende de la velocidad de operación
COV calculado en el inciso a) fue estimado bajo las condiciones de velocidad de operación actual del vehículo en las vías dentro del Area de Estudio. De cualquier manera el consumo de combustible varía dependiendo de la velocidad operación del vehículo utilizando la relación entre velocidad de operación y consumo de combustible como se muestra 9.5.2 el costo de combustible indicado en la tabla 9.5.1 fue modificado de acuerdo a la tabla 9.5.2. Este resultado es mostrado en la tabla 9.5.3.

Tabla 9.5.2 Consumo de Combustibles por Velocidad

Km/h	Pasajero	Microbus	Bus	Pequeño	Mediano	Pesado
5	0.451	0.463	0.527	0.408	0.463	0.519
10	0.393	0.433	0.503	0.374	0.433	0.492
15	0.340	0.400	0.463	0.336	0.400	0.463
20	0.302	0.355	0.426	0.307	0.355	0.404
25	0.277	0.329	0.397	0.282	0.329	0.375
30	0.255	0.307	0.372	0.262	0.307	0.352
35	0.236	0.285	0.351	0.243	0.285	0.326
40	0.219	0.268	0.329	0.228	0.268	0.308
45	0.207	0.254	0.313	0.216	0.254	0.293
50	0.198	0.244	0.299	0.208	0.244	0.280
55	0.190	0.238	0.291	0.202	0.238	0.273
60	0.185	0.234	0.285	0.202	0.234	0.265
65	0.182	0.236	0.291	0.205	0.236	0.268
70	0.179	0.241	0.298	0.208	0.241	0.275
75	0.177	0.251	0.307	0.216	0.251	0.286
80	0.176	0.262	0.318	0.225	0.262	0.298

Tabla 9.5.3 COV Dependiendo de Velocidad de Recorrido

(Unidad Quetzales/Km)

Km/H	Pasajeros	Microbus	Bus	Pequeño	Mediano	Pesado
5	0.807	1.568	1.869	1.088	0.999	2.157
10	0.748	1.538	1.845	1.053	0.969	2.130
15	0.696	1.505	1.805	1.016	0.936	2.101
20	0.658	1.460	1.769	0.987	0.891	2.042
25	0.632	1.433	1.740	0.961	0.864	2.014
30	0.611	1.412	1.715	0.941	0.843	1.990
35	0.592	1.390	1.693	0.923	0.821	1.965
40	0.575	1.373	1.672	0.907	0.804	1.946
45	0.562	1.359	1.655	0.895	0.790	1.931
50	0.554	1.349	1.642	0.887	0.780	1.919
55	0.545	1.343	1.633	0.882	0.774	1.911
60	0.541	1.339	1.628	0.882	0.770	1.904
65	0.538	1.341	1.633	0.885	0.772	1.906
70	0.535	1.346	1.640	0.887	0.777	1.914
75	0.533	1.356	1.650	0.895	0.787	1.924
80	0.531	1.367	1.660	0.905	0.798	1.936

En la asignación de tránsito, la asignación fue hecha solo por dos tipos de vehículos. Uno es el "Bus" que incluye micro-bus y Bus (normal) el otro es "Carro", que incluye carro de pasajeros y camiones. Por consiguiente, el costo de operación del vehículo de estas dos clases de vehículos fue obtenida por el promedio de pesos del volumen existente para cada carro. El peso es como se muestra:

"Bus"	Micro bus	0.3225
	Bus	0.6775
"Carro"	de Pasajeros	0.6706
	Camión	
	Pequeño	0.2529
	Mediano	0.0765
	Pesado	0.0000

TABLA 9.5.4 COV por Asignación de Tránsito

(Unidad: Quetzales/Km.)

Km/H	Bus	Carro
5	1.772	0.893
10	1.746	0.842
15	1.708	0.795
20	1.669	0.759
25	1.641	0.733
30	1.617	0.712
35	1.595	0.693
40	1.575	0.676
45	1.560	0.664
50	1.547	0.655
55	1.539	0.648
60	1.535	0.645
65	1.539	0.644
70	1.546	0.643
75	1.555	0.644
80	1.566	0.646

c) Costo de operación del sistema ferroviario

Juzgando el incremento de la demanda de transporte dentro del Area de Estudio en el futuro, la necesidad de introducir el sistema de tránsito ferroviario es considerado muy necesario. En orden para estimar el costo operativo de este sistema en el caso de su introducción, el costo unitario fue calculado tentativamente basados en los lineamientos de "Sistemas de Tránsito Urbano para examinar opciones" publicadas por el Banco Mundial.

Premisa de Estimación

Longitud de las Rutas	33 Km
Espaciamiento de las estimaciones	500 M
Horas de funcionamiento horas/día	18 horas
Promedio de días/año	350 días
Promedio de viajes	9 Km
Longitud de período Pico	3 horas
Capacidad por Tren	900 pasajeros
Vagón por tren	4 vagones
Pasajeros (Promedio de trabajo al día)	500,000 personas.

Basados en la premisa anterior, el costo de operación es estimado de acuerdo al método en el reporte del Banco Mundial anterior. El resultado es como se muestra:

Costo de operación del sistema de tránsito ferroviario.
0.299 Quetzales/pasajero. Km.

2) Beneficios del ahorro de tiempo de Viaje

El beneficio del ahorro de tiempo está definido en la siguiente ecuación:

$$BTTS = \sum \{K V \times (K^{TRT^{sin}} - K^{TRT^{con}})\}$$

Donde, TRT sin :Tiempo de viaje en caso "No hacer nada "

TRT con :Tiempo de viaje con Plan

V : Valor de tiempo (Quetzales/hora)

K : K = 1 Usuario de carro privado

K = 2 Usuario de transporte público

En la ecuación anterior TRT puede ser obtenida de la asignación de tránsito en la red vial. Por consiguiente, BTTS puede ser calculado si "v", valor de tiempo, está colocado. El valor de tiempo fue estimado en los siguientes procedimientos utilizando los datos mostrados en la tabla 9.5.5.

Tabla 9.5.5. Familia y Propietario de Carro por Clase de Ingreso

Clase por Ingreso Medio	-300 (150)	301-600 (450)	601-1000 (750)	1001-1500 (1250)	1501-3000 (1750)	3001 (4000)	Total
Familia	35593	59693	76275	60508	56911	21230	310156
Peso	0.116	0.192	0.246	0.195	0.183	0.069	1.000
Prop.	4230	9712	20757	27004	41400	29069	132172
Peso	0.032	0.073	0.157	0.204	0.313	0.221	1.000
No. Prop	31390	49981	55518	33504	15511	---	185823
Peso	0.168	0.269	0.299	0.180	0.084	---	

Nota: Nivel de ingreso es un ingreso mensual

a) Ingreso de propietario de carro

El ingreso de propietario de carro está estimado a ser promediado, de la clase media con el número de familias propietarias de vehículos por clase de ingreso.

$$IPC = \sum (IM_j \times WO_j)$$

IPC : Ingreso de propietarios de carros
 IM : Mediano de clase de ingreso
 wO : Peso por el número de propietarios de carro en cada clase de ingresos.
 j : Clase por ingreso.

Utilizando los datos en la tabla 9.5.4, el ingreso del propietario del carro es obtenido 1842.3 quetzales por mes.

b) Ingreso por no propietarios de carros

Los no propietarios de carros son estimados como el promedio de la media de cada ingreso medio con el número de familias de no-propietarios por clase de ingreso.

$$INC = \sum (IM_j \times WN_j)$$

INC : Ingreso de no-propietarios
 IM : Media de clase de ingreso
 WN : Peso por el número de no-propietarios de autos en cada clase de ingreso
 j : Clase ingreso

Utilizando los datos enlistados en la tabla 9.5.4 el ingreso de los no-propietarios de carros fue de 742.6

quetzales al mes.

Asumiendo 25 días laborados por mes y ocho horas al día, los ingresos del propietario de carro y el no-propietario fueron obtenidos por la división de sus ingresos (25 x 8). Por consiguiente, cada nivel por hora esta estimado como sigue:

Propietario:	9.212	Quetzales/Hora
No-Propietarios	3.713	Quetzales/Hora

Además puede ser considerado que los viajes son realizados por variados propósitos. Generalmente, en el estudio de transportación, el valor del tiempo es aplicado solo a los viajes relacionados a los negocios (al trabajo, a la oficina, y negocios); de acuerdo al estudio de la encuesta del Equipo, el promedio de negocios relacionados a los viajes, con aquellos relacionados a viajes de no-negocios fue de 0.49 a 0.51.

Por consiguiente, el nivel de ingreso anterior puede ser descontado con el 0.49 para el valor del tiempo de viaje. En conclusión, el valor del tiempo fue determinado como se muestra si los propietarios de los carros utilizan carros propios y los no-propietarios usan transporte público.

Valor de tiempo de usuarios de carro
4.514 Quetzales/hora

Valor de tiempo de usuarios de transporte público
1.819 Quetzales/hora

Como es el caso del costo de operación del vehículo, el valor de tiempo anterior es también colocado para las categorías de "bus" y "carro" para la asignación de tránsito. El valor de tiempo de cada bus o carro es obtenido con el número promedio de pasajeros de "bus" o "carro". El número promedio de pasajeros es de 20 personas para "bus" y 1.8 personas para "carro", respectivamente. Por consiguiente, el valor de tiempo de "bus" es de 36.38 quetzales y el valor de tiempo de "carro" es de 8.125 quetzales.

Valor de tiempo de "carro"	8.125	Quetzales/hora
Valor de tiempo de "bus"	36.38	Quetzales/hora

(2) Beneficio Estimado

Basados en los procedimientos previos mencionados, el beneficio de ahorro en costo de operación de vehículo (Beneficio COV) y el beneficio de ahorro del tiempo del viaje (Beneficio de valor de tiempo) donde fueron estimados para seis planes alternos. El resultado de esta estimación está resumida en la tabla 9.5.6.

Tabla 9.5.6 Resumen de Beneficios Estimados

Unidad: Millon de Q/Año

Asuntos de Evaluación	Modo	Plan Maestro Alternativo						Caso "No Hacer Nada" Caso(w)	Caso Base (1990)
		Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D	Alt. E	Alt. F		
Costo de Recorrido	Publico	888.7	951.7	1012.6	875.8	913.9	972.3	857.4	344.1
	Privado	3381.0	3052.8	2681.4	3163.0	2957.0	2665.9	3938.2	966.9
	Total	4269.7	4004.5	3694.0	4038.8	3870.9	3638.2	4795.6	1311.0
Costo de Tiempo	Publico	2172.5	1948.7	1608.1	2011.9	1957.7	1733.8	2872.0	996.2
	Privado	2271.8	1836.9	1441.3	1762.1	1527.4	1285.5	3294.6	371.1
	Total	4444.4	3785.7	3049.4	3773.9	3485.1	3019.2	6166.5	1367.3
Costo de Recorrido	Publico	-31.3	-94.3	-155.2	-18.4	-56.5	-114.9		
	Privado	557.2	885.4	1256.8	775.2	981.2	1272.3		
	Total	525.9	791.1	1101.6	756.8	924.7	1157.4		
Costo de Tiempo	Publico	699.4	923.2	1263.9	860.1	914.3	1138.2		
	Privado	1022.7	1457.6	1853.2	1532.5	1767.2	2009.1		
	Total	1722.2	2380.9	3117.2	2392.6	2681.4	3147.3		
Beneficio Total	Publico	668.1	828.9	1108.7	841.7	857.8	1023.3		
	Privado	1579.9	2343.0	3110.0	2307.7	2748.4	3281.4		
	Total	2248.1	3172.0	4218.8	3149.4	3606.1	4304.7		

De acuerdo a estos resultados, el costo de kilometraje del vehículo de transporte público para cada plan es estimado mayor que el de "No hacer nada". La razón es como se muestra: en el caso "No hacer nada" el transporte público es asumido su paso a través de una ruta corta entre zonas, mientras en los planes alternos el transporte público es planificado para pasar a través de las vías troncales la mayor parte. Consecuentemente, la distancia de la ruta en el plan alternativo muestra una tendencia a ser mayor que el "caso no hacer nada", que lleva a costos altos de operación de vehículos de transporte público. Como otra razón, es considerado que el número de buses incrementa en los planes alternos, comparados con el caso "No hacer nada" porque en la introducción de carril de bus y vía exclusiva para bus.

Observando el ahorro del costo de tiempo de viaje, ambos transporte público y carros privados obtienen mucho más beneficio, comparados con el ahorro del costo operativo. En el beneficio total un carro particular adquiere de tres a cinco veces más beneficio que el transporte público para cada alternativa. La alternativa F, muestra el mayor beneficio, como 3.8 billones de quetzales por año, seguida por la alternativa C de 3.5 billones de quetzales por año. El menor beneficio es mostrado en la Alternativa A, 1.9 billones de quetzales por año.

(3) Costo Estimado

El costo de construcción para cada plan tentativo estimado como se muestra en la tabla 4.2.2 este costo es el costo financiero no el costo económico. El dato impuesto, precio sombra, Etc., no es válido en esta parte del estudio, 7% del costo financiero con el propósito de obtener el costo económico. La tabla 9.5.7, muestra el costo financiero de cada plan alterno.

Tabla 9.5.7 Costo Estimado

Unidad: Miles/Quetzales

Planes Alternos	Costo Financiero	Costo Economico
Alternativa A	1,696.210	1,577.475
Alternativa B	2,186.356	2,033.311
Alternativa C	4,918.650	4,574.345
Alternativa D	2,316.333	2,154.190
Alternativa E	2,502.634	3,257.450
Alternativa F	4,803.217	4,466.992

(4) Análisis Económico

Utilizando los beneficios y costos estimados anteriormente, los indicadores económicos fueron calculados para comparar su viabilidad de cada plan alterno. Los siguientes tres indicadores fueron adoptados en este análisis:

1) Índice Beneficio Costo

B/C es la relación del total del valor presente del beneficio económico a el total del valor presente del costo económico. Para el proyecto de viabilidad a B/C de más de 1.0 se requiere.

$$B/C = \sum B_t / (1+i)^t / \sum C_t / (1+i)^t$$

Aquí, B : Valor presente de beneficio
 C : Valor presente del costo
 i : Tasa de descuento (12%)
 t : año
 T : Período calculado

2) Valor Presente Neto (VPN)

VPN es la diferencia entre el total del valor presente de beneficio y el valor presente de costo. Un valor positivo de VPN es requerido para proyectar la viabilidad.

$$VPN = \sum B_t / (1+i)^t - \sum C_t / (1+i)^t$$

3) Tasa interna de Retorno (TIR)

TIR es una tasa de descuento cuando VPN es igual a cero. El valor más alto TIR, da el proyecto más conveniente.

$$TIR = \sum (B_t - C_t) / (1+i)^t = 0$$

La tabla 9.5.8 resume el valor de los tres anteriores indicadores por el plan alternativo. Los valores de B/C y VPN fueron calculados bajo la tasa de descuento de (12%). El beneficio y la serie de costos para cada alternativa es mostrado en la tabla 9.5.9.

Tabla 9.5.8 Valor de Indicadores Económicos por Alternativa

Alternativa	B/C (Millón Q)	VPN	TIR (%)
Alternativa A	3.183	2781	29.0
Alternativa B	3.537	4166	30.9
Alternativa C	2.230	4436	23.1
Alternativa D	3.315	4026	29.8
Alternativa E	3.540	4773	31.0
Alternativa F	2.131	4179	22.4

Tabla 9.5.9 Serie de Costos y Beneficios por Alternativa

(Unidad : Millón de Quetzales)

Año	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D		Alternativa E		Alternativa F	
	Beneficio	Costo	Beneficio	Costo	Beneficio	Costo	Beneficio	Costo	Beneficio	Costo	Beneficio	Costo
1995	0.0	339.2	0.0	437.3	0.0	983.7	0.0	463.3	0.0	500.5	0.0	960.6
1996	0.0	339.2	0.0	437.3	0.0	983.7	0.0	463.3	0.0	500.5	0.0	960.6
1997	0.0	339.2	0.0	437.3	0.0	983.7	0.0	463.3	0.0	500.5	0.0	960.6
1998	0.0	339.2	0.0	437.3	0.0	983.7	0.0	463.3	0.0	500.5	0.0	960.6
1999	0.0	339.2	0.0	437.3	0.0	983.7	0.0	463.3	0.0	500.5	0.0	960.6
2000	580.1	0.0	844.7	0.0	1168.5	0.0	838.4	0.0	975.5	0.0	1185.3	0.0
2001	664.3	0.0	964.2	0.0	1328.6	0.0	957.0	0.0	1111.8	0.0	1358.7	0.0
2002	760.6	0.0	1100.6	0.0	1510.6	0.0	1092.5	0.0	1267.0	0.0	1544.4	0.0
2003	871.0	0.0	1256.3	0.0	1717.5	0.0	1247.1	0.0	1444.0	0.0	1755.6	0.0
2004	997.3	0.0	1434.0	0.0	1952.8	0.0	1423.5	0.0	1645.7	0.0	1995.6	0.0
2005	1142.0	0.0	1636.9	0.0	2220.3	0.0	1624.9	0.0	1875.6	0.0	2268.4	0.0
2006	1307.7	0.0	1868.4	0.0	2524.4	0.0	1854.9	0.0	2137.6	0.0	2578.5	0.0
2007	1497.4	0.0	2132.7	0.0	2870.2	0.0	2117.4	0.0	2436.1	0.0	2931.0	0.0
2008	1714.8	0.0	2434.4	0.0	3263.4	0.0	2417.0	0.0	2776.4	0.0	3331.8	0.0
2009	1963.4	0.0	2778.8	0.0	3710.4	0.0	2759.0	0.0	3164.2	0.0	3787.1	0.0
2010	2248.2	0.0	3171.9	0.0	4218.7	0.0	3149.4	0.0	3606.2	0.0	4304.8	0.0

Como resultado de el análisis económico los seis planes alternos fueron confirmados viables.

La alternativa E muestra la mayoar viabilidad desde el punto de vista de los tres indicadores económicos, eso es, TIR es 31.0%, B/C es 3.540, y VPN es de 4774 millones de quetzales. La alternativa B es la segunda, de cualquier manera, su viabilidad económica es siempre la misma que la alternativa E.

Considerando una estimacióna de errores de costo y beneficio y/o incertidumbre futura, el análisis de sensibilidad fue realizado bajo los incrementos de costo del 5%, 10%, 15% y 20% y el descenso de beneficio de 5%, 10%, 15% y 20% respectivamente. Aunque en el peor caso el 20% del incremento del costo, todos los planes alternos fueron viables como se muestra en la tabla 9.5.10.

Tabla 9.5.10 Resultados de Análisis de Sensibilidad
(El Peor Caso: 20% Costo Mayor y Beneficio 20% Menor)

Alternativa	B/C	VPN (Millón Q)	TIR (%)
Alternativa A	1.698	1333	18.8
Alternativa B	1.886	2183	20.4
Alternativa C	1.189	1024	13.7
Alternativa D	1.768	2003	19.4
Alternativa E	1.881	2503	20.5
Alternativa F	1.137	757	13.1

(5) Otros Beneficios

Adicionalmente a los beneficios mencionados, los planes propuestos brindan otros beneficios, aunque estos no sean cuantificados en términos monetarios.

1) Efecto de creación de empleo

Los proyectos de construcción requieren muchos trabajadores, tanto de mano de obra calificada, como no calificada. Considerando el problema de desempleo es mucho más severo para la mano de obra no calificada que para los calificados, el número de trabajadores no especializados en los proyectos en el plan propuesto fueron estimados, basados en el proyecto de estimación de costo. La tabla 9.5.11 muestra la demanda para los trabajadores no calificados en espera.

Tabla 9.5.11 Trabajadores no Calificados en Espera

Planes de Alternativa	Monto de Inversión	Trabajadores no calificados necesarios (personas)
Alternativa A	1,696,210	15,700
Alternativa B	2,186,356	20,200
Alternativa C	4,918,659	45,500
Alternativa D	2,316,333	21,400
Alternativa E	2,502,634	23,100
Alternativa F	4,803,217	44,500

2) Efecto de Incremento PIB

Con los datos de los pasados cinco años de PIB inversión

para el mejoramiento de vías urbanas las siguientes relaciones fueron obtenidas a través de un análisis de regresión.

$$\text{PIB} = 852.145 + 1.085 \times \text{PIB}_{-1} + 2.630 \times \text{RINV}$$

PIB : Producto doméstico bruto
 PIB₋₁: PIB en el año anterior
 RINV : Inversión para mejora de vías

De la ecuación anterior, se comprende que un quetzal de inversión para el mejoramiento de vías produce un incremento de 2.3 quetzales. Consecuentemente, el siguiente incremento de PIB como se muestra en la tabla 9.5.12 se espera si el proyecto propuesto es ejecutado.

Tabla 9.5.12 Incremento Esperado PIB a través de los Proyectos Propuestos

Unidad: Miles Quetzales

Planes de Alternativas	Monto de Inversión	Incremento esperado en PIB
Alternativa A	1,696,210	4,461,032
Alternativa B	2,186,356	5,750,116
Alternativa C	4,918,650	12,936,116
Alternativa D	2,316,333	6,091,996
Alternativa E	2,502,634	6,581,927
Alternativa F	4,803,217	12,632,460

3) Ahorro de Energía

Como se muestra en la tabla 4.3.5 cada plan alterno reduce la distancia del viaje del vehículo o incrementa el porcentaje de la velocidad de viaje. Estos dos factores contribuyen al ahorro de consumo de energía. En esta parte el consumo de energía es estimada para cada plan alterno.

De la tabla 9.5.2 el consumo de gasolina y diesel en términos de galón por kilómetro es calculado como se muestra en la tabla 9.5.13. En la tabla carro (P) muestra el consumo de gasolina, muestran el consumo de diesel, por consiguiente carro (D) y Bus es calculado con los siguientes pesos, basados en la composición del vehículo existente.

Composición de Tipo de Vehículo:

Carro: Pasajeros 0.6706

	Camión Pequeño	0.2529
	Camión Mediano	0.0765
	Camión Pesado	0.0000
Bus:	Micro-bus	0.3225
	Bus	0.6775

Tabla 9.5.13 Consumo de Diesel y Gasolina

Unidad: Galón/Km

Km/Hora	Carro (P)	Carro (D)	Bus
5	0.239	0.335	0.403
10	0.208	0.308	0.382
15	0.180	0.279	0.352
20	0.160	0.253	0.321
25	0.147	0.233	0.298
30	0.135	0.216	0.279
35	0.125	0.201	0.262
40	0.116	0.188	0.246
45	0.110	0.179	0.234
50	0.105	0.172	0.224
55	0.101	0.168	0.217
60	0.098	0.167	0.214
65	0.097	0.169	0.217
70	0.095	0.171	0.222
75	0.094	0.178	0.230
80	0.093	0.186	0.238

Con el promedio de velocidad del viaje enlistado anteriormente la misma tabla 4.3.5, el consumo de energía correspondiente a la velocidad es estimado como se muestra en la tabla 9.5.14.

Tabla 9.5.14 Consumo de Energía correspondiente al Promedio de Velocidad del Viaje

	Alter.A	Alter.B	Alter.C	Alter.D	Alter.E	Alter.F	Nada
Avenida Velocidad							
Carro (P)	21.0	24.1	26.7	26.0	27.8	29.8	17.5
Carro (D)	21.0	24.1	26.7	26.0	27.8	29.8	17.5
Bus	11.1	14.5	34.7	11.7	13.4	29.2	8.0
Energía							
Carro (P)	0.157	0.149	0.143	0.144	0.140	0.135	0.170
Carro (D)	0.249	0.236	0.227	0.229	0.224	0.217	0.266
Bus	0.375	0.355	0.263	0.372	0.361	0.282	0.390

Por otra parte, el consumo total de energía es estimado, usando la distancia del viaje de carro (P) y carro (D) es además calculado con el consumo vehicular anterior. Consecuentemente, el ahorro de energía de gasolina y diesel es obtenido por la sustracción de ahorro de energía en cada plan de el caso "No hacer nada". El resultado es mostrado en la tabla 9.5.15. De acuerdo a el ahorro de energía es el mayor en la alternativa C y la alternativa F, (ambos son planes de introducción de sistema de tránsito ferroviario) de acuerdo a la teoría, mostrada en la alternativa E.

Tabla 9.5.15 Ahorro de consumo de Energía en los Planes Alternos

Tipo de Vehículo	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D	Alt. E	Alt. F	No hacer nada
Km. Vehículo							
Carro	13150.7	14020.8	12949.8	14415.6	13848	12975.7	16447.4
Carro(P)	8818.9	9402.3	8684.1	9667.1	9286.5	8701.5	11029.6
Carro(D)	4331.8	4618.5	4265.7	4748.5	4561.5	4272.2	5417.8
Bus	1712.3	1854.3	2073.3	1691.8	1775.7	1967.5	1635.8
Consumo							
Carro(P)	2068.6	2088.1	1846.5	2078.7	1939.6	1757.7	2796.1
Carro(D)	2194.9	2221.8	1972.3	2217.6	2075.8	1888.3	1934.5
Bus	642.6	657.9	545.5	628.8	641.8	555.4	638.4
Ahorro							
Carro(P)	727.5	707.9	949.5	717.3	856.5	1038.4	
Total gasolina							
	727.5	707.9	949.5	717.3	856.5	1038.4	
Carro(D)	739.6	712.7	962.2	716.9	858.7	1046.2	
Bus	-4.3	-19.6	92.9	9.5	-3.4	83.0	
Total diesel							
	735.4	693.1	1055.1	726.5	855.3	1129.1	

9.5.6 Impacto al Medio Ambiente

Seleccionados seis planes alternativos dan un impacto al medio ambiente diferente no solo a las condiciones naturales pero además de las condiciones de vida del ciudadano. Ya que es difícil cuantificar el impacto del medio ambiente, generalmente en la fase de plan maestro, la comparación de calidad entre los planes alternos fueron estudiados para los siguientes dos aspectos ambientales; Impacto a las condiciones naturales y el impacto a las condiciones diarias de vida.

(1) Impacto a las Condiciones Naturales

El impacto al medio ambiente a las condiciones naturales es más severo en la alternativa C, D, E y F debido a la introducción de nuevas vías y tránsito ferroviario. En estos planes en algunas áreas se necesita cortar árboles para construir vías. Este trabajo de construcción debe brindar un fácil movimiento de escombros, cambio de curso de aguas freáticas, impacto ecológico desfavorable, etc. Por consiguiente es necesario expresar que durante la etapa de construcción es necesario mantener un dispositivo para el cuidado que ese impacto negativo sea lo más bajo posible.

Adicionalmente, las construcciones pueden deteriorar el aspecto visual en la ciudad ya que en algunos casos la construcción de las grandes infraestructuras de sistema de tránsito elevado o autopistas elevadas no siempre armonizan con el medio ambiente visual existente. Por consiguiente, en la alternativa de introducir grandes infraestructuras se debe de ser muy cuidadoso en el diseño del aspecto estético de la ciudad.

(2) Impacto de las Condiciones de Vida

Cada plan alterno enfoca diferentes condiciones de transporte en el futuro. Sin embargo, el proyecto de volumen de tránsito futuro varía según el plan.

El impacto ambiental causado por el tránsito depende considerablemente del volumen de tránsito. Los siguientes tres impactos son comparados entre los planes alternos como de carácter negativo.

1) Contaminación del aire

De acuerdo a la tabla 9.4.5, la alternativa C, E y F muestra el índice de congestión menor del 1.0. Por consiguiente, vivir en un ambiente no contaminado es esperado en estos tres planes alternos. Por otra parte, la contaminación de aire en la alternativa A es considerada problemática porque el índice de congestión es de 1.38.

2) Ruido

El nivel de ruido es mayor influenciado por el volumen de tránsito, eso es, distancia de viaje del vehículo en la tabla 9.4.5. Desde la alternativa C, y F muestra un relativo valor de descenso, el nivel de ruido es considerado como bajo en estos dos planes, mientras la alternativa A, B y D pueden provocar un alto nivel de ruido.

3) Seguridad

La seguridad de tránsito tiene una estrecha relación con el volumen de tránsito, y con la distancia de viaje del vehículo. Por consiguiente, generalmente la conclusión podría ser la misma que la anterior "2) Ruido". Sin embargo los seis planes alternos seleccionados brindan buenas instalaciones viales y manejo de tránsito, el nivel de seguridad debe de ser casi el mismo en los seis planes alternos.

Los impactos anteriores de medio ambiente es resumido en la siguiente tabla 9.5.16, concluyendo las observaciones, la alternativa C, E y F son consideradas buenos planes para conservar el aspecto ambiental.

Tabla 9.5.16 Comparación del Impacto Ambiental

Factor	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. D	Alt. E	Alt. F
Condiciones						
Naturales	Regular	Regular	Regular	Promedio	Promedio	Promedio
Aspecto						
Estético	Regular	Regular	Bueno	Regular	Regular	Bueno
Contaminación	Promedio	Promedio	Excelente	Bueno	Excelente	Excelente
Ruido	Promedio	Promedio	Bueno	Promedio	Bueno	Bueno
Seguridad	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
Evaluación						
Total	Regular	Regular	Bueno	Regular	Bueno	Bueno

9.5.7 Comparación de Planes Alternos

De acuerdo a los procedimientos de evaluación de los planes alternos, estos son aplicados y los componentes siguientes son evaluados.

- Total de kilometraje de vehículos en todos los enlaces viales asignados.
- Total de horas recorridas en todos los enlaces viales asignados.
- Promedio de grado de congestionamiento en todos los enlaces asignados.
- Promedio de velocidad de viaje en todos los enlaces asignados.
- Beneficios totales de ahorro de COV y CTV, en todos los enlaces viales asignados.

- f) Relación de beneficio/costo en el año inicial.
- g) Aspectos de implementación de cada Plan Alternativo.
- h) Aspectos sociales de cada Plan Alternativo.

Los resultados de lo mencionado anteriormente son resumidos en la figura 9.5.1 y tabla 9.5.17.

Tabla 9.5.17 Comparación de Planes Alternativos

	Planes Alternativos					
	A	B	C	D	E	F
1. Aspectos de Tránsito						
1-1 Distancia Recorrida por Veh.	14,863	14,020	12,949	14,415	13,848	12,975
1-2 Tiempo de Recorrido de Veh.	1,131	932	738	907	806	686
1-3 Av.de Recorrido Rápido (Km/hour)	19.0	22.0	28.6	23.0	24.8	29.6
1-4 Av. de Congestión Relativa	1.38	1.22	0.96	1.11	0.98	0.78
2. Aspectos Económicos						
2-1 Beneficio Total (millón)	36,228	51,341	70,098	50,974	58,502	68,672
2-2 Costo de Proyecto (millón)	1,676	2,186	4,918	2,316	2,502	4,803
2-3 TIR (%)	29.0	30.9	23.1	29.8	31.0	22.4
2-4 B/C	3.183	3.537	2.230	3.315	3.540	2.131
2-5 V.P.N (millón)	2,781	4,166	4,436	4,026	4,773	4,179
3. Aspectos de Implementación						
3-1 Dificultad	Tierra Problemas	Tierra Problemas	Invasión Problemas	Tierra Problemas	Tierra Problemas	Invasor Problemas
3-2 No. de Casas	835	635	635	1,120	920	920
3-3 No. de Puentes	10	10	10	22	21	21
4. Aspectos Sociales						
4-1 PIB Incremento(millón)	4,460	5,749	12,939	6,091	6,580	12,631
4-2 Empleo de Mano de Obra no Cal.(persona/año)	15,700	20,200	45,500	21,400	23,100	44,500
4-3 Ahorro de Combustible Gasolina (1000 l/año)	727.5	707.9	949.5	717.3	856.5	1038.4
Diesel (1000 l/año)	735.4	683.1	1055.1	726.5	855.3	1129.1
5. Aspecto del Medio Ambiente	Favorable	Favorable	Bueno	Favorable	Bueno	Bueno

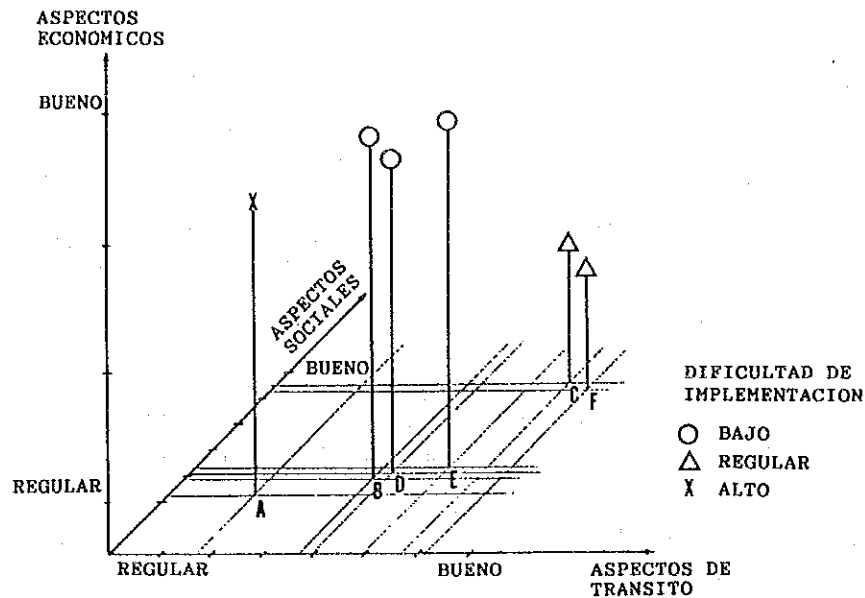


Figura 9.5.1 Aspectos de Evaluación

9.5.8 Selección de Planes Alternativos

Basados en los resultados de los estudios comparativos para la selección de un plan alternativo para la red de transporte, el Plan alternativo E es seleccionado. Las principales razones son las siguientes:

- a) Basados en los resultados de evaluación la tasa interna de retorno (TIR) y relación de beneficios de costo (B/C) del plan alternativo E tiene el valor más alto dentro de los seis planes alternativos.
- b) Basados en el análisis de condiciones de tránsito, el grado de congestionamiento del Plan alternativo E es menor de 1.0, de cualquier forma el promedio de la velocidad de viaje entre los seis planes alternos es casi el mismo.
- c) Desde los puntos de vista de dificultad de implementación, los seis planes alternativos tienen casi las mismas condiciones, debido a el hecho que son problemas de adquisición de tierras por la presencia de muchos invasores en áreas relacionadas con el plan.

- d) Del punto de vista social y económico en el caso E se espera producir un incremento relativamente mayor en PIB, previsión de contratación de laborantes de mano de obra no especializada y ahorro de gasolina y diesel.
- e) Impacto ambiental del caso E no afecta mucho las condiciones de vida y aspecto estético.
- f) Considerando las condiciones futuras de tránsito. Un estudio más completo sobre el sistema de tránsito ferroviario sea necesario, como un plan de transporte público de largo plazo en el Area Metropolitana de la Ciudad de Guatemala.

10. PLAN VIAL E INTERSECCIONES

10.1. Plan Vial

10.1.1 Concepto de Planificación

(1) General

El PRB del Area de Estudio tiene un crecimiento estable y el crecimiento anual futuro varía durante 1,990 a 1,995 y se espera que sea de 4.0% a 4.5% y después de 1,996 de 4.5%.

Actualmente, la población del Area de Estudio es cerca de 1.8 millones y la población futura en el 2010 se estima en 3 millones. Este crecimiento económico y de población resulta en un incremento de la demanda del transporte en 2.5 veces la demanda actual.

(2) Guía de Planificación

1) Facilidades de vías y problemas de tránsito

Los problemas en el sector de vía y tránsito más significativos son los siguientes:

- a) Inadecuación de vías
- b) Red no vinculada
- c) Concentración de vías principales
- d) Imperfección de red vial en periférico
- e) Congestionamiento de tránsito en vías
- f) Embotellamiento de tránsito en intersecciones
- g) Utilización inefectiva del espacio vial
- h) Mantenimiento precario
- i) Estructura de puente sin mantenimiento
- j) Alto nivel de ruido
- k) Necesidad de estudio futuro.

2) Consideraciones básicas de planificación

Los problemas a resolver en planificación vial son los siguientes:

- a) Resolver congestionamiento de tránsito
- b) Fortalecer la seguridad del tránsito
- c) Mantener buenas condiciones de tránsito

d) Ahorro de energía de tránsito

En proporción al incremento de la población y al incremento de las actividades económicas del Area de Estudio, el volumen de tránsito también se incrementa gradualmente. Mientras el volumen de tránsito se incrementa, el sistema de transporte público debiera ser reforzado para lograr solucionar los problemas del Transporte Urbano.

Adicionalmente, la ciudad de Guatemala es capital de Guatemala y el núcleo urbano más grande de Centroamérica. Considerando las condiciones anteriormente mencionadas se debería implementar un plan de facilidad en vías, para mantener una buena situación del tránsito.

3) Conceptos de la planificación

Tomando en cuenta las condiciones de tránsito existentes y los siguientes objetos de planificación fueron identificados para el desarrollo futuro de facilidades viales.

- a) Mantener vías de alta calidad
- b) Maximizar los beneficios de la economía del transporte
- c) Minimizar el consumo de recursos
- d) Proveer seguridad.

Para poder preparar el plan maestro para la solución de los problemas de transporte urbano, se examinaron los siguientes planes:

- a) Plan de Largo Plazo
- b) Plan de Corto Plazo

Considerando el origen de los problemas de facilidades en la red vial, se examinaron los siguientes planes para la solución de los mismos.

- a) Plan de construcción de nuevas vías
- b) Plan de mejoramiento de vías existentes
- c) Plan de rehabilitación de vías existentes
- d) Plan de mejoramiento de intersecciones
- e) Plan de construcción de nuevos puentes
- f) Plan de mejoramiento de puentes existentes

La relación que existe entre las causas de los problemas identificados y el plan propuesto se muestra en la figura 10.1.1.

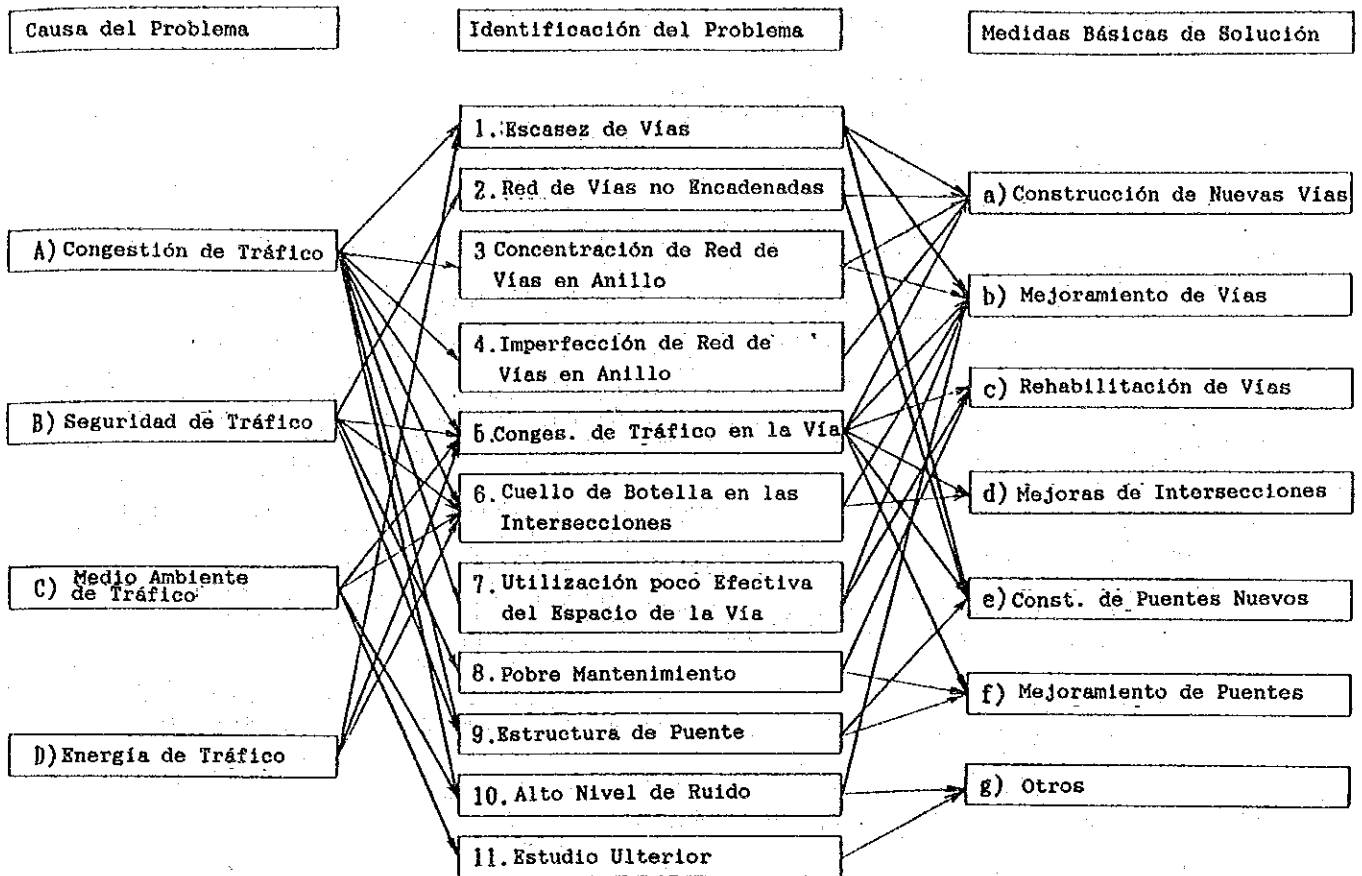


Figura 10.1.1 Relación entre Problemas y Solución

10.1.2 Funciones y Características de la Red Vial

(1) Clasificación Funcional de la Red Vial

No existe un criterio para una clasificación funcional vial en la Municipalidad de Guatemala ni en la Dirección General de Caminos. La Planificación vial se hace adoptando estándares norteamericanos, esa es la Política para el Diseño Geométrico de Autopistas y Carreteras, (AASHTO) de 1984.

La clasificación funcional de vías se adopta de acuerdo con AASHTO, las carreteras se dividen en dos categorías: Carreteras rurales, y vías urbanas, sin embargo la definición de áreas urbanas o rurales es comparativamente difícil. La clasificación funcional de vías pueden ser divididas en cinco categorías basados en una encuesta inventorial de vías y discusión con las contrapartes de la Municipalidad de Guatemala y CAMINOS como se

Guatemala y CAMINOS como se muestra abajo.

- a) Autopista Urbana
- b) Vía Arterial Principal
- c) Vía Arterial Menor
- d) Vía Colectora
- e) Vía Local

(2) Funciones de la Red Vial y sus Características

Las funciones y características de cada vía fueron clasificadas para la formulación de la planificación de la red vial en el Area de Estudio.

La figura 10.1.2 y 10.1.3 resume las funciones y características de la vía.

- a) Autopista urbana y vía arterial primariamente para mantener la movilidad y un criterio alto de diseño.
- b) Vía local y vías de acceso primariamente para mantener el acceso a la tierra a criterios bajos de diseño.
- c) Vía colectora estará situada entre características de tránsito de vías locales y arteriales.

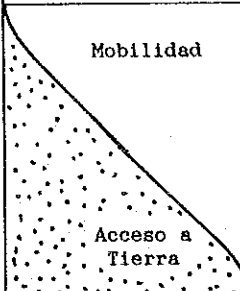








Función de la Vía	Características del Tránsito de Vía					Clase de Vía	Observaciones
	Volumen de Tránsito	Distancia de Viaje	Velocidad de Viaje	Modo de Transportación	Propósitos de Viaje		
	Fuerte.   Bajo	Largo   Corto	Alta   Baja	Vehículo a Motor   Motocicleta Bicicleta a Pie	Negocios o Trabajo A la Escuela, Compras o a Caminar	Vía Arterial Vía Colectora Vía Local	

Figura 10.1.2 Función y Características de la Vía

Las principales funciones y características viales de cada vía están resumidas en la figura 10.1.3

De acuerdo a esta figura, se puede describir lo siguiente:

- a) La vía expresa urbana y vías arteriales están principalmente para servir a viajes largos comparativamente con alta capacidad de tráfico y alta velocidad de viaje.
- b) La vía local sirve principalmente para cortas distancias con pequeña capacidad de tráfico y baja velocidad de viaje.
- c) La vía colectiva está situada entre la vía arterial y local.

El sistema de la red vial está dispuesto no solo para contribuir a desarrollar actividades urbanas sino también para formar las estructuras urbanas básicas. Además el sistema de la red vial contribuye al desarrollo económico de la ciudad.

	Función Vial				Características de Tránsito								
	Inter-Ciudad	Acceso a Comunidad	Dentro de Comunidad	Acceso a Residencia	Longitud de Viaje			Capacidad			Velocidad de Viaje		
					Larga	Media	Corta	Grande	Media	Poca	Alta	Media	Baja
Autopista Urbana		○	△		△	○		○			○		
Vía Arterial Principal	○	△			○	○		○			○	△	
Vía Arterial Menor		○	△			○			○			○	△
Vía Colectora			○	△		○	△		○	△		○	△
Vía Local				○			○			○			○

Función Principal
Función Secundaria

Figura 10.1.3 Relación de Función y la Clasificación de Vías

10.1.3 Criterio de Planificación de Red Vial

(1) Sistema de Red Vial

En consideración de la función y características de cada una, se dispuso un sistema de conexión de red vial como se muestra en la figura 10.1.4.

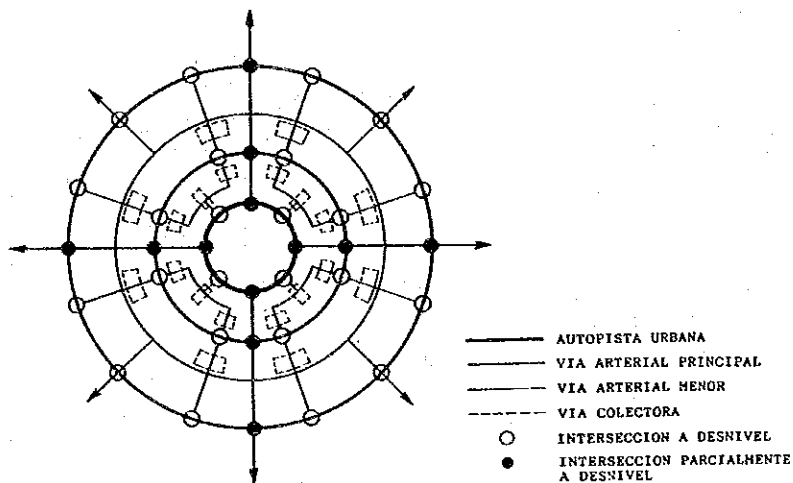


Figura 10.1.4 Configuración del Sistema de Red Vial

En el sistema descrito arriba, las vías arteriales no deben ser conectadas a las locales directamente. Una vía debe ser conectada a la misma clase o a la clase una más alta o una más baja.

(2) Criterio de Diseño Vial

Tomando en cuenta las siguientes condiciones, son examinados los criterios de diseño vial.

- Tránsito y condiciones de operación del vehículo
- Función de la vía y sus características

- c) Metas de Planificación
- d) Condiciones naturales

Generalmente, los diseños estandar de vías a ser adoptados en el Estudio, siguen los estandares norteamericanos, sin embargo, algunos elementos de diseño son adoptados como revisión de los mismos.

El plan de la red vial esta conducido para adoptar el sistema métrico, debido a que este sistema es usado para el diseño vial en Guatemala.

1) Número de carriles

Generalmente, el número de carriles requerido se decide dependiendo de los resultados de análisis comparativos de capacidad de tránsito y el volumen futuro de tránsito planeado en una vía.

Sin embargo, las arteriales principales o menores requieren al menos 4 carriles (sentido dual) considerando la función y características de las vías arteriales.

2) Ancho de carril

El ancho de carril se decidirá dependiendo de la velocidad deseada y el número de vehículos pesados en una vía. De acuerdo a la AASHTO, el ancho de carril en cada vía está estipulado así.

- a) Autopista Urbana = 12 pies : 3.65m
- b) Vía Arterial = 12 pies : 3.65m
- c) Vía Colectora = 10 pies : 3.05m
- d) Vía Local = 9-10 pies : 2.74-3.05m

En el Estudio, el ancho de carril de la autopista urbana y las vías arteriales se adoptó de 3.5m en consideración a lo siguiente.

- a) Los precios de la tierra en las áreas urbanas es muy alto. El costo de construcción de la carretera debe mantenerse al mínimo.
- b) El porcentaje de vehículos pesados del volumen total de tránsito en el Area de Estudio es comparativamente bajo.

3) Velocidad de diseño

La velocidad de diseño de las vías arteriales principales y menores se adoptó de 100-80 km/h y de 80-60 km/h respectivamente considerando las funciones y características de estas.

4) Control de acceso

Para asegurar la seguridad del tránsito y para mantener el flujo del tránsito, se requiere un control de acceso total para las vías principales. Sin embargo, a veces no es posible encontrar suficiente espacio para introducir el sistema de control de acceso total dentro del área urbana. En este caso, un sistema de control de acceso parcial será adoptado.

5) Control de estacionamiento

Un sistema de restricción de estacionamiento se introduce en las vías arteriales principales y menores a fin de mantener la seguridad del tránsito y un flujo del mismo.

6) Construcción de arriates centrales

Basicamente, las vías que requieran una función de alta movilidad y son multicarril deben incluir un arriate central para asegurar la seguridad del tránsito.

7) Construcción de aceras

Las vías que están localizadas en el área urbana deben incluir aceras a ambos lados para asegurar la seguridad del tránsito.

Las materias mencionadas arriba están resumidas en la figura 10.1.5.

	Número de Carriles	Ancho de Carriles	Velocidad de Diseño	Control de Acceso	Restricción de Estacionamiento	Construcción de Arriate	Construcción de Acera	Vías Colectadas
Autopista Urbana	4 o más	3.5 o más	100-80	Completo	Restricción Total	Completo	No	Autopista Urbana y Arterial
Vía Arterial Principal	4 o más	3.5 o más	100-80	Parcial y Completo	Restricción Total	Parcial	Total	Autopista y Arterial
Vía Arterial Menor	2 o más	3.5 o más	80-60	Parcial	Restricción Parcial	Parcial	Parcial	Arterial y Colectora
Vía Colectora	2 o más	3.0 o más	60-40	Ninguno	Sin Restricción	Ninguno	Parcial	Arterial y Colectora Local
Vía Local	1 o más	3.0 o más	40-20	Ninguno	Sin Restricción	Ninguno	Ninguno	Colectora Local
Acceso		2.75 o más	---	---				Acceso Local

Figura 10.1.5 Criterio de Función de Vía

(3) Gabarito Típico

1) Autopista urbana.

El gabarito típico de la autopista urbana está decidido como sigue.

- a) Se dispuso 7.0 metros de ancho para vías auxiliares
- b) Se adoptaron carriles de 3.5 metros de ancho para carriles continuos.
- c) Se adoptaron carriles de 3.5 metros de ancho para carriles de vías auxiliares.
- d) Se dispuso un arriate central de 5.0 de ancho en consideración al tránsito que de vuelta en "U".
- e) Arriates al lado derecho de 2.0 metros de ancho se incluyeran en consideración a la seguridad del tránsito
- f) Se incluyeron aceras de 3.5 metros de ancho a ambos lados.

Las materias mencionadas arriba, y las condiciones del flujo del tránsito estan ilustrados en la figura 10.1.6

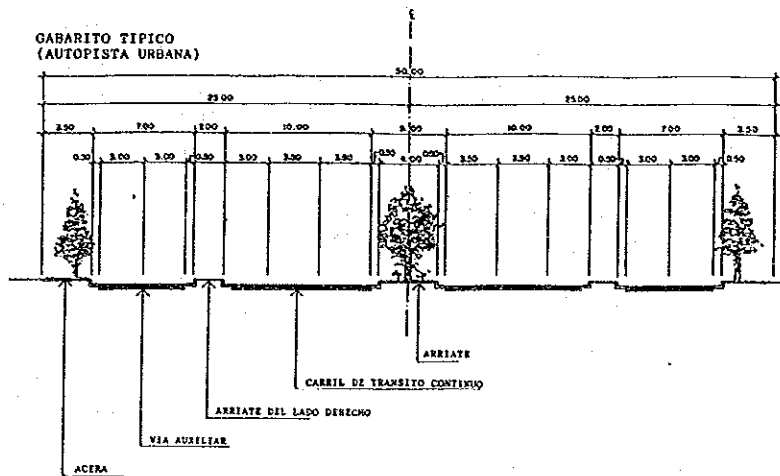


Diagrama de Flujo de Tránsito de Autopista Urbana

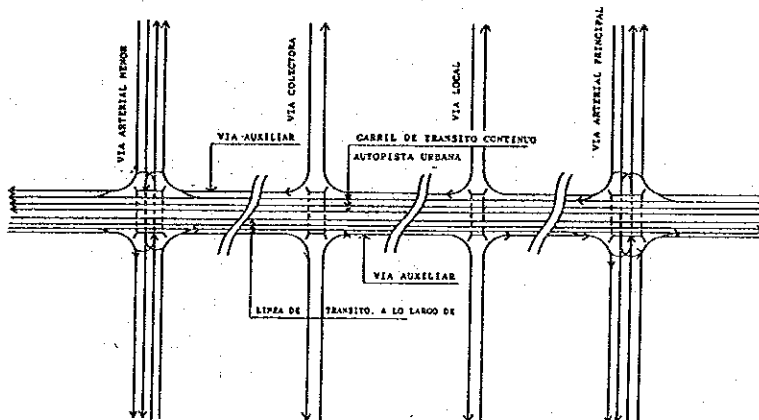


Figura 10.1.6 Gabarito de Autopista Urbana

2) Vía arterial principal

El gabarito típico de principales vías arteriales es adoptado como sigue.

- Se dispuso 7.0 metros de ancho para vías auxiliares son preparadas en ambos lados.
- Se adoptaran 3.5 metros de ancho para carriles continuos.
- Se adoptaran carriles de 3.5 metros de ancho para carriles de vías auxiliares.
- Se dispuso un arriate central de 5.0 metros y arriate al lado derecho de 1.0 metros.
- Se incluyeron aceras de 3.5 metros en ambos lados.

Las materias mencionadas arriba y las condiciones del flujo de tránsito son ilustradas en la figura 10.1.7

GABARITO TÍPICO
VIA ARTERIAL PRINCIPAL

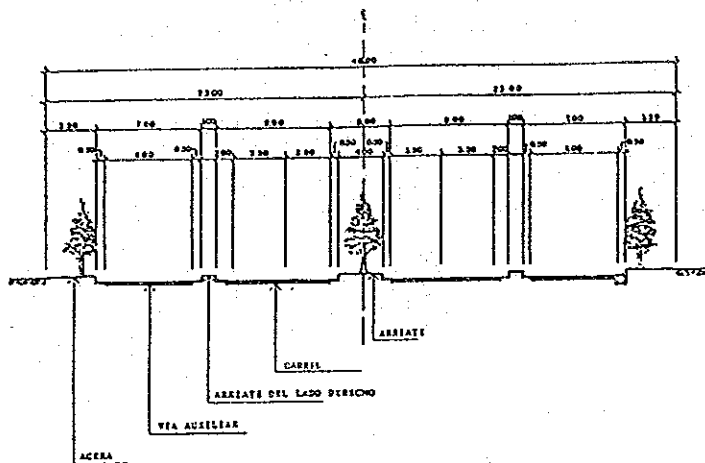


Diagrama de Flujo de Tránsito de Calle Arterial Principal

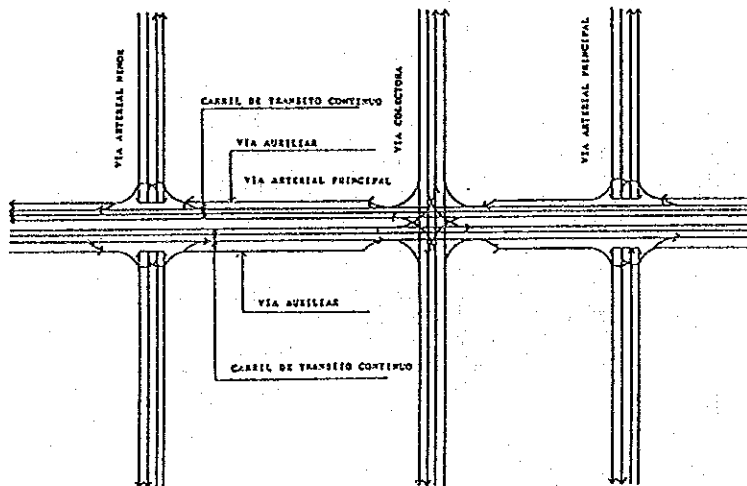


Figura 10.1.7 Gabarito de Vía Arterial Principal

3) Vía arterial menor

El gabarito típico de las vías arteriales menores esta adoptado como sigue.

- a) Se dispuso 3.5 metros de ancho.
- b) Se dispuso un arriate central de 5.0 metros.
- c) Se dispuso 2.0 metros para bordes en ambos lados.
- d) Se dispuso 3.5 para aceras en ambos lados.

Las materias mencionadas arriba y las condiciones del flujo de tráfico son ilustradas en la figura 10.1.8

GABARITO TIPICO (VIA ARTERIAL MENOR)

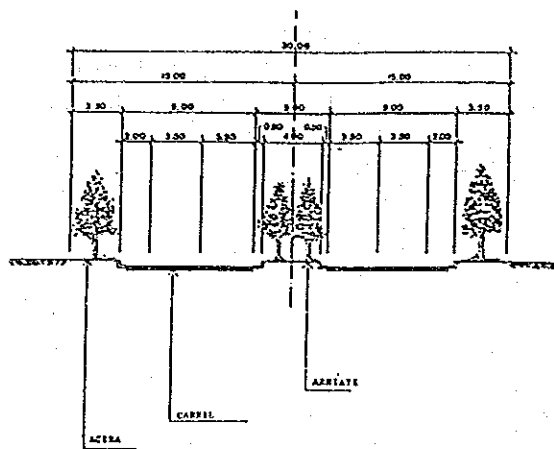


Diagrama de Flujo de Tránsito de Calle Arterial Menor

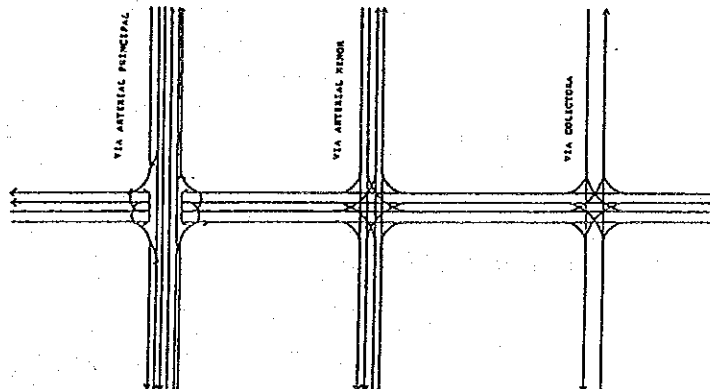


Figura 10.1.8 Gabarito de Vía Arterial Menor

10.1.4 Planificación de la Red Vial

(1) Generalidades

La planificación vial se condujo basada en el plan alternativo E de red de transporte seleccionado .

La localización de la ruta se llevó a cabo considerando los conceptos de planificación vial, lineamientos de planificación, y funciones y características de las vías.

El diseño del alineamiento horizontal y vertical también se llevó a cabo usando un mapa topográfico de escala 1:15,000, tomando en cuenta los estandares de diseño geométrico de AASHTO.

(2) Configuración de la Red Vial Futura

Basado en la red vial del plan alternativo E, la configuración de la red vial futura para el 2010 está adoptada para tener un patrón de red vial de periféricas y radiales.

La función de cada vía se describe abajo.

1) Red de vías del periférico interior

Esta red vial se clasifica como una red de vías arteriales menores y consiste de la calle Martí, Avenida Elena, 24 Calle zona 1 y 26, 27 calles de la zona 5. Esta red de vías cubre el Centro de la Ciudad de Guatemala.

2) Red vial del periférico intermedio

Esta red vial está clasificada como una red de autopistas urbanas considerando las características futuras del tránsito y las funciones de las vías.

La red vial del periférico intermedio consiste del periférico actual y la nueva vía periférica. Esta red vial cubre el área urbana existente de la Ciudad de Guatemala.

3) Red vial del periférico externo

Esta red vial está clasificada como una red de vías arteriales menores considerando el uso futuro del suelo y el volumen futuro del tránsito.

Conecta las áreas de los alrededores de la Ciudad de Guatemala, tales como Mixco, Villa Nueva, Petapa, Villa

Canales, Santa Catarina Pinula y Chináutla.

4) Red de vías radiales en la parte occidental

Existen dos vías radiales en esta área, nombradas CA-1 y la Avenida San Juan Sacatepéquez.

Tomando en cuenta la demanda futura de tránsito, una vía radial adicional, llamada Corredor Este-Oeste fue planeada.

La CA-1 está clasificada como red de vía arterial principal y la Avenida San Juan Sacatepéquez y el Corredor Este-Oeste están clasificados como parte de la red vial arterial menor.

5) Red vías radiales en la parte sur

Existen tres vías radiales en esta área, denominada CA-9, Avenida Petapa y Avenida Hincapié.

En el futuro, se espera un gran volumen de tránsito, sin embargo, la construcción de nuevas vías es muy difícil debido al hecho de que no hay espacio para la construcción de nuevas vías. Por lo tanto, estas vías deben ser mejoradas para poder sostener la demanda futura de tránsito.

6) Red de vías radiales en la parte oriental

Existe únicamente una vía radial en esta área denominada CA-1. Debido a que la demanda proyectada y a la dificultad de construcción de nuevas carreteras, no fueron planeadas vías radiales adicionales en esta área. Por lo tanto la red vial de periférico debe ser reforzada.

7) Red de vías radiales en la parte norte

Existen 2 vías radiales en esta área, nombradas CA-1 y la 15 Av. de la zona 6.

Tomando en cuenta la demanda futura de tránsito y la dificultad de construcción de nuevas vías, no se planearon vías radiales adicionales en esta área. Sin embargo, considerando la efectividad del patrón de red vial, tres vías nombradas 13 Av. de la zona 7, 6a. Av. de la zona 2 y vías nombradas 13 Av. de la zona 7, 6a. Av. de la zona 2 y 15 Av. de la zona 6 deberán ser conectadas al anillo externo (Norte).

La configuración de la red vial futura mencionadas arriba están ilustradas en la figura 10.1.9.

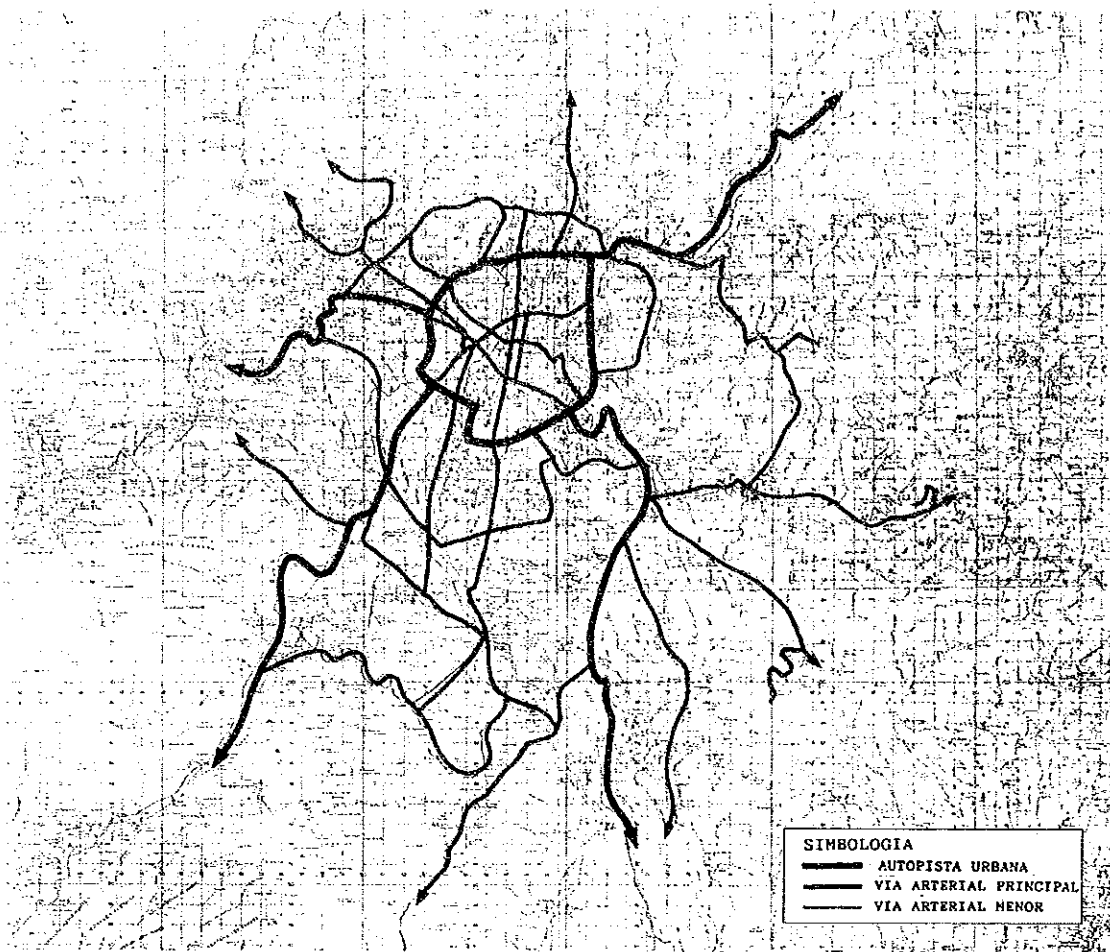


Figura 10.1.9 Configuración Futura de Red Vial (2010)

(3) Volumen Futuro de Tránsito en las Vías Principales

El volumen de tránsito fue estimado por unidad de carro de pasajeros por carros (UCP) por día ambas direcciones, y el volumen futuro de tránsito en las vías principales se ilustra en la figura 10.1.10.

En esta figura, lo siguiente es obvio:

- a) El volumen de tránsito en el periférico interno es de 30,000 ucp/día - 45,000 ucp/día.
- b) El volumen de tránsito en el periférico intermedio es de 50,000 ucp/día - - 90,000 ucp/día.
- c) El volumen de tránsito en el periférico externo es de 7,000 ucp/día - 35,000 ucp/día.
- d) El volumen de tránsito en la vía radial para cada dirección es de 50,000 ucp/día - 80,000 ucp/día.

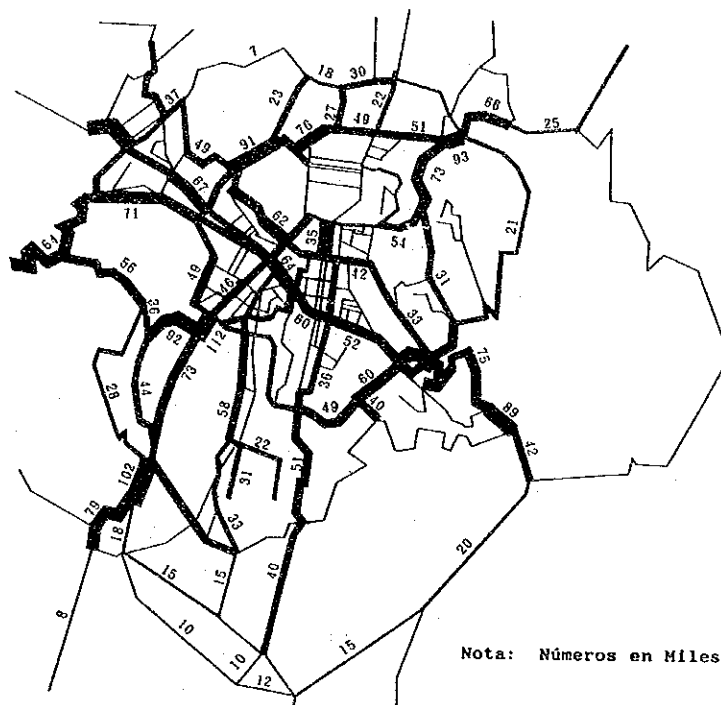


Figura 10.1.10 Volumen de Tránsito Futuro en las Vías Principales (2010)

(4) Descripción de las Vías Planeadas

La planificación vial consiste de dos categorías, que son, planes para la construcción de nuevas vías y planes para mejora de las vías existentes.

El plan de rehabilitación vial es un proyecto muy importante; de cualquier modo, en el presente, está implementado por las Municipalidades. Sin embargo, este plan no será tratado en éste Estudio.

Los perfiles del plan de construcción de nuevas vías y el plan de la localización está ilustrada en la figura 10.1.11. La descripción detallada de cada una de las vías planeadas esta ilustrada de la figura 10.1.12 a la figura 10.1.28.

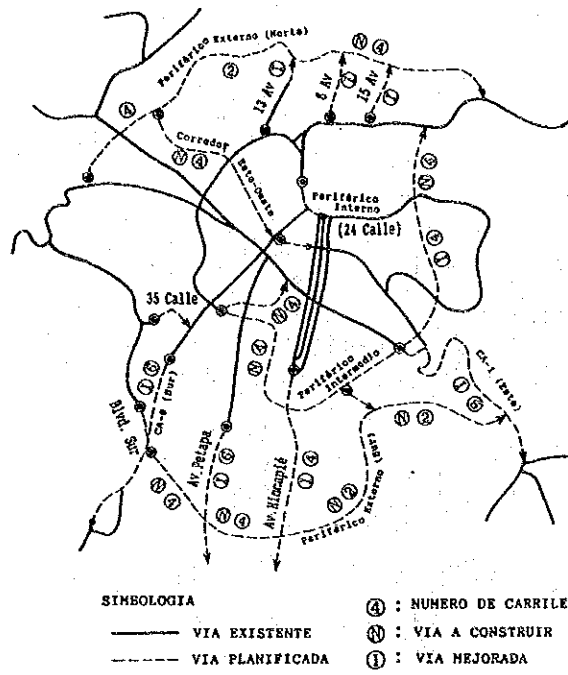


Figura 10.1.11 Localización de Vías planificadas

Tabla 10.1.1 Proyectos de Vías y número de Carriles

Proyecto	Longitud (m)	Volumen de Transito Futuro (2010) (ucp/día)	Capacidad para un Carril ^{ucp/b}	Numero Requerido de Carriles
1. Construcción de Nuevas Vías	75,290	----	-----	-----
1-1 Periférico Inter-medio	20,400	40,000 73,000	19,000	4
1-2 Periférico Externo (Norte)	16,700	10,000 35,000	(10,000) 12,500	2 or 4
1-3 Periférico Externo (Sour)	23,150	10,000 20,000	(10,000) 12,500	2 or 4
1-4 Corredor Este-Oeste	11,540	30,000 45,000	12,500	4
1-5 Tramo Periférico (3a,3b)	3,500	49,000	12,500	4
2. Mejoramiento de Vías	43,040	----	-----	-----
2-1 Periférico Interno (24 Calle)	1,580	27,000	12,000	2 to 4
2-2 Avenida Petapa	8,000	58,000	12,500	2 to 4
2-3 Avenida Hincapié	10,000	52,000	12,500	2 to 4
2-4 13 Avenida zona 7	2,050	34,000	12,000	2 to 4
2-5 6 Avenida zona 2	1,120	26,000	12,000	2 to 4
2-6 15 Avenida zona 15	2,300	27,000	12,000	2 to 4
2-7 35 Calle zona 11	1,090	91,000	12,000	2 to 6
2-8 Blvd. Sur Zona 11	1,400	44,000	12,000	2 to 4
2-9 CA-9 (Sour)	7,000	72,000	12,500	4 to 6
2-10 CA-1 (Este)	10,500	75,000	12,500	4 to 6
Total	118,330			

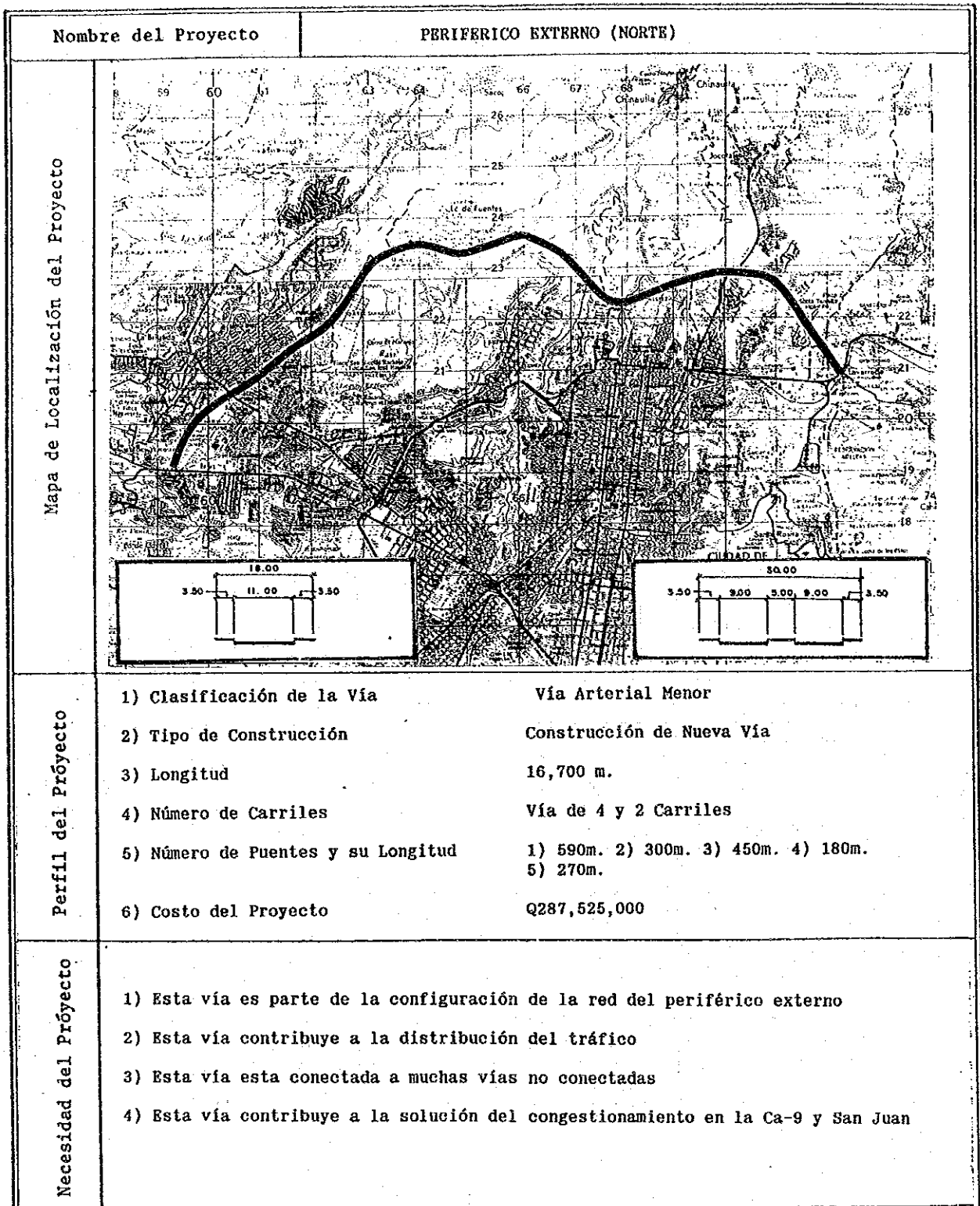


Figura 10.1.12 Proyecto del Periférico Externo (Norte)

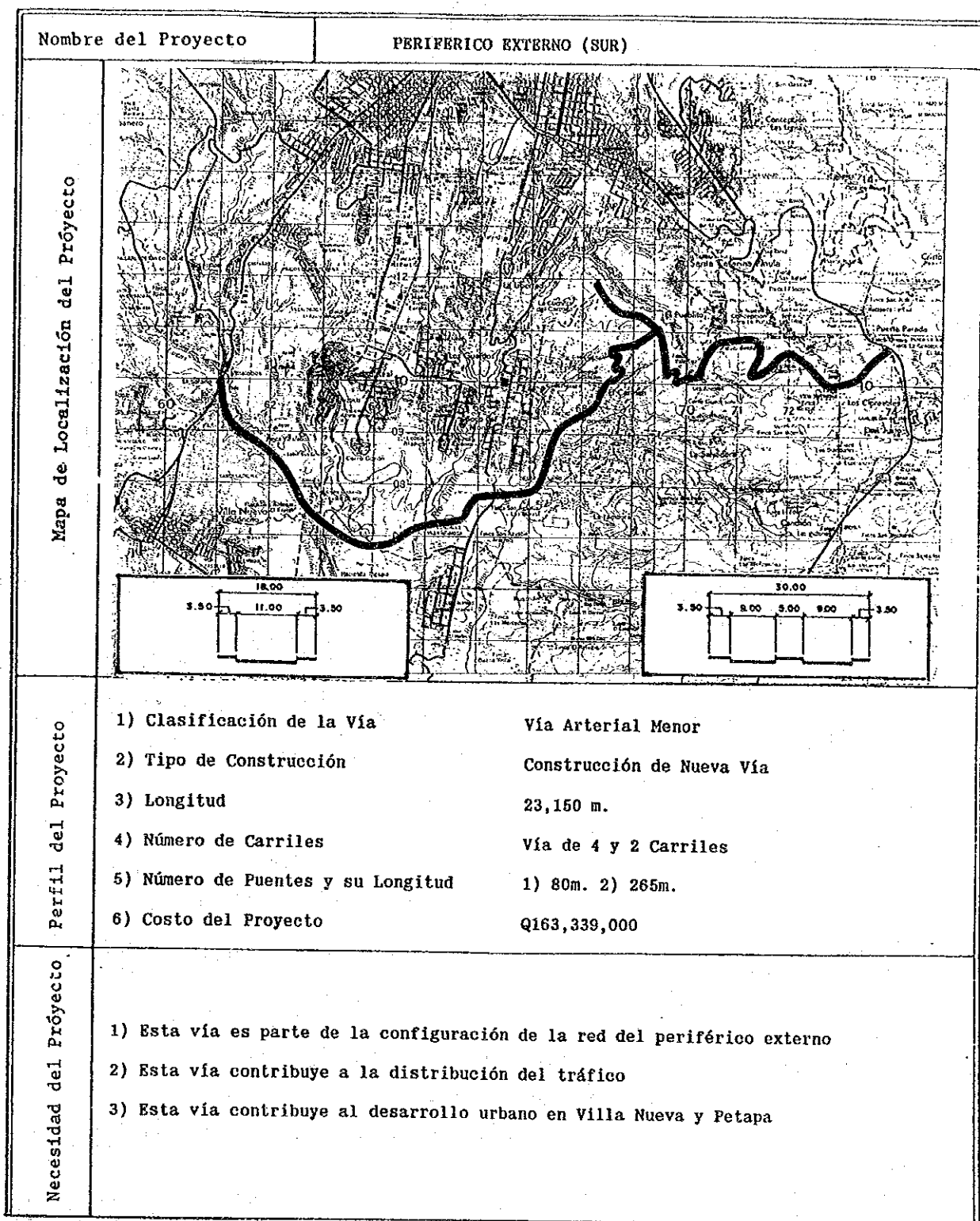


Figura 10.1.13 Proyecto del Periférico Externo (Sur)

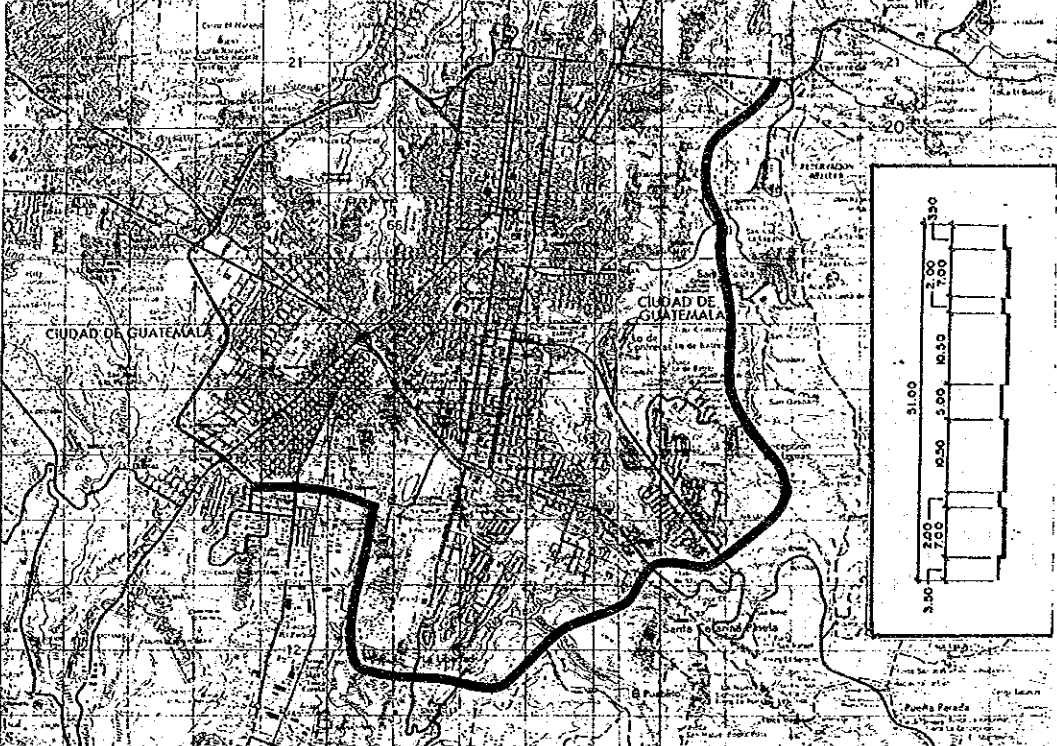
Nombre del Proyecto	PERIFERICO INTERMEDIO	
Mapa de Localización del Proyecto		
Perfil del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Clasificación de la Vía 2) Tipo de Construcción 3) Longitud 4) Número de Carriles 5) Número de Puentes y su Longitud 6) Costo del Proyecto 	<p>Autopista Urbana</p> <p>Construcción de Nueva Vía</p> <p>20,400 m.</p> <p>Vía de 4 Carriles</p> <p>1) 350m. 2) 200m. 3) 100m. 4) 400m. 5) 300m. 6) 200m. 7) 100m.</p> <p>Q469,999,000</p>
Necesidad del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Esta vía forma parte de la configuración de la red de vías del periférico intermedio 2) Esta vía contribuye a la distribución del tráfico 3) Esta vía contribuye al desarrollo urbano 4) Esta vía contribuye a la solución del congestionamiento a la Calle Martí 	

Figura 10.1.14 Proyecto del Periférico Intermedio

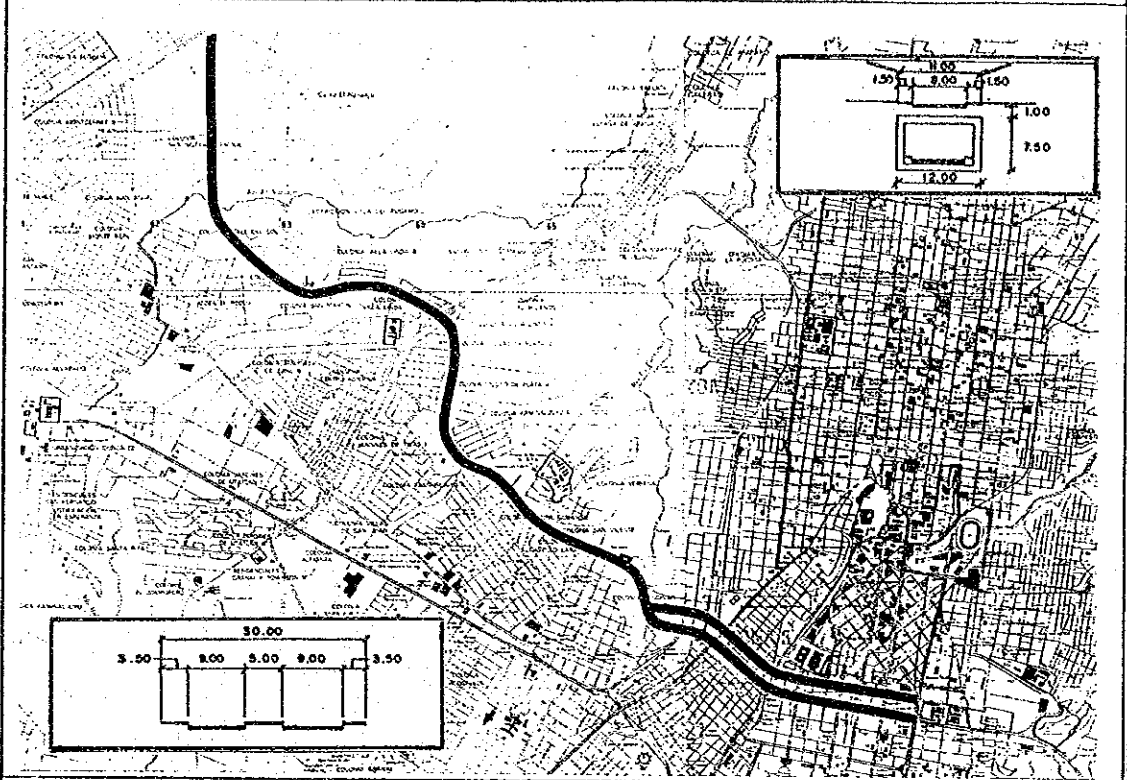
Nombre del Proyecto	CORREDOR ESTE-OESTE	
Mapa de localización del Proyecto		
Perfil del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Clasificación de la Vía 2) Tipo de Construcción 3) Longitud 4) Número de Carriles 5) Número de Puentes y su Longitud 6) Longitud de la Caja de Concreto 7) Costo del Proyecto 	<p>Vía Arterial Menor</p> <p>Construcción de Nueva Vía</p> <p>11,540m.</p> <p>Vía de 4 Carriles</p> <p>1) 140m. 2) 80m.</p> <p>1,125m.</p> <p>Q170,011,000</p>
Necesidad del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Esta vía contribuye a la solución del congestionamiento en la CA-9 y San Juan 	

Figura 10.1.15 Proyecto del Corredor Este-Oeste

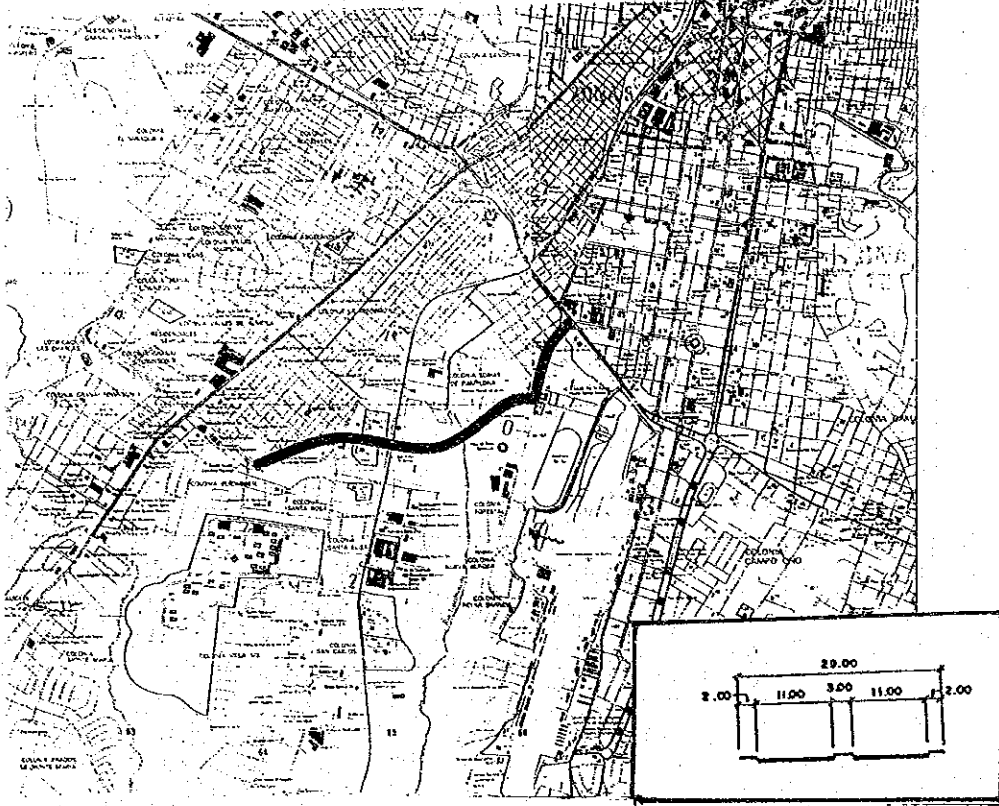
Nombre del Proyecto	TRAMO DEL PERIFERICO	
Mapa de localización del Proyecto		
Perfil del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Clasificación de la Vía 2) Tipo de Construcción 3) Longitud 4) Número de Carriles 5) Número de Puentes y su Longitud 6) Costo del Proyecto 	<p>Vía Arterial Menor</p> <p>Vía Nueva y Mejorada</p> <p>3,500m.</p> <p>Vía de 4 Carriles</p> <p>1) 120m.</p> <p>Q25,519,000</p>
Necesidad del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Esta vía contribuye a resolver la congestión de tráfico en la Calzada Aguilar Batres 2) Esta vía contribuye a resolver la congestión de tráfico en la Av. Bolívar 3) Esta vía contribuye a resolver la congestión de tráfico en el Boulevard Liberación 	

Figura 10.1.16 Proyecto de Tramo del Periférico

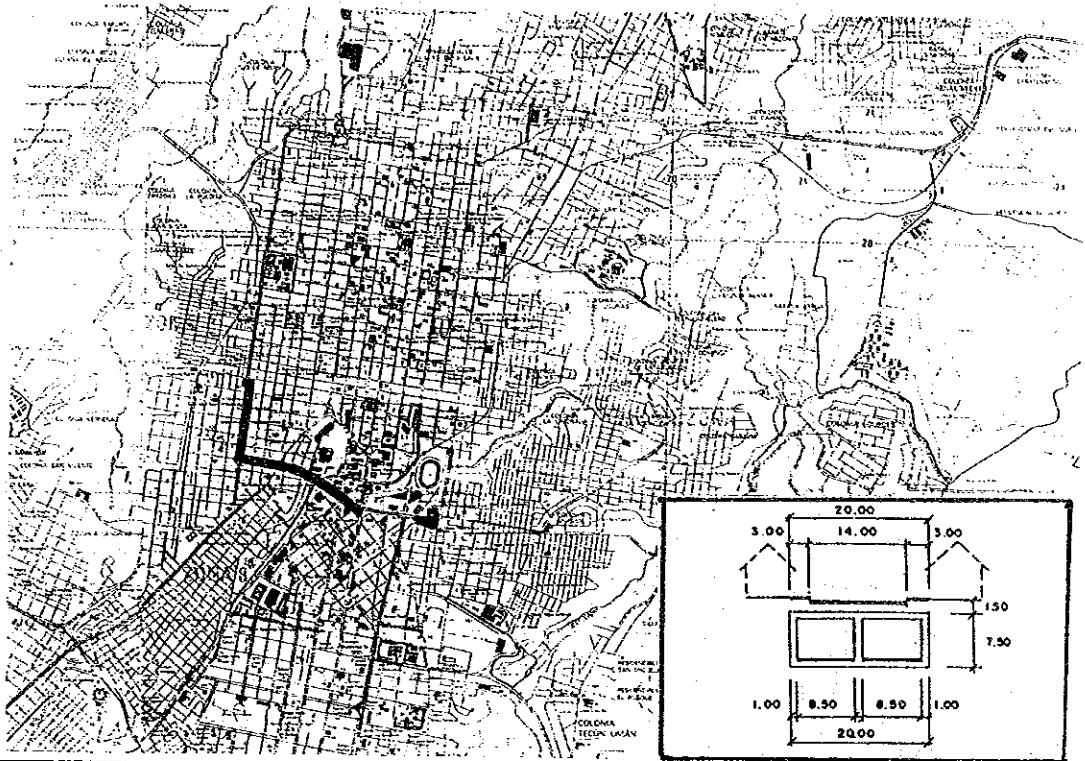
Nombre del Proyecto	PERIFERICO INTERNO	
Mapa de Localización del Proyecto		
Perfil del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Clasificación de la Vía 2) Tipo de Construcción 3) Longitud 4) Número de Carriles 5) Longitud de la Caja de Concreto 6) Costo del Proyecto 	<p>Vía Arterial Menor</p> <p>Ensanchamiento de Vías Existentes (24 Calle y Avenida Elena)</p> <p>1,580m.</p> <p>Vía de 4 Carriles</p> <p>580m.</p> <p>Q81,029,000</p>
Necesidad del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) El volumen presente de tráfico excede la capacidad de las vías existentes 2) Esta vía forma parte de la configuración de la red de vías del periférico interno 3) Esta vía contribuye a la distribución del tráfico 	

Figura 10.1.17 Proyecto de Periférico Interno

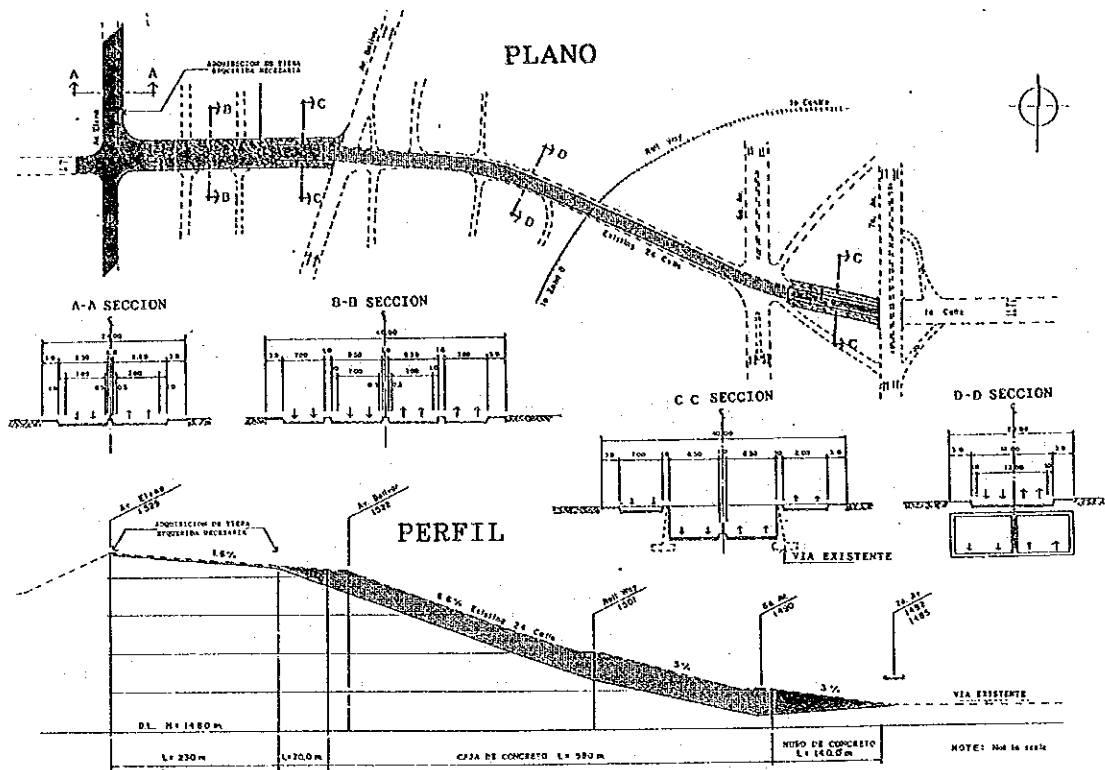


Figura 10.1.18 Plan General de Periférico Interno

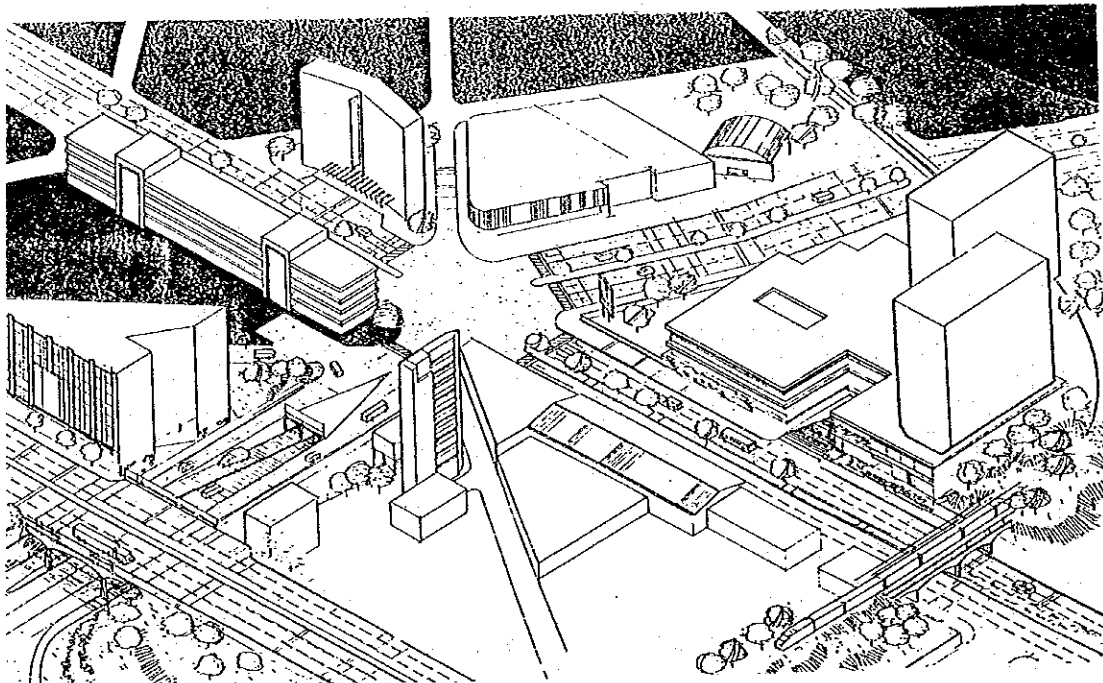


Figura 10.1.19 Vista General de Periférico Interno

Nombre del Proyecto		MEJORAMIENTO DE LA CA-9 (SUR)	
Mapa de Localización del Proyecto			
	Perfil del Proyecto	<p>1) Clasificación de la Vía</p> <p>2) Tipo de Construcción</p> <p>3) Longitud</p> <p>4) Número de Carriles</p> <p>5) Número de Puentes y su Longitud</p> <p>6) Costo del Proyecto</p>	<p>Vía Arterial Principal</p> <p>Ensanchamiento de la Vía Existente a 4 Carriles</p> <p>7,000m.</p> <p>Vía de 6 Carriles</p> <p>1) 200m. 2) 200m.</p> <p>Q61,048,000</p>
Necesidad del Proyecto	<p>1) La demanda de tráfico futura excede la capacidad de la vía existente de 4 carriles</p>		

Figura 10.1.20 Proyecto de Ensanchamiento de la CA-9 (Sur)

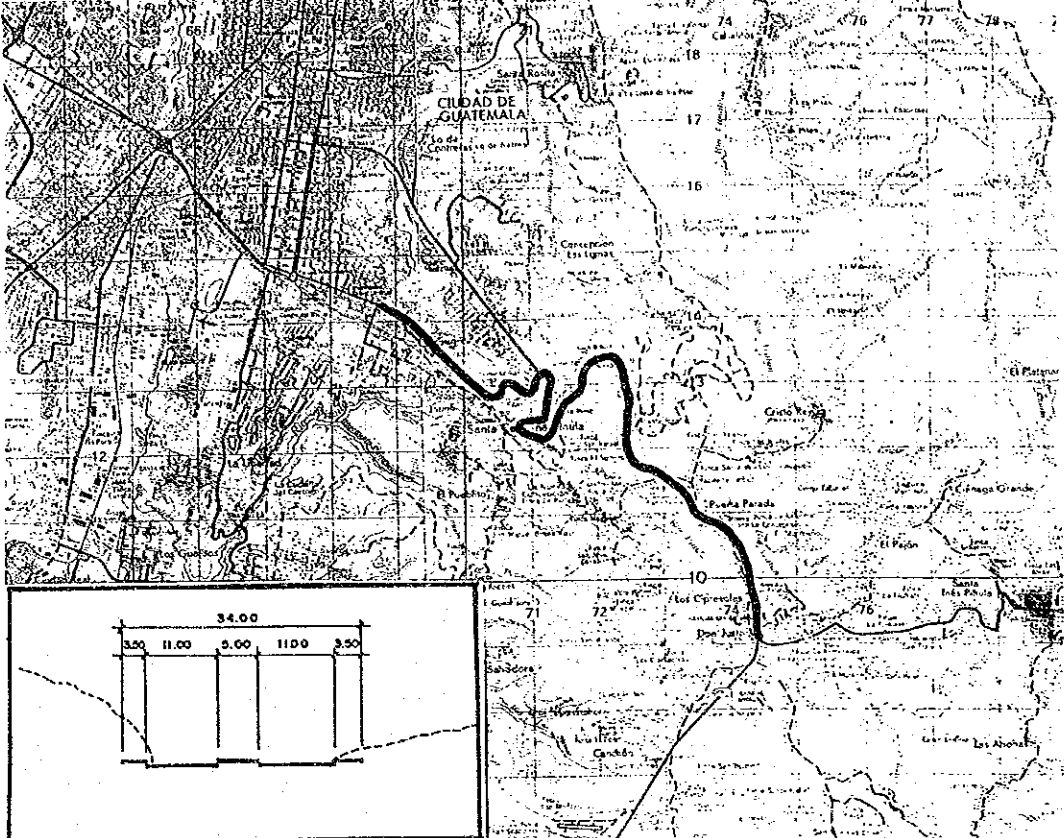
Nombre del Proyecto	MEJORAMIENTO DE LA CA-9 (ESTE)										
Mapa de Localización del Proyecto											
	Perfil del Proyecto	<table border="0"> <tr> <td>1) Clasificación de la Vía</td> <td>Vía Arterial Principal</td> </tr> <tr> <td>2) Tipo de Construcción</td> <td>Ensanchamiento de la Vía Existente a 4 Carriles</td> </tr> <tr> <td>3) Longitud</td> <td>10,500m.</td> </tr> <tr> <td>4) Número de Carriles</td> <td>Vía de 6 Carriles</td> </tr> <tr> <td>5) Costo del Proyecto</td> <td>Q84,743,000</td> </tr> </table>	1) Clasificación de la Vía	Vía Arterial Principal	2) Tipo de Construcción	Ensanchamiento de la Vía Existente a 4 Carriles	3) Longitud	10,500m.	4) Número de Carriles	Vía de 6 Carriles	5) Costo del Proyecto
1) Clasificación de la Vía	Vía Arterial Principal										
2) Tipo de Construcción	Ensanchamiento de la Vía Existente a 4 Carriles										
3) Longitud	10,500m.										
4) Número de Carriles	Vía de 6 Carriles										
5) Costo del Proyecto	Q84,743,000										
Necesidad del Proyecto	<p>1) El volumen futuro de tráfico excede la capacidad de la vía existente de 4 carriles</p>										

Figura 10.1.21 Proyecto de Ensanchamiento de la CA-9 (Este)

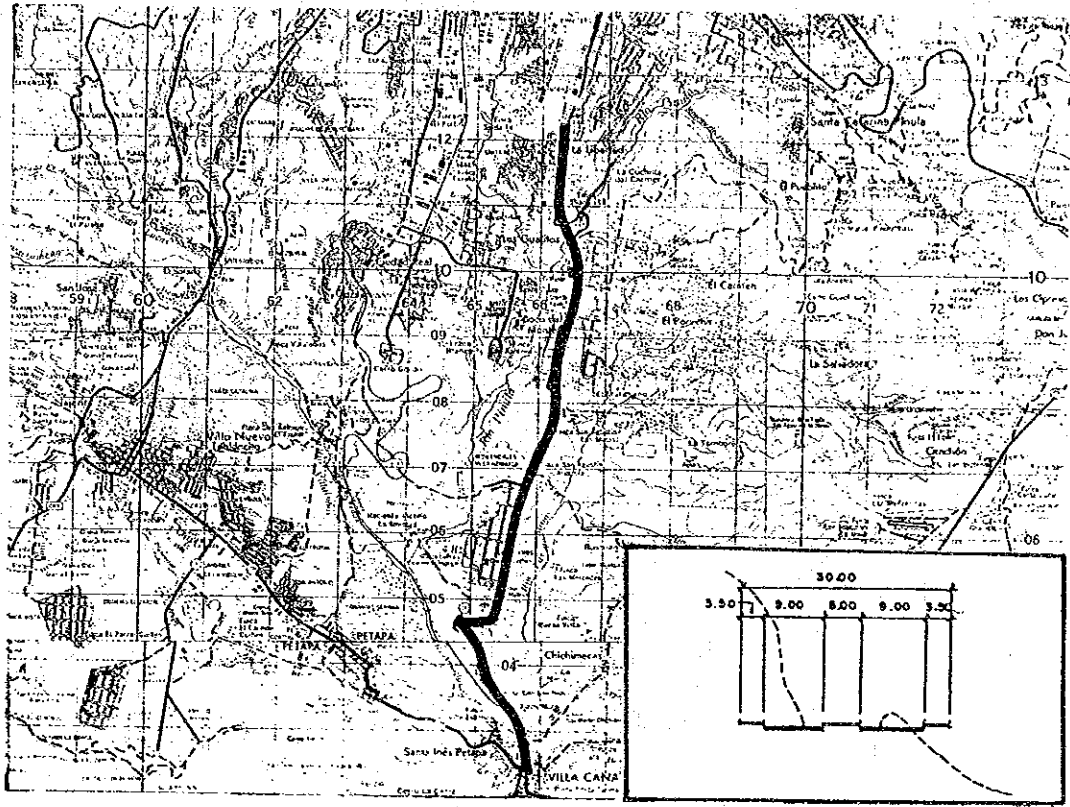
Nombre del Proyecto	MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA HINCAPIE	
Mapa de Localización del Proyecto		
Perfil del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Clasificación de la Vía 2) Tipo de Construcción 3) Longitud 4) Número de Carriles . 5) Número de Puentes y su Longitud 6) Costo del Proyecto 	<p>Vía Arterial Menor</p> <p>Ensanchamiento de la Vía Existente de 2 Carriles retera</p> <p>10,000m.</p> <p>Vía de 4 Carriles</p> <p>1) 600m. 2) 100m.</p> <p>Q124,670,000</p>
Necesidad del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) El volumen de tráfico excede la capacidad de la vía existente de 2 carriles 	

Figura 10.1.22 Proyecto de Ensanchamiento de Avenida Hincapié

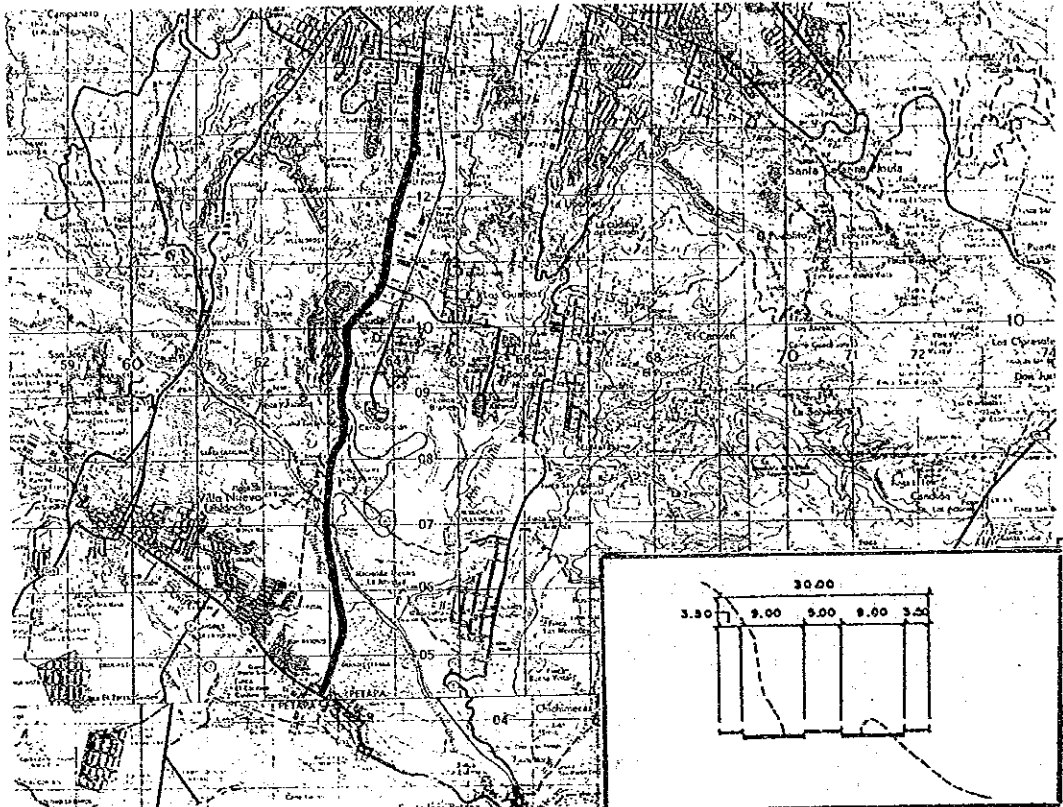
Nombre del Proyecto	MEJORAMIENTO DE LA AVENIDA PETAPA	
Mapa de Localización del Proyecto		
Perfil del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Clasificación de la Vía 2) Tipo de Construcción 3) Longitud 4) Número de Carriles 5) Número de Puentes y su Longitud 6) Costo del Proyecto 	<p>Vía Arterial Menor</p> <p>Ensanchamiento de Vía Existente de 2 y 4 Carriles</p> <p>6,000m.</p> <p>Vía de 4 Carriles</p> <p>1) 200m.</p> <p>Q59,361,000</p>
Necesidad del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) El volumen futuro de tráfico excede la capacidad de la vía existente de 2 y 4 carriles 	

Figura 10.1.23 Proyecto de Ensanchamiento de Avenida Petapa

Nombre del Proyecto		13AVENIDA, ZONA 7
Mapa de Localización del Proyecto		
Perfil del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Clasificación de la Vía 2) Tipo de Construcción 3) Longitud 4) Número de Carriles 5) Costo del Proyecto 	<p>Vía Arterial Menor</p> <p>Ensanchamiento de la Vía Existente de 2 Carriles</p> <p>2,050m.</p> <p>Vía de 4 Carriles</p> <p>Q2,642,000</p>
Necesidad del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) El volumen de tráfico excede la capacidad de la vía existente de 2 carriles 2) Esta vía resuelve el problema de la red de vías no conectadas 	

Figura 10.1.24 Proyecto de Ensanchamiento de la 13 Avenida Z. 7

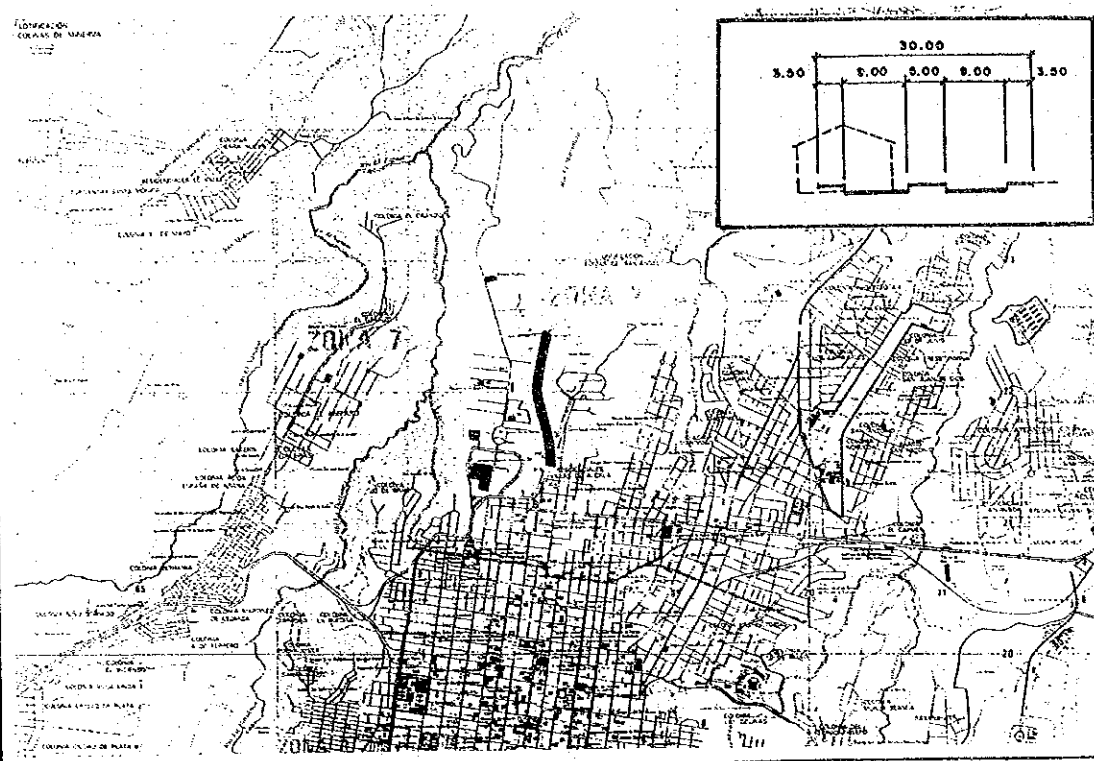
Nombre del Proyecto		6a. AVENIDA ZONA 2										
Mapa de Localización del Proyecto												
Perfil del Proyecto	<table border="0"> <tr> <td>1) Clasificación de la Vía</td> <td>Vía Arterial Menor</td> </tr> <tr> <td>2) Tipo de Construcción</td> <td>Ensanchamiento de Construcción de Nueva Vía</td> </tr> <tr> <td>3) Longitud</td> <td>1,120m.</td> </tr> <tr> <td>4) Número de Carriles</td> <td>Vía de 4 Carriles</td> </tr> <tr> <td>5) Costo del Proyecto</td> <td>Q17,001,000</td> </tr> </table>		1) Clasificación de la Vía	Vía Arterial Menor	2) Tipo de Construcción	Ensanchamiento de Construcción de Nueva Vía	3) Longitud	1,120m.	4) Número de Carriles	Vía de 4 Carriles	5) Costo del Proyecto	Q17,001,000
1) Clasificación de la Vía	Vía Arterial Menor											
2) Tipo de Construcción	Ensanchamiento de Construcción de Nueva Vía											
3) Longitud	1,120m.											
4) Número de Carriles	Vía de 4 Carriles											
5) Costo del Proyecto	Q17,001,000											
Necesidad del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Esta vía resuelve el problema de la red de vías no conectadas 2) El volumen de tráfico excede la capacidad de la vía existente de 2 carriles 											

Figura 10.1.25 Proyecto de Ensanchamiento de la 6a. Avenida Z.2

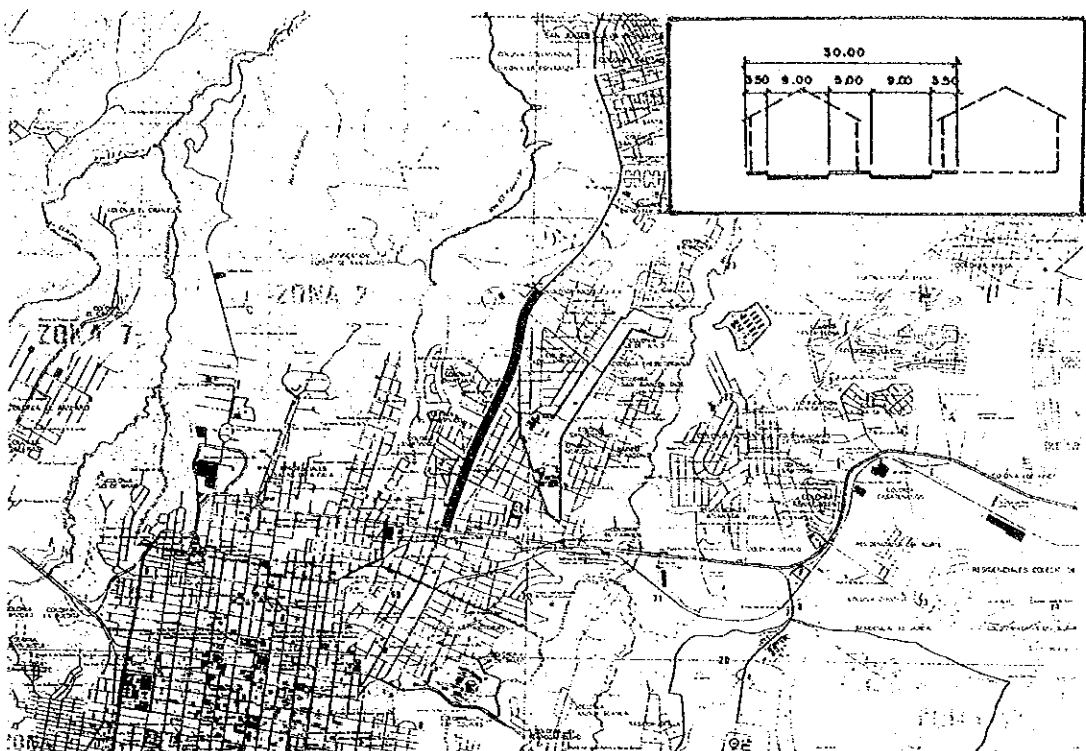
Nombre del Proyecto	15a. AVENIDA ZONA 6	
Mapa de Localización del Proyecto		
Perfil del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Clasificación de la Vía 2) Tipo de Construcción 3) Longitud 4) Número de Carriles 5) Costo del Proyecto 	<p>Vía ARterial Menor</p> <p>Ensanchamiento de la Vía Existente de 2 Carriles</p> <p>2,300m.</p> <p>Vía de 4 Carriles</p> <p>Q16,514,000</p>
Necesidad del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) El volumen de tráfico excede la capacidad de la vía existente de 2 carriles 	

Figura 10.1.26 Proyecto de Ensanchamiento de la 15a. Avenida Z 6

Nombre del Proyecto		35 CALLE CIUDAD SAN CRISTOBAL	
Mapa de Localización del Proyecto			
Perfil del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Clasificación de la Vía 2) Tipo de Construcción 3) Longitud 4) Número de Carriles 5) Número de Puentes y su Longitud 6) Costo del Proyecto 	<p>Vía Arterial Menor</p> <p>Ensanchamiento de la Vía Existente de 2 Carriles</p> <p>1,090m.</p> <p>Carretera de 6 Carriles</p> <p>1) 200m.</p> <p>Q35,784,000</p>	
Necesidad del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) El volumen de tráfico excede la capacidad de la vía existente de 2 carriles 		

Figura 10.1.27 Proyecto de Ensanchamiento de la 35 Calle - Ciudad San Cristobal

Nombre del Proyecto	BOULEVARD SUR	
Mapa de Localización del Proyecto		
Perfil del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) Clasificación de la Vía 2) Tipo de Construcción 3) Longitud 4) Número de Carriles 5) Costo del Proyecto 	<p>Vía Arterial Menor</p> <p>Ensanchamiento de la Vía Existente de 2 Carriles</p> <p>1,400m.</p> <p>Tipo de Construcción</p> <p>Q11,729,000</p>
Necesidad del Proyecto	<ol style="list-style-type: none"> 1) El volumen de tráfico excede la capacidad de la vía existente de carriles 	

Figura 10.1.28 Proyecto de Ensanchamiento del Boulevard Sur

(5) Planificación de Vías Colectoras y Locales

1) Conceptos de planificación

La planificación de la red vial arterial está tratado en secciones previas como objetivo principal de estudio en el Estudio.

Sin embargo, la red de vías colectoras y locales es también muy importante para controlar el flujo del tránsito y para mantener la eficiencia de la red vial.

Las vías colectoras y locales tienen como función el inducir el desarrollo habitacional y para mantener espacios abiertos para la actividad de los ciudadanos.

Por lo tanto, estas vías serán construidas de acuerdo al desarrollo residenciales.

Cuando estas vías sean construidas, los siguientes factores deben ser considerados.

- a) Un sistema de jerarquía de conexión de vías.
- b) Demanda futura del tránsito.
- c) Características de desarrollo.
- d) Patrón de la red vial (ver figura 10.1.29).
- e) Acceso al área de desarrollo.

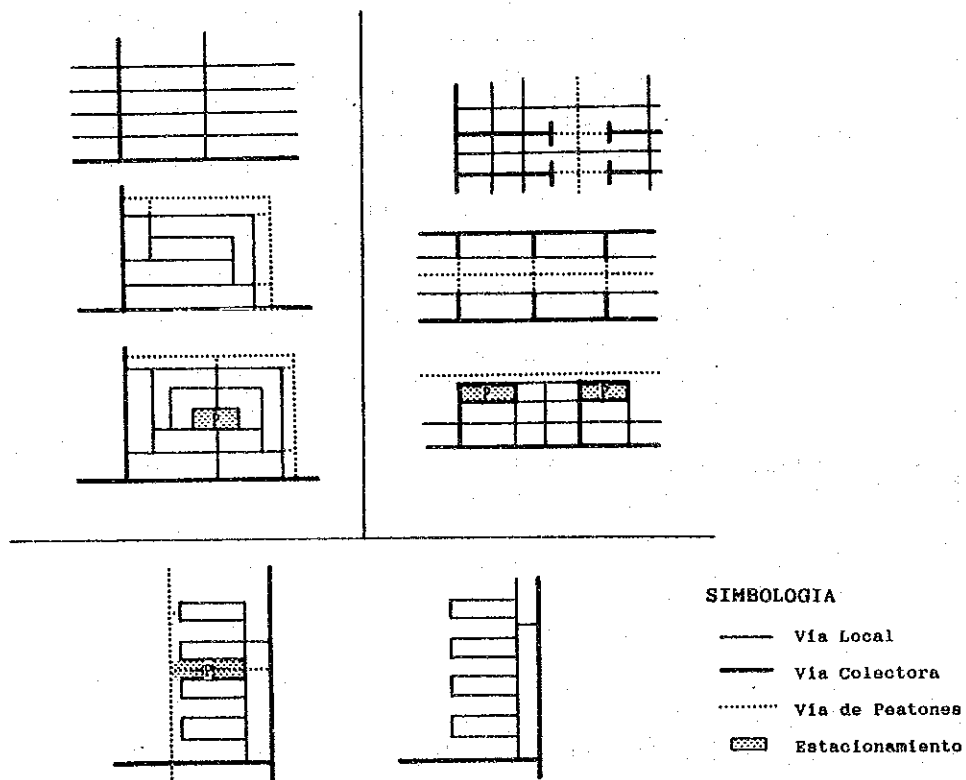


Figura 10.1.29 Concepto de Red del Plan de Cobradores

2) Longitud de vías necesaria en el 2010

El método estimado y las premisas son las siguientes.

- a) Cálculo del área habitable (HS)
- b) Cálculo del área existente de vías (RS)
- c) Cálculo del volumen de tránsito generado y atraído (Q)
- d) La capacidad de tránsito promedio de estas vías se adoptó como 4,000 ucp/día.
- e) El ancho promedio del gabarito se adoptó de 8.0 metros
- f) Se calculó el área necesaria de vía en el 2010 (FRS) con las siguientes fórmulas.

$$FRS = \frac{Q \times /HS \times 8.0}{4000}$$

- g) Cálculo de la longitud de vía requerida en el 2010 (FRL)

$$FRL = (FRS - RS)/8.0$$

Los resultados de los cálculos se resumen en la tabla 10.1.2.

Tabla 10.1.2 Longitud Requerida en Vías Colectoras y Locales

Zona Municipalidad	Tierra Habitable (Ha) (A)	Área de Vía (Ha) (B)	Porcentaje Vía (C) (%) (B/A)	Generación Atracción 1000 Persona	Generación Atracción UCP	Vía Necesaria (Ha)	Vía Requerida Km
1	610.0	110.2	18.1	1,025	340,000	167.9	72.1
2	311.4	24.7	7.9	257	85,000	29.6	6.1
3	238.0	73.7	31.0	187	56,000	17.3	--
4	95.0	23.3	24.5	232	77,000	15.5	--
5	435.0	87.5	20.1	325	108,000	45.0	--
6	519.7	105.4	20.3	300	100,000	45.7	--
7	927.5	120.1	12.9	723	240,000	146.2	32.6
8	118.0	33.3	28.2	93	31,000	6.9	--
9	238.0	67.1	28.2	221	73,000	23.4	--
10	470.0	89.5	19.0	289	87,000	52.3	--
11	862.0	173.4	19.7	568	189,000	114.0	--
12	948.1	100.1	10.6	566	188,000	115.8	19.6
13	508.2	51.6	10.2	208	69,000	32.5	--
14	489.0	62.4	12.8	119	40,000	17.7	--
15	511.0	109.0	21.3	141	47,000	21.7	--
16	510.3	26.2	5.1	98	33,000	16.3	--
17	949.0	43.8	4.6	319	106,000	66.5	28.4
18	1,616.5	109.5	6.8	632	210,000	170.5	76.2
19	101.0	27.4	27.1	131	43,000	8.8	--
22	365.0	32.8	9.0	294	98,000	38.2	6.8
24	417.0	27.0	6.5	108	36,000	14.7	--
25	350.0	19.2	5.5	14	5,000	3.0	--
Mixco	5,448.8	390.9	7.2	1,803	598,000	885.8	618.6
Villa Nueva	4,747.5	234.1	4.9	1,342	445,000	606.3	757.9
Petapa	1,427.5	53.8	3.8	476	158,000	120.9	83.9
Amatitlan	2,417.5	101.1	4.2	352	117,000	114.1	16.3
Villa Canales	3,360.0	145.7	4.3	724	240,000	278.2	165.6
Sta.C.Pinula	1,470.0	81.2	5.5	370	123,000	184.0	128.5
San.J.Pinula	1,190.0	113.2	9.5	141	47,000	33.1	--
Fraijanes	1,485.0	82.8	5.6	44	14,000	80.9	--
Chinaultla	257.5	35.9	13.9	129	43,000	14.1	--
Total	33,413.5	2,755.9	8.2	--	--	3,486.9	2,012.6

10.1.5 Estimación de Costos de Proyectos

(1) Generalidades

El costo de proyecto de cada plan se estimó basándose en los diseños preliminares de vías. El costo del proyecto es consistente con el costo de la construcción y otros costos asociados.

El costo de construcción consiste de los siguientes temas.

- a) Costo de mano de obra
- b) Costo de equipo
- c) Costo de material
- d) Ganancia del contratista
- e) Impuestos
- f) Adquisición de la tierra y compensaciones

El costo del proyecto incluye costo de construcción y los

siguientes temas.

- g) Costo de Ingeniería para estudios posteriores incluyendo topografía (10% de costo de construcción)
- h) Costos contingentes (10% de los costos de construcción)
- i) Costo de administración (10% de los costos de construcción).

Las bases de estimación del costo del proyecto son los siguientes tres items.

- a) El costo está indicado en quetzales.
- b) El costo está estimado con precios de junio de 1991.
- c) La tasa de cambio se asume como US\$ 1.0 = 4.90 quetzales.

(2) Costos de Mano de Obra y Materiales

Los datos principales de costos de materiales de construcción y mano de obra fueron recopilados de la Cámara Guatemalteca de la Construcción, la Municipalidad de Guatemala y CAMINOS.

Sobre la base de estos datos, los costos de materiales y de mano de obra se decidieron como se muestra en la tabla 10.1.3.

(3) Costo Unitario de Artículos Principales de Trabajo

El análisis de los costos unitarios de los artículos principales de trabajo se examinó considerando la condición del sitio de construcción y el método de construcción.

Además, los costos unitarios están comparados con proyectos de construcción similares los cuales fueran desarrollados por la Municipalidad de Guatemala y CAMINOS. El costo unitario de los artículos principales de trabajo que se decidió se muestra en la tabla 10.1.4.

(4) Adquisición de Tierra y Compensaciones

Los datos del valor de la tierra y de compensación a lo largo de las vías planeadas se recopilaron de la Municipalidad de Guatemala. Basandose en estos datos, los costos de adquisición de tierra y de compensación fueron estimados.

(5) Costos de Proyecto

El costo de proyecto de cada plan esta estimado basandose en el costo de materiales, costo de mano de obra, costo de equipo, y costo unitario de artículos principales de trabajo. Además, el costo de construcción está también comparado con costos de proyectos reales similares de construcción realizada por la Municipalidad de Guatemala y CAMINOS.

El costo de proyecto está estimado por 1.3 veces a los costos de construcción. Los costos de proyecto de cada plan se muestran en la tabla 10.1.5.

Tabla 10.1.3 Lista de Precios de Materiales de Construcción

Artículo	Sub-artículo	Clase	Unidad	Costo Unitario	Impuesto	Observaciones	
Suelo, Piedra	Suelo	Común	m3	30.00	---		
	Arena	Común	m3	35.00	7		
		Arena de Río	m3	40.00	7		
	Grava	> 10 mm	m3	60.00	7	Difícil de conseguir	
		< 10 mm	m3	80.00	7		
		Piedrín	> 30 mm	m3	60.00		7
< 30 mm			m3	60.00	7		
Cemento	Cemento Progreso	Portland Modificado	42.5Kg.	13.50	7		
Concreto	In situ	T=350Kg/cm2	m3	345.00	7	Para servicio de Bombeo A-gregar 1.2/m3 por cada Abastecimiento	
		T=280Kg/cm2	m3	288.00	7		
		T=210Kg/cm2	m3	275.00	7		
		T=175Kg/cm2	m3	255.00	7		
	Mortero	Cement 1					
		Arena de río	m3	255.00	7		
	Block de Concreto	4x19x39 cms	m2	20.00	7		
	Concreto Kerb	Tipo L	m	Hecho en Sitio		No disponible en el Mercado	
	Tubo de Alcantarillado	o	m				
		8" (c)	m	9.60	7	Tubo de PC	
		12" (c)	m	18.05	7	No disponible	
		24" (rc)	m	121.00	7	en el Mercado	
		42" (rc)	m	336.00	7		
		60" (rc)	m	655.00	7		
Acero	Barra de Acero	D+=9mm(3/8")	Ton	2580.00	7	Ver nota (1)	
		D+=19mm(5/8")	Ton	2480.00	7	Ver nota (1)	
	Platina		Ton	2580.00	7	Ver nota (1)	
	Angular	L	Ton	3175.00	7	Ver nota (1)	
	Tubería	o 200 mm(8")	6m	---	---	No disponible	
		o 400 mm(16")	6m	---	---	en el Mercado	
	Contracarril	ARMCO	m	114.65	7	Difícil de conseguir	
	Poste Eléctrico	o 100 (4")	m			No usado en Guatemala para Iluminación	

Tabla 10.1.3 Lista de Precios de Materiales de Construcción
(continuación)

Artículo	Sub-artículo	Clase	Unidad	Costo Unitario	Impuesto	Observaciones
Asfalto	Asfalto	RC-250	Litro	2.16	Incluido	Importado
	Concreto Asfáltico	Mezclado en Caliente	m ³	400.00	Incluido	Importado
Aceite	Aceite		Litro	10.88	Incluido	Importado
	Gasolina	Regular	Litro	2.36	Incluido	Importado
	Gasolina	Premium	Litro	2.54	Incluido	Importado
	Diesel		Litro	1.57	Incluido	Importado
	Pintura		Litro	25.00	Incluido	Pintura de Aceite

Nota: -El punto de cedencia para barras de acero es de 40,000#/pulgada²
 -El acero es importado de Brasil, México y procesado de barras de acero para propósitos constructivos
 -Ton = 1,000 Kg. = 2,204.6 Libras

Tabla 10.1.4 Lista de Precios Unitarios de Trabajos Principales de Construcción

Artículo	Unidad	Trabajo	Equipo	Material	Ganancia y Otros	Subtotal	Impuestos	Total
Limpieza del Lugar y Demolición								
Residencial	ha	3,407.00	7,001.89	---	9,540.00	10,848.72	1,050.40	21,000.00
Campo	ha	849.62	1,739.12	---	2,370.04	4,958.08	289.85	5,217.00
Excavación								
Suelo Común (Para Terraplen)	m3	2.84	5.83	---	7.95	16.62	0.88	17.50
Suelo Común (Desperdicio)	m3	1.95	4.00	---	5.45	11.40	0.60	12.00
Sobreexcavación	m3/Km	0.55	1.15	---	1.60	3.30	0.20	3.50
Terraplenar								
Material de Préstamo	m3	2.60	5.33	---	7.27	15.20	0.80	16.00
Material Selecto	m3	3.60	7.33	25.00	8.60	43.83	2.07	46.00
Drenado								
U de Concreto 0.30x0.30m	m	8.93	2.60	20.25	17.60	47.58	2.18	49.76
U de Concreto 0.50x0.50m	m	17.50	5.45	27.75	23.25	73.95	3.87	77.82
U de Concreto 1.00x1.00m	m	42.48	16.70	53.78	43.32	156.24	8.43	164.67
U de Excavada 1.00x1.00m	m	23.15	12.56	---	21.30	57.01	2.55	59.56
Tubo de Alcantarilla 12"	m	50.27	---	21.38	8.88	81.51	7.03	88.54
Tubo de Alcantarilla 42"	m	158.68	28.75	278.77	28.29	495.49	38.97	532.46
Tubo de Alcantarilla 60"	m	280.45	28.75	507.83	39.00	827.03	84.20	891.23
Caja de Drenaje 2.00x2.00m	m	201.55	110.40	639.95	30.05	981.95	68.97	1,048.92
Caja de Drenaje 5.00x2.00m	m	318.50	230.00	1,001.35	60.00	1,809.85	105.00	1,714.85
Pavimento								
Pista								
Asfalto t-5	m2	4.25	2.75	40.65	10.75	58.60	5.40	64.00
Capa de Base t-20	m2	1.00	1.80	5.10	1.55	9.55	0.45	10.00
Capa de Sub-base t-20	m2	1.10	2.40	6.65	2.30	12.45	0.55	12.00
Hombro								
Asfalto t-3	m2	2.55	1.65	29.50	9.25	42.95	5.20	48.15
Capa de Base t-20	m2	1.00	1.80	5.10	1.55	9.55	0.45	10.00
Capa de Sub-base t-20	m2	1.10	2.40	6.65	2.30	12.45	0.55	13.00
Acera								
Concreto t-5	m2	4.25	0.50	13.57	10.00	28.32	1.45	28.77
Capa Base t-10	m2	0.45	0.85	2.30	0.75	4.35	0.15	4.50
Siembra	m2	2.25	0.75	2.00	3.00	8.00	0.35	8.35
Adicional								
Concreto Herb (tipo L)	m	4.00	0.75	21.80	3.00	29.55	1.85	31.50
Facilidades								
Concreto de Arriate	m	8.00	1.50	43.60	8.30	59.10	3.80	63.00
Siembra	m2	2.25	0.75	2.00	3.00	8.00	0.35	8.35
Concreto de Carril Guía	m	21.30	0.40	116.25	18.00	157.55	10.45	168.00
Acero	m	25.00	55.00	125.00	15.00	220.00	24.00	244.00
Iluminación								
	Km							312,500.00
Intersección								
A Nivel Semaforizada	vol							35,700.00
A Nivel No Semaforizada	vol							5,820.00
Paso a Densivel Superior								18,075,998.00
Paso a Densivel Inferior								9,738,344.80
Puente								
Concreto 5x<L<10m	m2							1,570.00
PC 10x<L<40m	m2							2,810.00
Acero de PC L>40m	m2							5,555.00
Edificaciones								
Vivienda RC	m2	550.00	40.00	700.00	180.00	1,480.00	90.00	1,550.00
Oficina RC(2-4Niveles)	m2	90.00	80.00	700.00	160.00	1510	90.00	1,600.00
Oficinas RC más de 8 Niv.	m2	560.00	80.00	675.00	115.00	1,410.00	90.00	1,530.00
Drenaje de Tormenta								
Pozo de Vista 4 a 6 m	vol	1,016.00	---	1,458.80	2,554.75	5,029.55	170.45	5,200.00
Tragantes 4m	vol	770.00	---	950.00	1,900.00	2,720.00	150.00	2,870.00
Marcación de Carriles								
(4 Gal. x Km)	Km							875.00
Señales de Tránsito	vol							400.00

Tabla 10.1.5 Lista de Costos de Proyectos

Nombre del Proyecto	Segmento	No. de Carril	Longitud (m)	Costo del Proyecto							
				Costo	Tierra	Compen.	Subtotal	Ingeniería	Adm.	Contingen.	Total
Periferico Externo (N)	1	4	4,500	31,700	2,268	600	34,568	3,457	3,457	3,457	44,939
	2	2	5,020	21,133	1,512	400	23,045	2,305	2,305	2,305	29,660
	3	4	7,180	148,921	9,637	5,000	163,558	16,356	16,356	16,356	212,626
	Total	--	16,700	201,754	13,417	6,000	221,171	22,118	22,118	22,118	287,525
Periferico Externo (S)	1	4	7,340	41,654	13,212	0	54,866	5,487	5,487	5,487	71,327
	2	2	15,810	61,150	7,128	2,500	70,778	7,078	7,078	7,078	92,012
	Total	--	23,150	102,804	20,340	2,500	125,644	12,565	12,565	12,565	163,399
Periferico Intermedio	1	4	10,920	176,080	33,629	14,000	223,709	22,371	22,371	22,371	290,822
	2	4	9,480	100,797	34,031	3,000	127,028	13,783	13,783	13,783	179,177
	Total	--	20,400	276,877	67,660	17,000	36,154	36,154	36,154	36,154	469,999
Corredor Este-Oeste	1	4	4,510	16,741	7,000	1,000	24,741	2,474	2,474	2,474	32,163
	2	4	3,500	16,053	8,100	5,000	29,153	2,915	2,915	2,915	37,898
	3	4	1,025	56,917	1,150	4,500	62,567	6,257	6,257	6,257	81,338
	Total	--	9,035	89,711	16,250	10,500	116,461	11,646	11,646	11,646	151,399
Tramo del Periferico	--	4	3,500	7,630	7,000	5,000	19,630	1,963	1,963	1,963	25,519
Periferico Interno	--	4	1,580	55,554	3,776	3,000	62,330	6,233	6,233	6,233	81,029
CA-9 (Sur)	--	6	7,000	37,460	7,000	2,500	46,960	4,696	4,696	4,696	61,048
CA-1 (Este)	--	6	10,500	39,186	21,000	5,000	65,186	6,519	6,519	6,519	84,743
Av. Hincapié	--	4	10,000	88,400	5,000	2,500	95,900	9,590	9,590	9,590	124,670
Av. Potapa	--	4	2,050	37,160	6,000	2,500	45,650	4,567	4,567	4,567	59,361
13 Av. Zona 7	--	4	2,050	2,033	0	0	2,033	203	203	203	2,642
6 Av. Zona 2	--	4	1,120	5,537	5,040	2,500	13,077	1,308	1,308	1,308	17,001
15 Av. Zona 6	--	4	2,300	7,224	1,080	4,400	12,704	1,270	1,270	1,270	16,514
35 Av. Zona 11	--	6	1,090	26,435	1,090	0	27,575	2,753	2,753	2,753	35,784
Boulevard	--	4	14,000	5,573	3,450	0	9,023	902	902	902	11,729
Total			115,825	983,338	178,103	63,400	1,224,641	122,487	122,487	122,487	1,592,302

10.2 Plan de Intersecciones

10.2.1. Análisis de Intersecciones

Durante el curso del Estudio para Marzo de 1991, la tasa de flujo de saturación y el nivel de servicios para las 39 intersecciones seleccionadas se identifica el nivel de problemas.

10.2.2 Selección de Medidas de Mejoramiento para Intersecciones Problemáticas

Basado en los resultados de los análisis así como en las condiciones existentes en el lugar de cada intersección, una medida adecuada para resolver el problema presentado de cada intersección fue examinada principalmente desde el punto de vista de la capacidad de tránsito.

Para la selección de una medida adecuada, se examinó la posibilidad de aplicación de varias medidas usando los siguientes pasos. Se tomó como mínimo el nivel de servicio "D".

Paso 1 : Modificación del faseo y tiempo actual de los semáforos, incluyendo el reemplazo de semáforos existentes por semáforos del tipo colgante con lentes de 30 mm de diámetro.

Paso 2 : Instalación de semáforos para intersecciones no semaforizados.

Paso 3 : Provisión de carril de canalización adicional sin adquisición de tierra y modificación del faseo de semáforos actual.

Paso 4 : Provisión de carril de canalización adicional con adquisición de tierra y modificación del faseo de semáforos actual.

Paso 5 : Construcción de paso a desnivel.

10.2.3 Planes de Mejoramiento de Intersecciones

En este punto se propone una medida de mejoramiento para cada intersección individual bajo las presentes condiciones de tránsito, ya que la mayoría de las medidas de mejoramiento son consideradas como soluciones urgentes para el problema de las intersecciones.

Los problemas mayores y la solución para cada intersección están listados en la tabla 10.2.1. Además, la localización de los sitios de mejoramiento se muestran en la figura 10.2.1, mientras que una vista en perspectiva y un gran plan conceptual de un paso subterráneo continuo en el Obelisco y Boulevard Liberación se presenta en la figura 10.2.2 y 10.2.3 respectivamente.

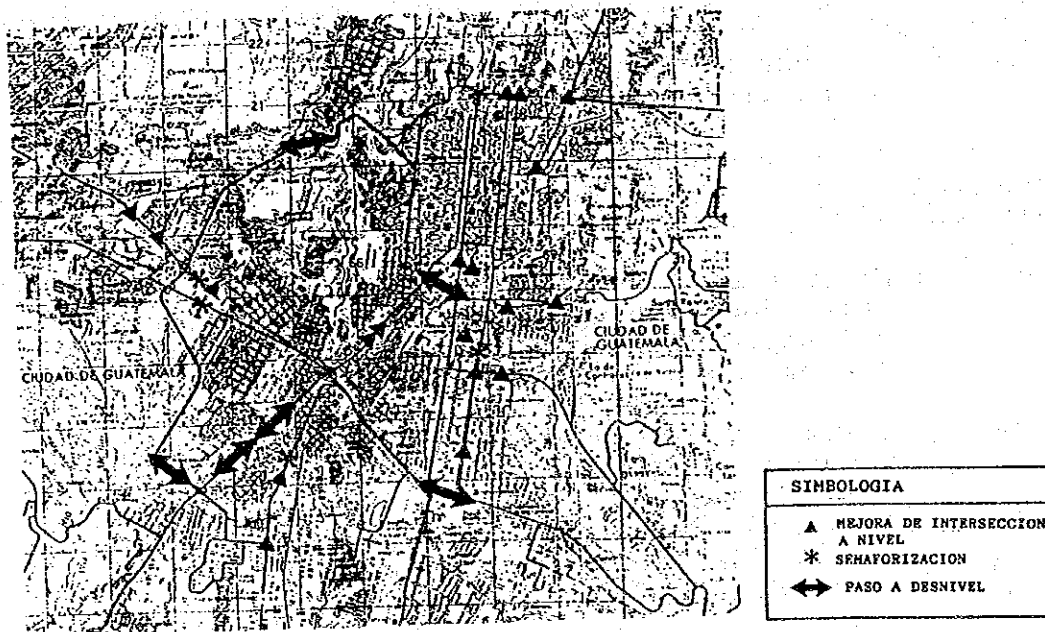


Figura 10.2.1 Localización de Sitios de Mejoramiento de Intersecciones

Tabla 10.2.1 Plan de Mejoramiento de Intersecciones (1)

No.	Ubicación de la intersección	Principales problemas	Medidas de mejoramiento
I-1	7a Ave./18 Calle, Z1	-Tasa de flujo de tránsito crítica para lado oeste de la 18 calle. -Mucha carga/descarga ilegal de pasajeros en los buses. -Alto porcentaje de veh. pesados.	-No se proponen medidas de mejoramiento debido al proyecto de la Municipalidad de convertir la 18 calle en una plaza peatonal.
I-2	6a Ave./18 Calle, Z1	-Tasa de flujo de tránsito crítica para el lado sur de la 6a. Ave. -Alto porcentaje de veh. pesados	- Idem -
I-3	6a Ave./Diag. 2, Z1	-Tasa de flujo de tránsito crítica en todas las vías de acceso. -Alto porcentaje de veh. pesados	-Demoler el arriate del acceso norte de la 6a. Ave. e introducir un carril adicional para virar a la derecha. -Modificación de las fases y tiempos de señalización. -Pintar las marcas del pavimento. -Reemplazar los semáforos.
I-4	7a Ave./21 Calle/Diag. 2, Z1	-Conflicto entre el tránsito de los carriles del lado oeste y del cruce a la izquierda de los carriles del lado este de la 7a. Ave. -Largas demoras para cruzar a la izquierda en los carriles del lado este de la 7a. Ave. -Alto porcentaje de veh. pesados	-Cerrar los separadores del arriate central -Pintar las marcas del pavimento. -Reubicar la actual parada de buses enfrente del Banco de Guatemala
I-5	Ave. Bolívar/24 Calle, Z1	-Flujos de tránsito sobresaturados en el lado este de la Ave. Bolívar y la 24 calle -Alto porcentaje de veh. pesados -Parqueo ilegal en Ave. Bolívar.	-Introducir un carril adicional para virar a la derecha en Av. Bolívar -Intr. un carril adicional para virar a la iz. en la vía acceso oeste 24 C. -Modificación de las fases y tiempos de señaliz. con control del Estac. ilegal -Estricto control del Estac. ilegal -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos -Paso a desnivel (en el futuro)
I-6	15 Ave./7a Calle, Z1	-Flujos de tránsito sobresaturados en el lado oeste de la 15 Ave. y 7 Calle. -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introducción de un carril adicional para virar a la iz. en la 15 Ave. -Regular la vía acceso oeste de la 7a Calle como una calle de una vía -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-7	Calle Martí/6a Ave./6a Calle, Z2	-Largas demoras para el tránsito en la diagonal 2 -Muchos accidentes de tránsito	-Instalación de semáforo -Pintar las marcas del pavimento
I-8	Calle Martí/10a Ave., Z2	-Flujos de tránsito sobresaturados en la calle Martí -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introd. de carril adicional para virar a la izq. en vía acceso este C. Martí -Introd. de carril adicional para virar a la der. en vía acceso oeste C. Martí -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-9	Calle Martí/11 Ave., Z2	-Flujos de tránsito sobresaturados en la Calle Martí -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introd. de carril adicional para virar a la izq. en vía acceso oeste C. Martí -Segregación del tránsito que vira a la derecha en la 11 Avenida -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos

Tabla 10.2.1 Plan de Mejoramiento de Intersecciones (2)

No.	Ubicación de la Intersección	Principales problemas	Medidas de mejoramiento
I-10	6a Ave./Ruta 2/Via 1, Z4	-Flujos de tránsito sobresaturados en todas las vías de acceso -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introd. de carril adicional para virar a la izq. en vía acceso este de ruta 2 -Introd. de carril adicional para virar a la der. en vía acceso este de ruta 2 -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos -Paso a desnivel (en el futuro)
I-11	7a Ave./Ruta 6/Via 7, Z4	-Flujos de tránsito sobresaturados en todas las vías de acceso -Alto porcentaje de veh. pesados	-Demolición de los arriates en ambos lados de la 7a. Ave. -Segregación de seis carriles en la vía de acceso sur de la 7a. Ave. -Introd. de un carril adicional en la vía de acceso este de la ruta 6 -Prohibición de hacer el cruce a la izq. desde ambas vías de acceso de ruta 2. -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-12	Ave. Reforma/10a Ave./Ruta 6, Z4	-Largas demoras del tránsito en la 10 Ave. y del tránsito que cruza en la Ave. Reforma. -Muchos accidentes de tránsito	-Instalación de semáforos -Introd. de carril adicional para virar a la izq. sobre carril en Ave. Reforma -Introd. de carril adicional a lo largo/cruce a la der. sobre la 10 Avenida -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-13	12 Ave./27 Calle, Z5	-Tasas de flujo de tránsito crítico en todas las vías de acceso -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introd. de carril adicional para virar a la izq. sobre la 12 Avenida -Segregación de carriles para virar a la izq. y der. sobre la 27 Calle -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-14	27 Calle/Diag. 14/29 Ave., Z5	-Flujo de tránsito sobresaturado a o largo de la diagonal 14 -Tasas de flujo de tránsito críticas en la 27 Calle -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introd. de carril adicional para virar a la izq. sobre la diagonal 14 -Segregación del carril para virar a la izq. de la vía acceso oeste de la 27 C. -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-15	Calle Martí/15 Ave., Z6	-Tasas de flujo de tránsito críticas en todas las vías de acceso -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introd. d. de carril adicional para virar a la izq. sobre acceso norte 15 Av. -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-18	C. Roosevelt/23 Ave., Z7	-Largas demoras del tránsito en la mayoría de movs. desde la 23 Ave. y cruce izq. desde el acceso oeste de la Calzada Roosevelt -Muchos accidentes de tránsito	-Instalación de semáforo con sistema de control accionado para vehículos -Segregación de carriles para virar a la izq. y a la der. sobre C. Roosevelt -Pintar las marcas del pavimento.

Tabla 10.2.1 Plan de Mejoramiento de Intersecciones (3)

No.	Ubicación de la intersección	Principales problemas	Medidas de mejoramiento
I-19	C. San Juan Sacatepéquez/ 23 Ave., 27	-Flujos de tránsito sobresaturados en el acceso este de la Calzada San Juan Sacatepéquez y 23 Ave. -Alto porcentaje de veh. pesado.	-Introd. de un carril adicional para virar a la derecha en ambos lados de la Calzada San Juan. -Introd. de carril adicional para virar a la izq. en ambos lados de la 23 Ave. -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-20	C. San Juan Sacatepéquez/ 30 Ave., 27	-Largas demoras de tránsito por cruce a la izq. desde la 30 Ave. -Muchos accidentes de tránsito	-Instalación de semáforo con sistema de control accionado para vehículos -Introd. carril adicional para virar a la izq. en acceso oeste Calz. Sn Juan -Segregación de un carril para virar a la izq. y 2 para la derecha en 30 Ave. -Pintar las marcas del pavimento.
I-21	C. San Juan Sacatepéquez/ 33 Ave., 27	-Flujos de tránsito sobresaturados en acceso oeste de la Calzada San Juan Sacatepéquez -Alto porcentaje de veh. pesados -Diferentes niveles en la superficie de la Carretera San Juan Sacatepéquez	-Introd. de carril adicional para virar a la izq. sobre acceso oeste de la Calzada San Juan Sacatepéquez -Introd. de dos carriles para virar a la izquierda sobre la 33 Avenida -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Nivelación de la superficie de la carretera en ambas vías de la C. San Juan -Reemplazar los semáforos
I-22	C. San Juan Sacatepéquez/ 37 Ave., 27	-Flujos de tránsito sobresaturados en la Calzada San Juan -Tasa de flujo de tránsito crítica para cruce a la izq. en 37 Ave -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introd. de carril adicional para virar a la izq. sobre acceso este de la Calzada San Juan -Introduc. de carril adicional a lo largo/cruce a la der. sobre acceso oeste de la Calzada San Juan -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-23	A. Periférico/13 Ave., 27	-Largas demoras del tránsito por cruce a la izq. desde la 13 Ave. -Muchos accidentes de tránsito	-Paso a desnivel
I-24	Ave. Bolívar/32 Calle, 28	-Flujos de tránsito sobresaturados por cruce izq. sobre Av. Bolívar -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introd. carril adicional para virar a la izq. en acceso sur de Ave. Bolívar -Modificación de las fases y tiempos de señalización con sistema de control coordinado con la intersección I-25 -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-25	Ave. Bolívar/33 Calle, 28	-Tasas de flujo de tránsito críticas en acceso sur de Ave. Bolívar -Alto porcentaje de veh. pesados	-Modificación de las fases y tiempos de señalización con sistema de control coordinado con la intersección I-24 -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos

Tabla 10.2.1 Plan de Mejoramiento de Intersecciones (4)

No.	Ubicación de la intersección	Principales problemas	Medidas de mejoramiento
I-26	Ave. Reforma/2a Calle, Z9	-Flujos de tránsito sobresaturados en todas las vías de acceso -Un monumento es una obstrucción para los flujos de tránsito	-Introd. carril adicional a lo largo/ cruce der. en acceso sur de la Avenida Reforma. -Segregación de carriles para virar a la izq. y a la der. sobre la 2a. Ave. -Prohibición de Estac. a lo largo de la 2a. Calle y extremos de Ave. Reforma -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-27	Ave. Reforma/12 Calle, Z9	-Flujos de tránsito sobresaturados sobre el acceso norte de la Av. Reforma y acceso oeste de la 12 Calles -Tasa de flujo crítica en otros accesos	-Prohibición de virar a la izquierda desde acceso oeste de la 12 Calle y acceso sur de la Avenida Reforma -Introd. de carril adicional para cruce a la der. en el acceso norte de la Ave. Reforma utilizando calle al lado -Segregación de carriles para virar a la izq. y a a der. sobre acceso este de la 12 Calle. -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Prohibición de Estac. a lo largo del lado oeste de la calle de la Reforma -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-28	Obelisco, Z9	-Flujos de tránsito sobresaturados en todas las vías de acceso -Alto porcentaje de veh. pesados -Superficie del pavimento en mal estado	-Introd. de un carril adicional para virar a la derecha sobre la 18 calle -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Rehabilitación del pavimento -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos -Paso a desnivel continuo (en el futuro)
I-29	Blvd. Liberación/6a Ave., Z9	-Flujos de tránsito sobresaturados sobre el acceso este de Blvd. Liberación -Tasa de flujo de tránsito crítica sobre el acceso oeste del Blvd. Liberación.	-Segregación de carriles de tránsito a cuatros carriles en el Blvd. Liberación -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos -Paso a desnivel continuo (en el futuro)
I-30	Blvd. Liberación/12 Calle/7a Ave., Z8	-Flujos de tránsito sobresaturados en todas las vías de acceso	-Paso a desnivel (por la Municipalidad)
I-31	Blvd. Liberación/Ave. Castellana, Z9	-Flujos de tránsito sobresaturados sobre el acceso este del Blvd. Liberación. -Tasa de flujo de tránsito crítica en las otras dos vías de acceso -Alto porcentaje de veh. pesados	-Paso a desnivel (por la Municipalidad)
I-32	6a Ave./2a Calle, Z10	-Tasas de flujo de tránsito crítica en todas las vías de acceso	-Introducción de un carril adicional en el acceso norte de la 6a. Avenida -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos

Tabla 10.2.1 Plan de Mejoramiento de Intersecciones (5)

No.	Ubicación de la intersección	Principales problemas	Medidas de mejoramiento
I-34	Blvd. Aguilar Batres/ 13 Calle, Z11	-Flujos de tránsito sobresaturados en todas las vías de acceso -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introd. carril adicional para virar a la der. sobre el acceso norte de la Calzada Aguilar Batres -Introd. de 2 carriles para virar a la izq. sobre el acceso sur de la Calzada Aguilar Batres -Segregación del carril para virar a la derecha del acceso oeste de la 13 Calle -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos -Paso a desnivel (en el futuro)
I-35	Blvd. Aguilar Batres/ 19 Calle, Z11	-Flujos de tránsito sobresaturados en el acceso sur de la Calzada Aguilar Batres y 19 Calle. -Tasa de flujo de tránsito crítica en el acceso norte de la Calzada Aguilar Batres. -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introd. carril adicional a lo largo del acceso norte de la Calzada Aguilar Batres. -Introd. carril adicional para virar a la derecha sobre el acceso sur de la Aguilar Batres. -Introd. carril adicional para virar a la izq. sobre la 19 Calle -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos -Paso a desnivel (en el futuro)
I-36	A. Periférico/9a Ave., Z11	-Largas demoras de tránsito a lo largo/cruce izq. sobre 10a Ave. -Flujos de tránsito complicados debido a la forma irregular de la intersección - Muchos accidentes de tránsito	-Paso a desnivel
I-37	Ave. Petapa/14 Ave., Z12	-Largas demoras en la 14 Ave. -Muchos accidentes de tránsito -Distancia de visibilidad insuficiente desde la 14 Ave. debido al ángulo agudo en el cruce	-Instalación de semáforo -Extensión de arriate central -Prohibición de viraje a la izquierda desde la 15 y 16 calles -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-38	Ave. Petapa/19 Calle, Z12	-Tasa de flujo de tránsito crítica a lo largo de la Ave. Petapa y cruce a la izq. sobre la 19 calle -Alto porcentaje de veh. pesados -Intersección con forma escalonada	-Extensión del arriate central en la parte sur de la Ave. Petapa -Introd. de un carril adicional a lo largo del acceso sur de la Ave. Petapa -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos
I-39	Ave. Petapa/USAC, Z12	-Flujo de tránsito sobresaturado en el cruce a la izq. sobre el acceso sur de la Ave. Petapa. -Alto porcentaje de veh. pesados	-Introd. de un carril adicional a lo largo del acceso sur de la Ave. Petapa. -Modificación de las fases y tiempos de señalización -Pintar las marcas del pavimento -Reemplazar los semáforos

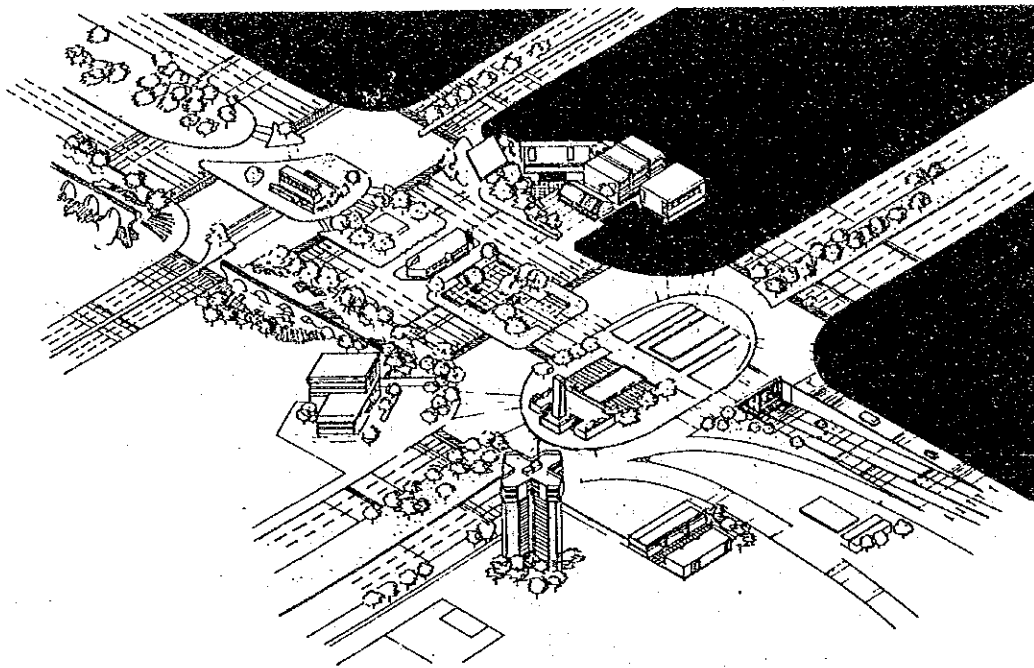


Figura 10.2.2 Vista en Perspectiva del Paso Subterraneo continuo en Obelisco y Boulevard Liberación

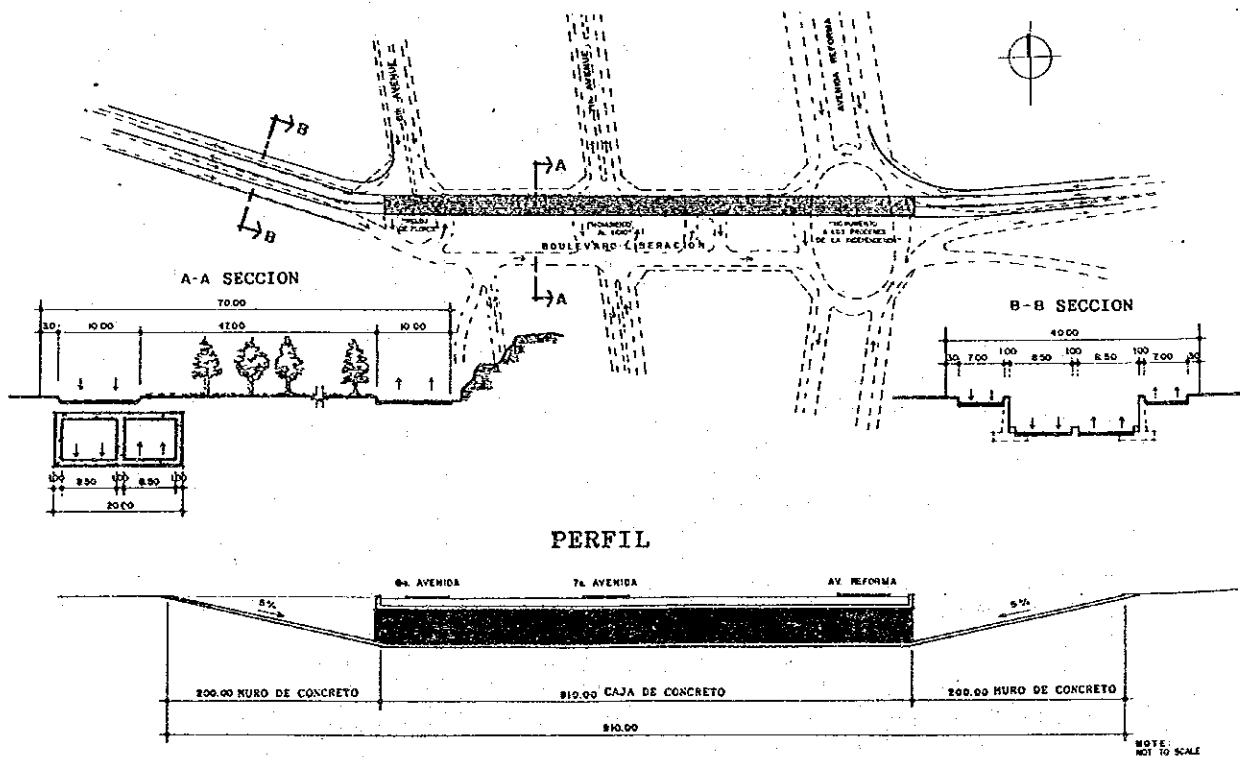


Figura 10.2.3 Plan General de Paso Subterraneo continuo en Obelisco y Boulevard Liberación