

7.3.4 Mejoramiento de las Terminales de Transporte Público

1) Lineamientos

A. Mejorar la conveniencia y comodidad del Pasajero

- Actualmente, existen 45 terminales de buses en Managua. De estas 45, 4 son suburbanas, 3 interurbanas y urbanas y las restantes 38 son urbanas. De estas 38 terminales urbanas, 11 son simplemente circuitos utilizando las vías existentes y las restantes 27 simplemente son lotes vacíos o espacios al lado de las vías sin comodidades para el pasajero.
- De acuerdo a la encuesta de usuarios de bus realizada por el Estudio, el 40% de los pasajeros señalaron como No.1 el problema de "suciedad" en las terminales y el 36% indicaron "pobre acceso". Es importante mejorar las condiciones de las terminales de buses en términos de ubicación y comodidad para el pasajero.

B. Mejorar la Eficiencia de los Operadores de Bus

- Como se mencionó en la sección anterior, la estructura actual de rutas de buses es inusual. Esto puede deberse parcialmente a la ubicación dispersa de las terminales en las que cada operador (cooperativa) encontró un pedazo de tierra disponible.
- Como la urbanización continúa, se hace difícil para los operadores encontrar o mantener un espacio adecuado para la terminal de bus. Aún más, las terminales al lado de las vías, que a la fecha son 24, deberán ser retiradas en futuro próximo.
- Si se construyen terminales de bus integradas en un local apropiado, la mayoría de los operadores se verán beneficiados.

C. Racionalización de la Industria del Transporte Público

- Una vez se reorganice el servicio del transporte como se propone en la sección anterior, el Gobierno deberá tomar la iniciativa de construir nuevas terminales de buses como parte de su responsabilidad.
- El Gobierno también se beneficia por el monitoreo y control de la operación de buses.
- Afortunadamente, existe un organismo público llamado COMMEMA (Corporación Municipal de Mercados de Managua), la cual opera las terminales de bus (principalmente interurbanas) además de los mercados públicos. Sería ideal si COMMEMA expandiera su actividad y también cubriera las terminales en coordinación con el MTI.

2) Planificación

A. Ubicación de Terminales de Buses Públicos

- La mayoría de las terminales de bus son meramente términos de una ruta. Si todos los finales de ruta convergiesen en un número de terminales públicas, no solo causaría una inconveniencia intolerable a los pasajeros sino que también requeriría una inmensa inversión pública para la construcción de las mismas. Por lo tanto, no se recomienda acomodar todos los finales de ruta en el origen y destino de las terminales públicas a construirse.

- Actualmente hay 7 terminales de buses interurbanos en Managua de los cuales 5 están ubicadas adyacentes a los mercados públicamente operados por COMMEMA. Aunque buses urbanos utilizan 3 de estas terminales, su rol es mínimo debido al reducido espacio adjudicado a éstos. Así que, mientras que las terminales de buses interurbanas están relativamente bien organizadas con apoyo del sector público, la interconexión entre los servicios urbanos e interurbanos son insuficientes.
- Basado en lo anterior, se propone lo siguiente:
 1. Construir 6 terminales para buses públicos, una por cada una de las áreas servidas por el ramal (ver Figura 7.3.10). La ubicación propuesta es muestra en la Figura 7.3.11.
 - A. Mercado Oriental
 - B. Mercado San Judas
 - C. Mercado Virgen de Candelaria
 - D. Villa Flor
 - E. Sabana Grande
 - F. Ciudad Satélite Asososca

Las primeras tres (3) terminales se construirán paralelas al nuevo diseño o desarrollo y expansión de los mercados actuales.

2. Las terminales públicas propuestas acomodarán todos los servicios de bus; ejm: interurbanos (ordinario y expreso) y urbanos (ordinario, expreso, premium y ramal). El tamaño de las terminales públicas para bus se supone será de una (1) ha. como promedio (30 estacionamientos nocturno, o *camas*, y 30 espacios para estacionamiento transitorio).
3. Las terminales existentes de buses interurbanos deberán utilizarse al máximo. Sin embargo, las terminales operadas actualmente por COMMEMA deberán ser mejoradas y ampliadas a fin de acomodar distintos tipos de servicios de bus.
4. Cada operador o cooperativa de bus deberá pagar una tarifa por uso de terminal al operador de ésta (posiblemente COMMEMA), dependiendo de las facilidades usadas y del número de salidas. Los cobros por terminal, sin embargo, deberán fijarse algo bajas (particularmente en el caso de buses urbanos), debido a que el mercado por sí mismo los beneficia por la concentración de pasajeros.

B. Fases en la Construcción de Terminales de Bus Públicas

- Corto Plazo: Mercado Oriental

Esta se necesita urgentemente. Actualmente el Mercado Oriental es la mayor fuente de generación y atracción de viajes. Un gran número de buses se concentran en esta área y la vuelta del circuito se dispersa en la amplitud de este mercado, principal razón en la confusión del tráfico de esta área. Se presume que 2 ó 3 terminales públicas de bus distantes una de otra, se necesitan en este sector. Sin embargo, esto dependerá del diseño y nuevo desarrollo del mercado.

- Mediano Plazo: Mercado San Judas y Mercado Virgen de Candelaria.

Estas dos terminales están adentro o fuera de los mercados. Las terminales y mercados usualmente son dependientes uno del otro. Cuando los mercados se renuevan y amplían, lo cual se considera una medida inevitable debido al

crecimiento de que la población, la propuesta de las terminales públicas deberán ser tomadas muy en consideración, preferiblemente por COMMEMA.

- Largo Plazo: Villa Flor, Sabana Grande y Ciudad Satélite Asososca.

Estas tres terminales deberán construirse de acuerdo a la futura urbanización y desarrollo de los mercados.

C. Costos de Construcción de las Terminales

- Utilizando la unidad de costos de US\$0.75 millones/ha basados en el calcul sobre el costo de la recién construida terminal de buses interurbanos en el Mercado de Mayoreo (ver Apéndice 7), los costos de las terminales propuestas se estima como se indica a continuación:

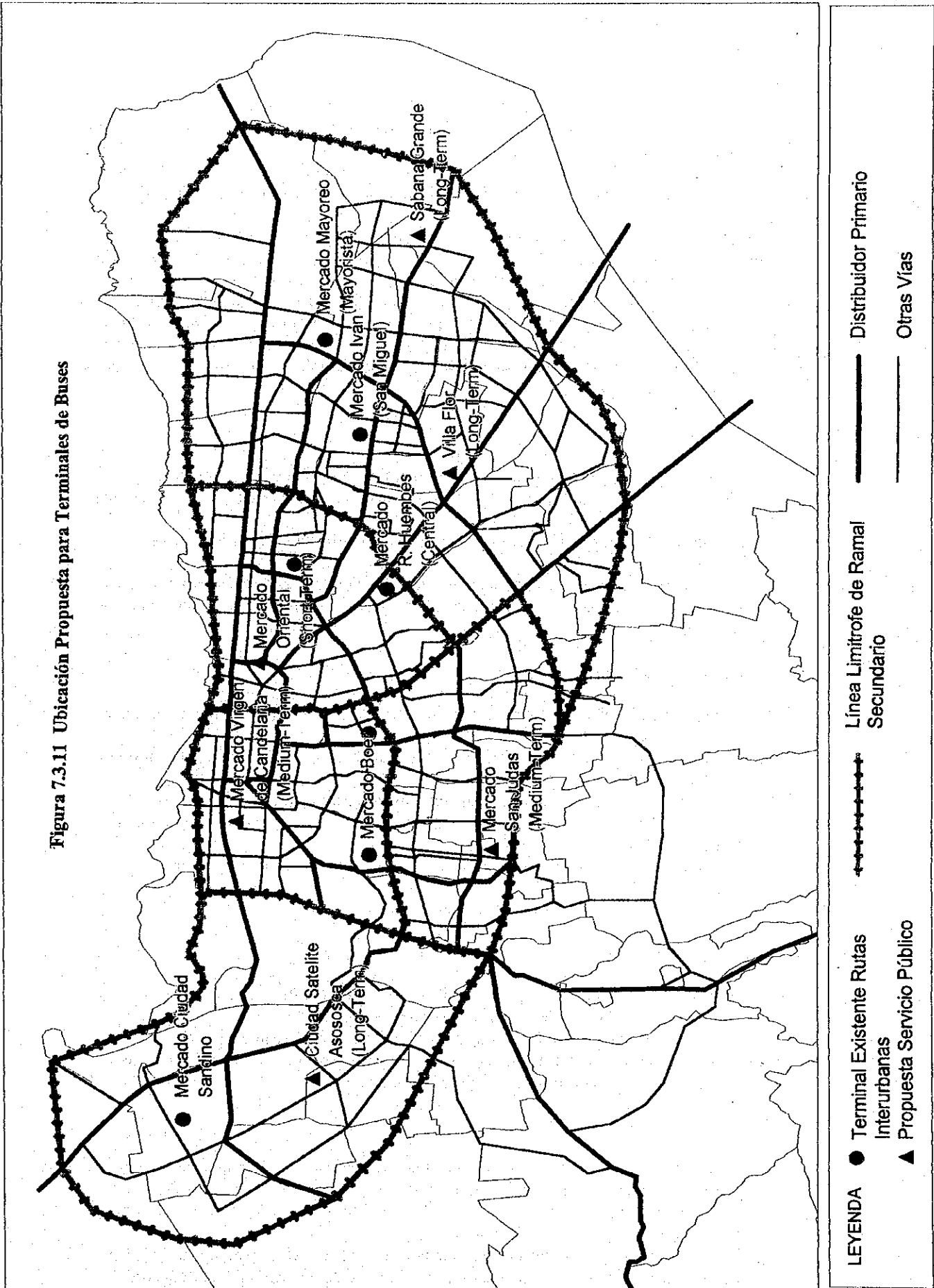
Corto Plazo	Mercado Oriental (1 ha. x 2)	US\$1.50 millones
Mediano Plazo	Mercado San Judas (1 ha)	0.75
	<u>Mercado Virgen de Candelaria (1 ha.)</u>	<u>0.75</u>
	Sub-Total	1.50
Largo Plazo	Villa Flor (1 ha.)	0.75
	Sabana Grande (1 ha.)	0.75
	<u>Ciudad Satélite Asososca (1 ha.)</u>	<u>0.75</u>
	Sub-Total	2.25
	Total	US\$5.25 millones

Los costos estimados anteriormente no incluyen la compra de tierra. Si se incluye, los costos a mediano plazo se elevarán en casi US\$0.2 millones y a largo plazo en casi US\$0.15 millones. Se recomienda que el Gobierno adquiera la tierra mientras está barata.

- La construcción de terminales públicas para buses parece ser autofinanciable a juzgar por los siguientes cálculos hipotéticos:

Costo de Construcción (1 ha.)	<u>US\$0.75 millones</u>
Utilidad por cobro de Terminal	<u>US\$0.23 millones/año</u>
Supuesto	C\$5/salida (promedio)
No. de Estac. Nocturnos(cama)	30
No. de salidas/cama/día	50
No. de días operando/año	310
Nota:	Cobros de Terminal por salida de bus interurbano es de C\$25-30 actualmente (Mercado Mayoreo, hacia Matagalpa)

Figura 7.3.11 Ubicación Propuesta para Terminales de Buses



7.4 Manejo Mejorado de Tráfico

7.4.1 Generales

Como ya se analizó en capítulos anteriores, en el sistema de transporte urbano actual de Managua, existe una variedad de problemas. Afortunadamente, la magnitud y seriedad de los problemas no son aún tan sobresalientes como se ha visto en otras ciudades del mundo. Esto no es solamente debido a la más pequeña escala de actividades en Managua sino al alto nivel de infraestructura relativamente alta y a la buena disciplina del Gobierno y del ciudadano.

No obstante, se prevé que la situación del tráfico muy pronto será seria a manera que la economía vaya creciendo y que la disciplina de las personas puedan desgastarla si no se toman acciones bien planificadas. Este es el momento para que el Gobierno lance nuevas acciones para prevenir tal degradación. Sin embargo, la planificación preventiva es difícil de implementarse debido a las pocas fuentes de financiamiento. Bajo estas circunstancias, el papel del manejo de tráfico es muy importante puesto que básicamente intenta hacer uso máximo de la infraestructura existente sin gran cantidad de inversión. El perfil de las acciones propuestas son las siguientes:

I. Acciones Inmediatas

1. Mejorar las facilidades existentes como el mal funcionamiento de las señales.
2. Concentrarse en medidas efectivas y menos costosas para mejorar la seguridad del tráfico.
3. Fortalecer la capacidad institucional en la planificación, administración y su aplicación.
4. Hacer consciencia de la necesidad del manejo del tráfico (particularmente en el control de carros privados) e incrementar la tasa del impuesto de consumo de combustible.

II. Acciones a Corto Plazo

1. Concentrarse en medidas efectivas y poco costosas para el mejoramiento de la calidad del transporte.
2. Actualizar las facilidades existentes enfatizando el mejoramiento del transporte público.
3. Fortalecer el control de parqueos y mejorar las vías peatonales.
4. Designar el área de prioridad para el transporte público y empezar a controlar el tráfico privado.
5. Incrementar el precio de los carros por medio del incremento del impuesto de importación.
6. Identificar las rutas recomendables de los camiones.

III. Acciones a Mediano Plazo

1. Actualizar y modernizar las facilidades de control del tráfico en respuesta a la creciente demanda del sistema de tráfico y transporte público.
2. Extender el manejo del tráfico para cubrir las nuevas áreas urbanizadas.
3. Mejorar la amplia área de manejo del tráfico con relación a las carreteras secundarias.
4. Designar más áreas prioritarias de transporte público.

IV. Acciones a Largo Plazo

1. Actualizar las intersecciones congestionadas de acuerdo a la jerarquía de carreteras (paso a desnivel, de intercambio, etc.)
2. Desarrollar caminos para peatones/bicicleta en áreas de mayor turismo, cultura y recreación.
3. Conducir estudios sobre las posibles medidas de precio (ADT) para el mejoramiento de la situación del tráfico y coleccionar fondos para el sistema mejorado de transporte.
4. Designar rutas de camiones.

7.4.2 Mejoramiento de Intersecciones

(1) Lineamientos

A. Tipo de Intersección

El tipo de intersección se determina básicamente por el volumen de tráfico, el cual cambia de acuerdo al crecimiento económico, urbanización y las medidas actuales de control de tráfico. En este Estudio, el tipo de intersecciones en Managua se determina basado en la jerarquía funcional de las carreteras tal como lo muestra la Tabla 7.4.1.

Tabla 7.4.1
Tipo de Intersección Deseable

Jerarquía de la Carretera	Travesía	Distribuidora Primaria	Colectora Primaria	Colectora Secundaria	Calle Local
Travesía	IC	IC/GS	GS	NA	NA
Distribuidora Primaria	--	SI(GS/RA)	SI (RA)	SI	SI
Colectora Primaria	--	--	SI	SI	SI
Colectora Secundaria	--	--	--	SI	AG
Calle	--	--	--	--	AG

Nota:

IC = Intercambio
SI = Señalización
AG = A Nivel

GS = Separación a desnivel
RA = Rotonda
NA = No Acceso

B. Semáforos vs. Rotonda

Actualmente existen cinco(5) rotondas en Managua y se planean hacer algunas otras. Sin embargo, la construcción de rotondas necesita de una investigación cuidadosa. En la Tabla 7.4.2 se comparan los semáforos y las rotondas.

Tabla 7.4.2
Comparación entre Semáforos y Rotondas

	Semáforos	Rotonda
Capacidad	• Relativamente alta.	• Relativamente poca.
Tiempo de Demora	• Largo tiempo perdido debido a las paradas obligatorias cuando el volumen de tráfico es bajo. • Demora relativamente igual por dirección cuando el volumen de tráfico es alto.	• Poca demora cuando el volumen de tráfico es bajo. • Cuando el volumen de tráfico es alto, la demora puede ser extremadamente diferente según la dirección.
Cóordinado o Area de Control	• Fácil de aplicar (es necesario el mejoramiento y actualización).	• Dificultad para aplicar.
Duración	• Sujeto a mantenimiento y abastecimiento de energía.	• Alto.
Seguridad en el Cruce Peatonal	• Fácil de asegurar.	• Dificultad.
Espacio	• Poco	• Grande (pero fácil para hacer separación a desnivel)
Jardinería		• Puede ser monumental o punto de atracción.

La comparación entre semáforos y rotondas se discute un poco más en el Anexo 5. Actualmente en Managua, donde la demanda de tráfico no es todavía muy alta y el abastecimiento de energía es inestable, las rotondas son más atractivas comparadas con el semáforo. No obstante, el semáforo es, por lo general, considerado más deseable tomando en cuenta su capacidad, flexibilidad (ajustable) y aplicación de control tecnológico. En conclusión, la construcción de rotondas puede ser considerada para los lugares que satisfagan las siguientes condiciones:

- Disponibilidad de espacio de tierra.
- Demanda de tráfico relativamente baja.
- Uso del suelo no muy denso.
- Más bien independientes de otras intersecciones

En este Estudio, se proponen nuevas rotondas en relación al Corredor del Transporte Público.

C. Efecto de Coordinación/Área de Control

Comparado al semáforo convencional pre-cronometrado, el semáforo moderno es eficiente con el mecanismo dinámico que cambia las fases de acuerdo al volumen de tráfico monitoreado. Además, si es coordinado en consistencia con los semáforos adjuntos sobre la misma carretera o en la misma área, el total de eficiencia sería mejorada grandemente. El siguiente cálculo es hipotético pero representa la situación típica de Managua.

<u>Beneficio Económico del Control Coordinado de Cinco (5) Semáforos Consecutivos Controlados Independientemente</u>	
• Carretera	: Carretera de 4-carriles (2 carriles x 2 direcciones)
• Volumen de Tráfico	: 30,000 vehículos/día en ambas direcciones
• Prom. Luz Verde	: 60 segundos (ciclo de 100 segundos)
• Total Tiempo de Demora:	
	$20 \text{ seg.} \times 5 \text{ semáforos} \times 30,000 \times 310 \text{ días}$ $= 930 \text{ millones de seg.}$ $= 252 \text{ mil horas}$
• Total Tiempo de Demora cuando es coordinado:	
	$252 \text{ mil horas} \times 0.4 \text{ (asumiendo 2 paradas promedio)}$ $= 103 \text{ mil horas}$
• Total Ahorro en Tiempo Anual (asumiendo C\$13/vehículos-hora)	
	$(252-103) \text{ mil horas} \times \text{C}\13 $= \text{C}\$2.0 \text{ millones (por año)}$

En tal caso, el beneficio económico por medio del control coordinado es más alto y la inversión inicial podría ser recuperada en el primer año de operación. Esto debería ser implementado tan pronto como las fuentes financieras sean disponibles.

(2) Planificación

A. Mejoramiento y Desarrollo de Intersecciones

La Figura 7.4.1 muestra el Plan Maestro para el mejoramiento y desarrollo de intersecciones. Esta propuesta incluye los siguientes componentes:

- **Mejoramiento de Señales Existentes**

Actualmente en Managua existen 58 intersecciones señalizadas con semáforos. Como ha sido analizado en el Apéndice 5, en la mayoría de los casos estos semáforos están pre-cronometrados y sus fases no han sido ajustadas al incremento del tráfico. Además, algunas de estas se consideran que ya están saturadas aún después de los ajustes de las fases. En este caso, también tienen que ser mejorados por medio de modificaciones geométricas menores.

Por lo general, el poco mejoramiento de las intersecciones incluyendo el ajuste de las fases, conlleva al beneficio económico debido al bajo costo de éste. Se recomienda lo siguiente para acción inmediata:

1. Encuesta de conteo de tráfico en las 58 intersecciones señalizadas (por dirección, tipo de vehículo, por 3 días, en hora pico).
2. Análisis de Intersecciones.
3. Ajuste de las fases.
4. Mejoramientos geométricos menores para las intersecciones críticas.

- **Señalización**

Para el 2018 deben ser señalizadas un total de 259 intersecciones. Aunque esto incluye 58 semáforos existentes, se asume que todos los semáforos deben ser modernizados (ejm: activados y semi-activados).

- **Paso a Desnivel**

En relación a la Travesía propuesta, 10 intersecciones deben ser a Paso de Desnivel. Además, 6 intersecciones de Distribuidoras Primarias donde el volumen de tráfico excediera su capacidad deben ser a paso desnivelado. Esto no incluye el paso a desnivel del busvía propuesto en relación con el Corredor de Transporte Público.

- **Rotondas**

Además de las 5 rotondas existentes, se proponen 5 nuevas sobre la Carretera Norte y Pista Sabana Grande en relación al Corredor de Transporte Público propuesto. Cuando el volumen de tráfico se incremente, pueden ser necesarios semáforos adicionales en estas intersecciones.

- **Control Coordinado de Semáforos**

4 secciones de carreteras que tienen una serie de semáforos en corta distancia están propuestas para tener control coordinado de semáforos.

B. Fases y Planes

- La Tabla 7.4.3 muestra la cantidad de proyectos propuestos para periodos planificados. La Figura 7.4.2 muestra gráficamente las fases de lo propuesto. Esto es determinado de acuerdo al Plan Maestro del Desarrollo de Vías.

Figura 7.4.1 Plan Maestro de Desarrollo y Mejoramiento de Intersecciones

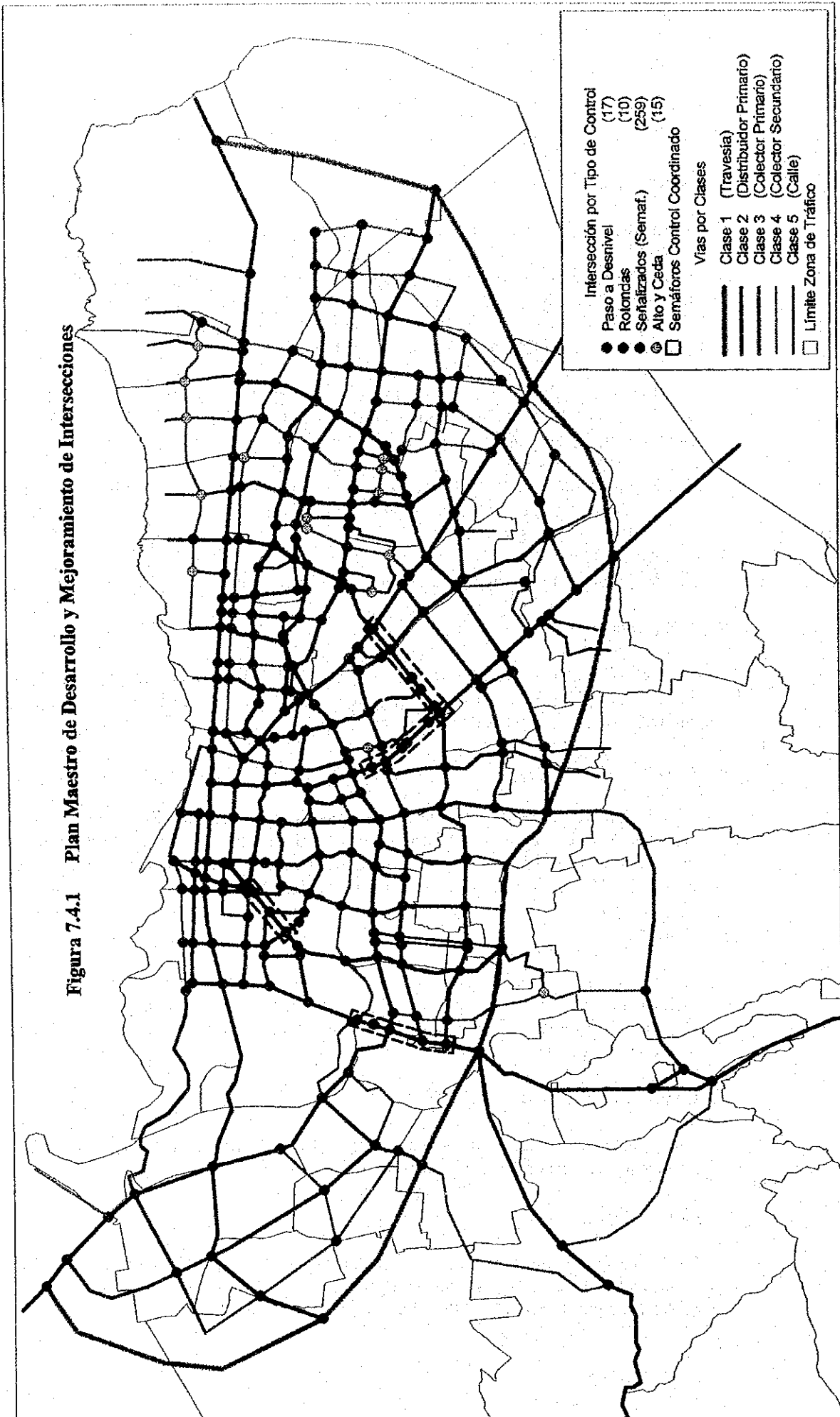


Figura 7.4.2 Etapas para el Desarrollo y Mejoramiento de Intersecciones

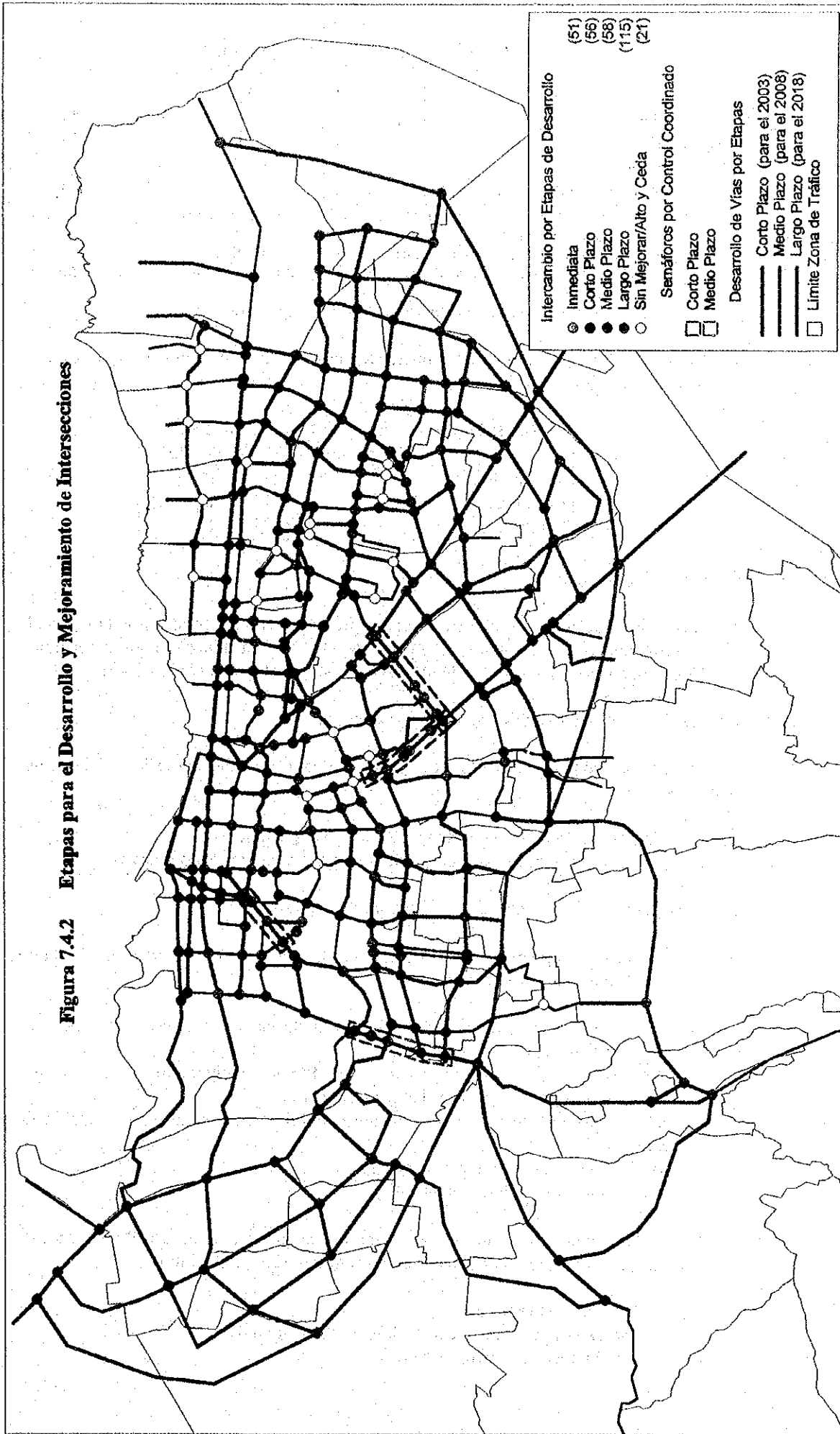


Tabla 7.4.3
No. de Proyectos para Periodos Planificados

	Inmediato	Corto	Mediano	Largo	Total
Mejoramiento*	58	0	0	0	58
Paso a Desnivel**	0	2	6	8	16
Rotonda***	0	2	1	2	5
Señalización****	0	107	51	105	263
Semáforos con Control Coordinado	0	3	1	0	4

Nota: * Mejoramiento de señales existentes, incluyendo encuesta de conteo de tráfico, mejoramiento geométrico menor, etc.

** Incluyendo una intersección con semáforos en cada fase planificada.

*** Incluyendo intersecciones existentes con semáforos, dos en el Corto plazo, una en el Mediano y Largo plazo.

**** Corto plazo Incluyendo la modernización de 55 semáforos existentes.

- Como resultado, el número de intersecciones por tipo de control será como lo muestra la Tabla 7.4.4.

Tabla 7.4.4
No. de Intersecciones por Tipo de Control

	Existente	2003	2008	2018
Paso a Desnivel	1	3	9	17
Rotondas	5	7	8	10
Semáforos	58	107	156	259

C. Costo del Proyecto

- La Tabla 7.4.5 muestra el costo estimado de los proyectos propuestos por periodo planificado. El costo total es alrededor de US\$70.1 millones. La participación a Corto Plazo es un 25%, el Mediano Plazo de 34% y el Largo Plazo de 40%.

7.4.3 Desarrollo de Espacio para Peatones y Bicicletas

Esta sección propone el desarrollo de espacio peatonal y bicicletas desde los siguientes puntos de vista:

1. Mejoramiento de la seguridad de tráfico para peatones.
2. Promover las caminatas y el uso de bicicletas para propósito recreativo.

A. Mejoramiento de Seguridad de Tráfico para peatones.

- La seguridad para peatones será mejorada grandemente por medio de las siguientes medidas propuestas anteriormente:
 - Construcción y ampliación vial, particularmente en las secciones de embotellamiento.
 - Desarrollo de Corredores de Transporte Público incluyendo cruces, puentes peatonales y señales de prioridad para el peatón.
 - Nuevo servicio de ramal de transporte público que reduzca la distancia de caminatas.
 - Mejoramiento de terminales de autobuses.
 - Mejoramiento de intersecciones.
- En este momento, como una acción inmediata, se propone el desarrollo de cruce de peatones con instalación de señales en los siguientes puntos críticos:
 - Bo. Las Piedrecitas
 - Mercado Iván Montenegro (Mercado San Miguel)
 - Las Mercedes (Carretera Norte)

Tabla 7.4.5 Costo Estimado para el Mejoramiento y Desarrollo de Intersecciones

	No. de Piernas	No. Carriles		Costo Unit. (000 US\$)	No. de Intersecciones				Costo (000 US\$)					
		Princ.	Cruce		Inmed.	Corto	Med.	Largo	Inmed.	Corto	Med.	Largo	Total	
1. Mejoramiento*				1.0	58				58	0	0	0	58	
2. Paso a Desnivel**	3	6	6	3,109.2		1			0	3,109	0	0	3,109	
		6	4	3,103.8			1		0	0	3,104	0	3,104	
		4	4	2,143.8				4	0	0	0	8,575	8,575	
	4	6	6	3,153.4		1	1		0	3,153	3,153	0	6,307	
		6	4	3,140.4			4	2	0	0	12,562	6,281	18,842	
	4	4	2,180.4				2	0	0	0	4,361	4,361		
	Sub-Total				0	2	6	8	0	6,263	18,819	19,217	44,298	
3. Rotonda ***		14		750.0				1	0	0	0	750	750	
		18		950.0				1	0	0	0	950	950	
		20		1,050.0		1			0	1,050	0	0	1,050	
		22		1,150.0		1	1		0	1,150	1,150	0	2,300	
	Sub-Total				0	2	1	2	0	2,200	1,150	1,700	5,050	
4. Señalización ****	a. Incl. Mejoramiento Geométrico	3	4	4	93.7		4			0	375	0	0	375
			4	2	75.0		6	1		0	450	75	0	525
		4	4	4	138.1		6			0	829	0	0	829
			4	2	94.2		3			0	283	0	0	283
	b. Sólo Sist. de Señal	3	6	6	73.9				1	0	0	0	74	74
			6	4	73.9		16	3	5	0	1,182	222	370	1,774
			6	2	56.6		5	9	7	0	283	509	396	1,189
			4	4	71.7		5	3	11	0	359	215	789	1,362
			4	2	56.8		10	7	25	0	568	398	1,420	2,386
			2	2	46.9				10	0	0	0	469	469
		4	6	6	106.2		8	5		0	850	531	0	1,381
			6	4	104.0		21	4	1	0	2,184	416	104	2,704
			6	2	69.0		6	8		0	414	552	0	966
	4	4	101.0		9	9	22	0	909	909	2,222	4,040		
	4	2	69.0		8	2	19	0	552	138	1,311	2,001		
	2	2	54.4				4	0	0	0	218	218		
	Sub-Total				0	107	51	105	0	9,237	3,965	7,372	20,573	
5. Control Coordinado de Semáforos (Sólo costo adicional)				8.0		15	4	1	0	120	32	8	160	
Costo Total									58	17,819	23,966	28,297	70,139	

Nota: * Mejoramiento de semáforos existentes, incluyendo la encuesta de conteo de tráfico, análisis, mejoramiento geométrico menor, etc.

** Incluyendo una intersección señalizada en cada fase planificada.

*** Incluyendo intersecciones señalizadas, dos en el Corto plazo, una en el Mediano y otra en el Largo plazo.

**** El Corto plazo incluye la actualización de 55 semáforos existentes.

El costo de los proyectos arriba mencionados será de US\$0.15 millones.

B. Promover Caminatas y Uso de Bicicletas

- Es importante para Managua cultivar el hábito de caminar más y el usar las bicicletas para la salud y recreación.
- La Figura 7.4.3 muestra las vías para bicicletas y peatonales propuestas con propósito recreativo. La vía para bicicletas es de unos 40 km. que conecta paisajes, lagos, zonas culturales y recreativas y universidades, mientras que la vía peatonal propuesta es de unos 5 km. a lo largo de la costa del Lago de Managua y del eje Norte-Sur de la vieja área del CND y universidades a través de Tiscapa.
- Este plan es propuesto como acción a Largo Plazo porque la línea costera del Lago de Managua y las vías acuáticas en las zonas construidas necesitan ser limpiadas y ampliación de las vías. El costo total sería de unos US\$10 millones incluyendo ornamento y elementos complementarios de vía.

7.4.4 Administración de la Demanda de Transporte (ADT)

1) Necesidad del ADT

Muchas grandes ciudades del mundo sufren del congestionamiento del tráfico. Como lo indica el “círculo vicioso” de la Figura 7.4.4 donde el embotellamiento es un problema difícil de resolver. El círculo vicioso muestra que con un congestionamiento de tráfico los autobuses o cualquier otro sistema de transporte colectivo viene a ser lento y no confiable, incentivando al usuario para que se cambie a vehículos privados y obtener mejores niveles de servicios. Esto resulta en que las tarifas del transporte colectivo se incrementen para poder nivelar el ingreso, lo cual baja aún más el nivel de servicio del transporte y produce mayores transferencias de recorridos para transporte privado.

Figura 7.4.4
Círculo Vicioso de Congestión de Tráfico

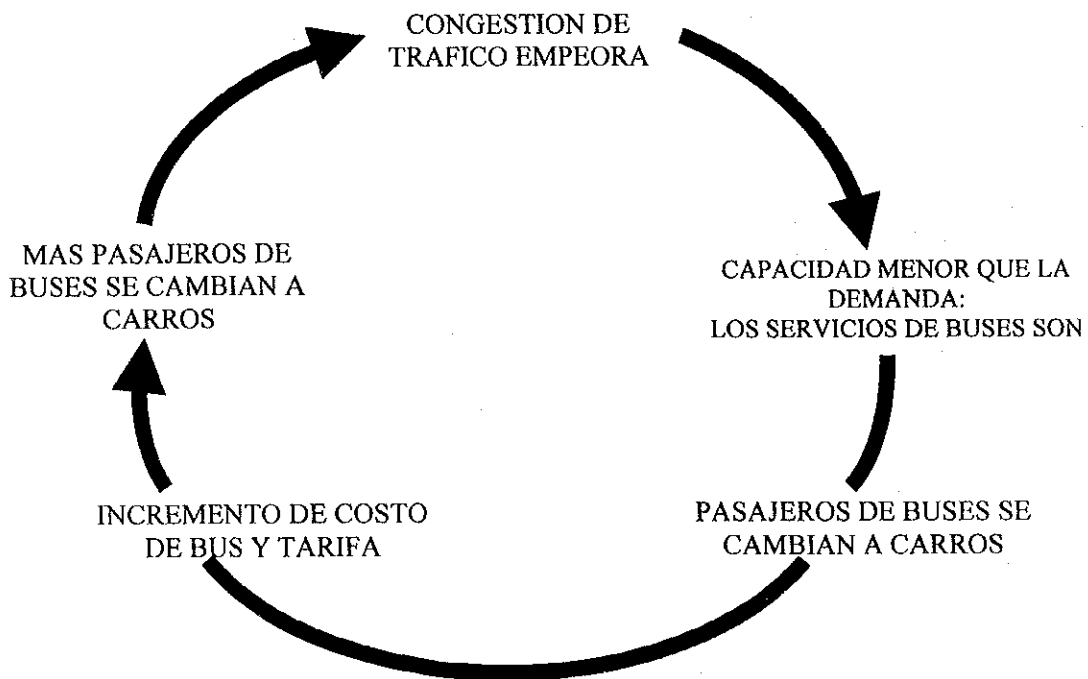
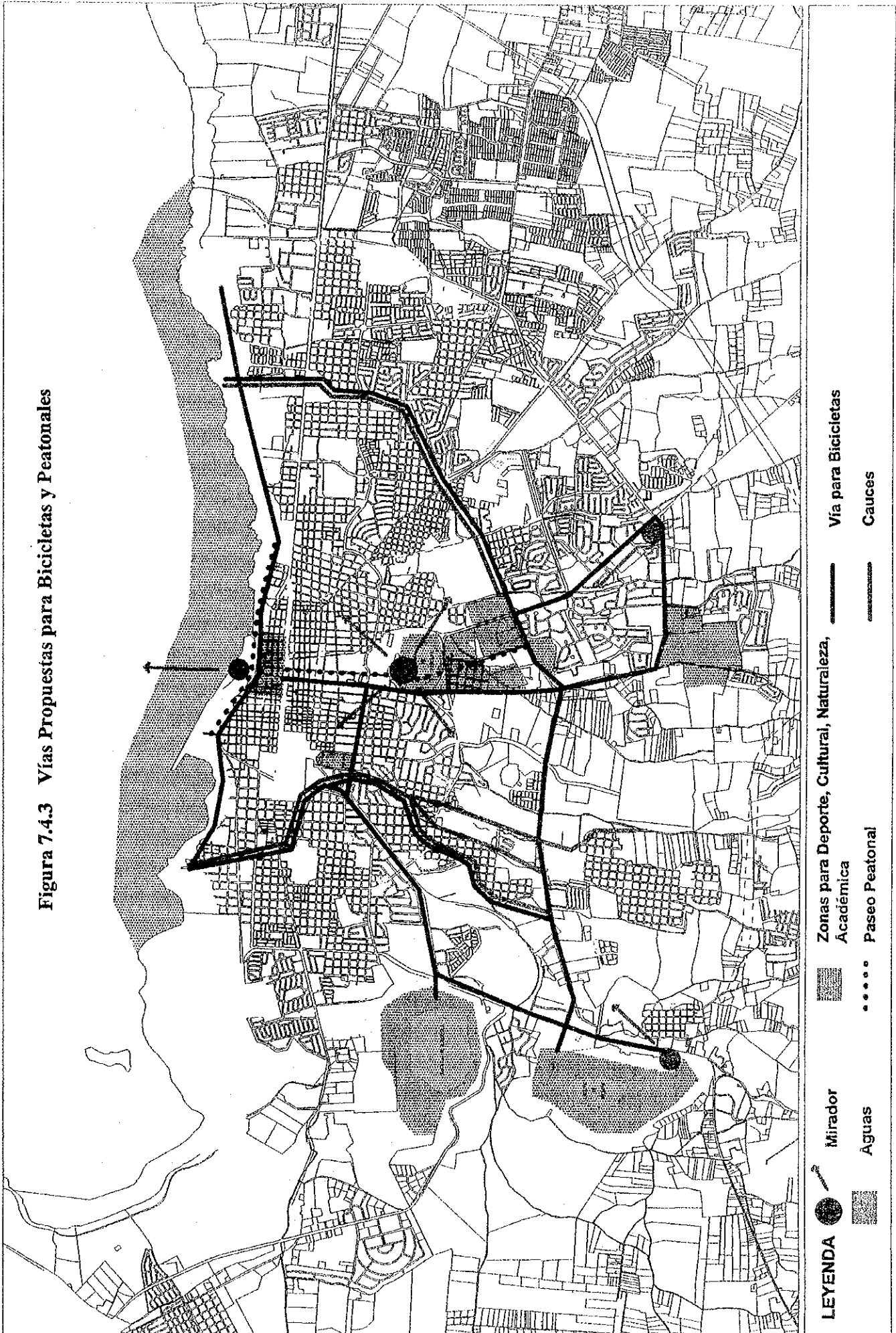


Figura 7.4.3 Vías Propuestas para Bicicletas y Peatonales



Convencionalmente, el método de reducción del congestionamiento del tráfico ha sido para aumentar la capacidad de la red vial por medio de la construcción de nuevas vías. Sin embargo, el aprovisionamiento de infraestructura ha fracasado por darle paso a la siempre creciente demanda vial. En otras palabras, se ha mostrado a través del mundo que es difícil, pero no imposible, resolver el congestionamiento del tráfico solamente por el lado del suministro. Por lo tanto, se ha dado más atención a la administración de la demanda del tráfico por medio de la aplicación de técnicas (mostradas en la Tabla 7.4.6) de la demanda de tráfico (por ejemplo, ADT).

El objetivo principal de las técnicas de la ADT es usar el espacio de la vía más efectivamente para incentivar el balance y de esa manera aliviar la congestión de tráfico y por consiguiente se reduce el tiempo de viaje (por ejemplo: mejorar el nivel de servicio de las vías). Existe otra razón que hace que las medidas de la ADT sean más atractivas. Esta es, la posibilidad de obtener ingresos que pueden ser invertidos en la infraestructura de transporte para proveer mejor servicio a los usuarios de las vías.

2) Oportunidades de Aplicación de las Medidas de la ADT en Managua

A. Area Prioritaria para el Transporte Público

- Esta es propuesta con la intención de dar prioridad al transporte público por medio del control de movimiento de los vehículos privados. Este es particularmente importante en las áreas de terminales de autobuses. Puesto que las terminales de autobuses existentes se encuentran, generalmente, ubicados en las áreas de los mercados y las nuevas terminales de autobuses públicos son propuestas para estar en conexión al desarrollo de mercados, las Areas Prioritarias de Transporte Público tienen los siguientes efectos:

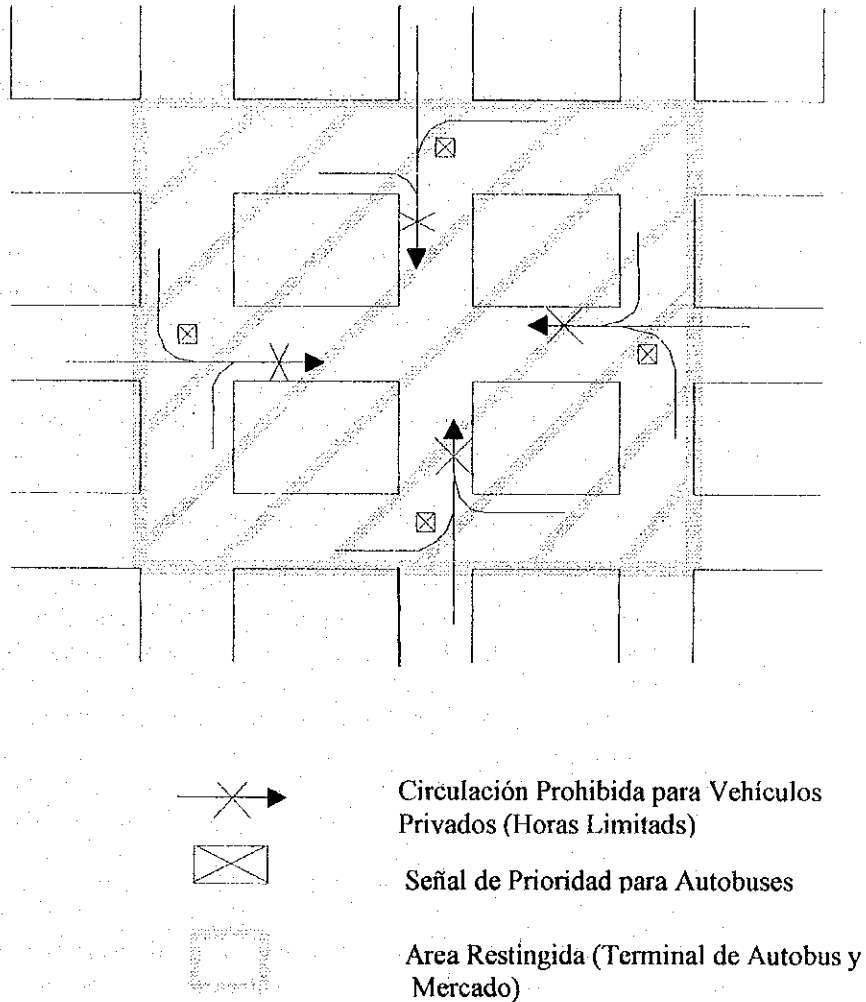
Tabla 7.4.6
Técnicas ADT

Técnica	Descripción	Ciudades/Países donde se Implementaron
Restricciones de Tráfico para áreas residenciales	Se usan los controles de parqueo sobre la calle, cierre de calles, resaltos, eliminación de bordillos, etc., para mejorar el ambiente residencial.	Copenhagen, Holanda, (Harlem, Delft, Enschede, Suiz (Vasteras).
Sistema numérico de licencia-placa	No se permite el acceso de vehículos con placas impares a las áreas controladas durante los días laborables y los vehículos con placas pares no se les permite la entrada en áreas controladas para días pares.	Nigeria (Lagos), Seúl, Grecia (Atenas).
Congestionamiento Planificado	Se aplican restricciones de capacidad y demoras utilizando semáforos para realizar congestiónamiento planificado.	Nagoya, Nottingham, Ottawa - Carleton.
Sistema de celda de Tráfico	División de una área urbana en zonas que sólo son accesibles por medio del transporte público o por rutas de circuito. Se usan calles peatonales para prevenir la circulación del tráfico a través de un área.	Gothenburg, Besancon, Dijon, Nottingham, Groniger Delft, Génova, Nagoya, Bremen, Ottawa.
Zona de restricción de autos en CND	Zonas donde los automóviles son totalmente eliminados; un sistema nuevo de circulación para buses, peatones, taxis y camiones de carga con prioridad dada a los autobuses.	Boston.
Area de pago por permiso/embotellamiento	Los vehículos son multados por entrar a un área congestionada durante las horas picos, excluyendo a vehículos públicos y de emergencia.	Singapur.
Restricción por propiedad de vehículos	La propiedad de vehículos es bloqueada por medio del alto impuesto de importación, compra, pago de registro de vehículo y pago anual de licencia.	Hong Kong, Seúl
Impuestos al usuario	El uso de vehículo es restringido por medio de imposición de impuestos en el combustible, llantas, repuestos, etc., además del costo de operación con relación a la distancia de viaje.	Seúl
Puertas de peaje de Cordón	Puertas de peaje instaladas en cordones alrededor de áreas controladas	Bristol, Bergen
Peajes ubicados en lugares específicos para controlar los movimientos	Se colocan control de peaje en lugares específicos como túneles y puentes para controlar movimiento.	New York, Southampton, Seúl, Hong Kong.
Calles peatonales	Se seleccionan calles para evitar el ingreso de vehículos para incentivar el uso y seguridad peatonal y un ambiente agradable.	UK (Londres, Nottingham, Glasgow, Norwic Liverpool, Leeds, Durham coventry), Alemania (Main: Munich Stovede, Essen, Stuttgart, Cologne Dusseldorf Hanover, Frankfurt), Francia (París, Besancon), US (Boston, Minneapolis, Madison, Minnesota, California Holanda (Hague, Gronigen), Copenhagen, Brusela Ottawa, Tokio, Roma, Génova, Viena, Gothenburg.
Calles peatonales	Los peatones y autobuses comparten el espacio de vía para reducir la congestión del tráfico y para promover un ambiente agradable	Alemania (Trier), UK (Derby, Londres, Leeds).

Fuente: H.C. Park, "Administración de la Demanda del Transporte: Algunas Técnicas Posibles de Bangkok", Tesis de Maestría, Instituto Asiático de Tecnología (AIT), 1989; adaptado.

1. Mejoramiento del congestionamiento de tráfico en los alrededores de terminales de autobuses y mercados.
 2. Mejoramiento del ambiente de compras.
- El concepto de esta propuesta se muestra en la Figura 7.4.5. Cuando la restricción es implementada en consistencia con la renovación o desarrollo de terminales de autobuses y mercados, el área vendría a ser un "centro comercial de tránsito" el cual ha sido implementado exitosamente en varias ciudades. Además, el tiempo de restricción debe estar limitada a no obstaculizar las actividades de carga y descarga, entrega, etc., (por ejemplo de las 7:00-19:00)

Figura 7.4.5
Concepto de Área Prioritaria de Transporte Público



- Las áreas propuestas se muestran en la Figura 7.4.6. El costo de este proyecto se calcula en US\$2.2 millones para 11 áreas (US\$0.2 millones por área asumiendo 4 semáforos adicionales e instalación).

Corto Plazo	Mercado Oriental	US\$0.2 millones
Mediano Plazo	Mercado Ciudad Sandino	0.2
	Mercado Boer	0.2
	Mercado San Judas	0.2
	Mercado Virgen de Candelaria	0.2
	Mercado Roberto Huembes	0.2
	Mercado Mayoreo	0.2
	<u>Mercado San Miguel</u>	<u>0.2</u>
	Sub-Total	1.4
Largo Plazo	Villa Flor	0.2
	Sabana Grande	0.2
	<u>Ciudad Satélite Asososca</u>	<u>0.2</u>
	Sub-Total	0.6

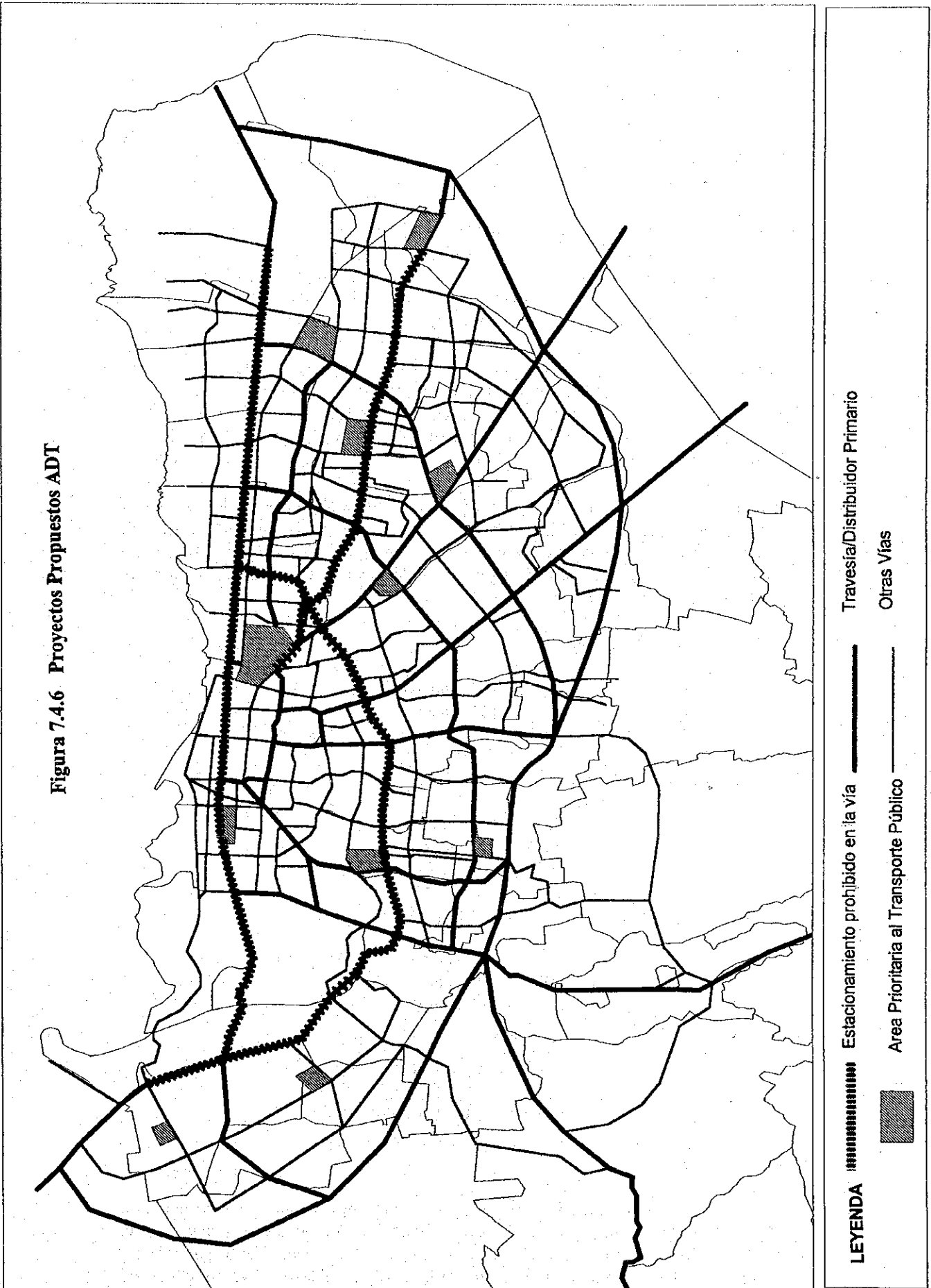
B. Area Prohibida para el Parque Sobre la Carretera

- El parqueo sobre las carreteras ya esta prohibido en algunas carreteras principales de Managua. Sin embargo, como lo revela la encuesta de inventario de carreteras conducida por este Estudio, la restricción no siempre se cumple.
- Las Areas Prohibidas para parqueo sobre carreteras intenta reforzar esta restricción en los Corredores diseñados para el Transporte Público. Es necesario el monitoreo continuo y la aplicación estricta.

C. Incremento al Impuesto de Consumo de Combustible

- Incrementar la tasa del impuesto sobre el consumo de combustible, es una medida del ADT que no incentiva el uso de vehículos. Actualmente, esto esta propuesto por el MTI (apoyado por BM, BID y otras organizaciones internacionales) para crear el Fondo de Mantenimiento Vial. El objetivo principal de este fondo es asegurar los recursos financieros para el mantenimiento de la red nacional cuyo costo es enorme.
- El potencial de ingreso de esta medida del ADT se calcula de unos US\$10 millones en 1998 y US\$40 millones en el 2018 suponiendo una tasa de incremento del 10%.
- Este Estudio también apoya esta propuesta por las siguientes razones:
 1. En principio, el costo del mantenimiento vial debe ser sostenido por los beneficiarios. El beneficio de los usuarios de las vías, los que usan las vías mantenidas, es más elevado que lo que pagan.
 2. Aunque la tasa de incremento del consumo del combustible conlleve el costo de carga y el transporte público parcialmente, el impacto será más fuerte para los usuarios de vehículos privados quienes pagan el costo de su propio bolsillo.
 3. El presupuesto del Gobierno es extremadamente insuficiente para cubrir las necesidades del mantenimiento vial.
- El único problema de esta propuesta es que el impuesto para el consumo de combustible es un impuesto nacional y la asignación del fondo para Managua, no esta garantizado. El hecho que la porción de Managua en cuanto al consumo de combustible es algo alto (principalmente por vehículos livianos que dañan menos

Figura 7.4.6 Proyectos Propuestos ADT



las carreteras), debe ser tomado en consideración razonablemente para la asignación de dicho fondo.

D. Incremento del Impuesto para la Importación de Vehículos

- El objetivo principal de este incremento en la tasa para el impuesto en la importación de vehículos, es desalentar a los propietarios de vehículos como también incrementar los fondos públicos.
- Como se mencionó en la Sección 6.2, el precio de los vehículos en Managua es considerablemente bajo comparado con el nivel internacional. El Estudio propone incrementar el actual impuesto de importación de vehículos para que el precio al por menor suba al 20%. Este es un nivel comparable con la Ciudad de México en 1998 el cual es aun más bajo que muchos otros países.
- El potencial de ingreso por medio de esta medida del ADT es alto; unos US\$30 millones en 1998 y US\$120 millones en el 2018 (ver Sección 6.2). Aunque este es un impuesto nacional, un porcentaje considerable (ejemplo 1/4 ~ 1/3) debe ser para la infraestructura de transporte de Managua puesto que la mayor parte de este ingreso viene de Managua.
- Esta medida del ADT también tiene un gran impacto en el transporte de Managua y la situación del tráfico. Basados en la prueba sensitiva usando el modelo de división modal y el modelo de asignación del tráfico, los siguientes efectos se observaron comparados con el caso base (Sin carretera de peaje y Corredor de Transporte Público, ver Tabla 7.2.5):

1. Propiedad de Vehículos

2003: 4.1% menos
2008: 4.9% menos
2018: 7.5% menos

2. Porción Modal Pública

2003: 3.0% arriba
2008: 3.3% arriba
2018: 5.2% arriba

3. Relación del Promedio de Volumen/Capacidad

2003: 0.06 abajo
2008: 0.06 abajo
2018: 0.08 abajo

4. Promedio de Velocidad del Viaje

2003: 1.4 km/h arriba
2008: 1.4 km/h arriba
2018: 2.7 km/h arriba

E. Precio a la Vía

- El precio a la Vía (o pago por congestión) ha sido implementado exitosamente en algunas ciudades como Singapur, Oslo y Trondheim. Aunque, a la misma vez, la propuesta para la tarifa de carreteras ha sido rechazada en algunas otras como Hong Kong y Londres, mientras que en la mayoría de otras ciudades están en actitud de “esperar a ver que pasa”.

- El problema inherente del precio a la vía es la dificultad para alcanzar un consenso social particularmente con relación al ingreso creado por el precio a la vía. Usualmente se hace una decisión política por parte de los propietarios de vehículos y a ellos no les gusta que se les quite el dinero y son temerosos por las objeciones que levante la sociedad de propietarios de vehículos. Los financieros del gobierno quieren incorporar el ingreso por el precio a la vía al presupuesto general mientras que los partidarios por el precio a la vía siempre quieren destinar el ingreso para infraestructura de transporte.
- Al final del Estudio, el Equipo de Estudio de JICA aun no está convencido en si el precio a la vía se funciona efectivamente en Managua y si la propuesta pueda ser aceptada política y socialmente. Sin embargo, se puede mencionar lo siguiente:
 1. El precio a la vía debe ser propuesto con relación al mejoramiento del sistema de transporte público (por ejemplo: dentro del Corredor de Transporte Público).
 2. El efecto de aliviar la congestión de tráfico será notable en las carreteras.
 3. El potencial del ingreso por el precio a la vía puede ser suficiente para cubrir la mayoría de los costos de los proyectos propuestos.
 4. Si se implementa el precio a la vía, inicialmente se usaría un sistema de permiso que dará una calcomanía para pegarla en el vidrio delantero del vehículo. Esta calcomanía podrá comprarse en varios lugares de Managua (por ejemplo, Oficinas postales, bancos, supermercados, etc.) y debe ser pagada junto con la calcomanía de rodamiento que emite ALMA en el caso de permisos anuales. Antes de la implementación, deben ser estudiadas cuidadosamente: las horas restringidas durante el día, tarifa de pago, etc.
 5. Basados en las asignaciones del tráfico realizados por medio de varios escenarios sobre precios a la vía, parece que el precio no es apropiado antes del período del largo plazo porque la demanda del tráfico sobre las vías preciaadas fácilmente puede ser evadida a otra de menor tasa de cobro (ejemplo el ingreso es poco) en el corto y mediano plazo (ejemplo, el valor del tiempo es bajo) y la distribución es distorsionada causando una considerable cantidad de no beneficios económicos. Sin embargo, aun en el corto y mediano plazo, esta medida del ADT puede aplicarse en una sección de vía relativamente corta, si la necesidad es claramente identificada.
- En conclusión, se recomienda realizar un estudio sobre el precio a la vía en el largo plazo.

7.4.5 Determinación de las Rutas de Camiones

- El problema más serio en relación a los camiones es el daño causado a las vías. Según el Estudio sobre "Administración e Implementación del Efectivo Control de Pesos y Dimensiones de Vehículos Automotores), Junio 1998, MTI, un camión mediano (eje trasero de 8.5 tons) y un camión pesado (peso bruto del vehículo de 40 tons) son equivalentes a 5,000 y 9,600 carros, respectivamente. Por otro lado, si un camión lleva sobre peso, el daño de las vías se incrementa exponencialmente como se muestra en la Tabla 7.4.7.

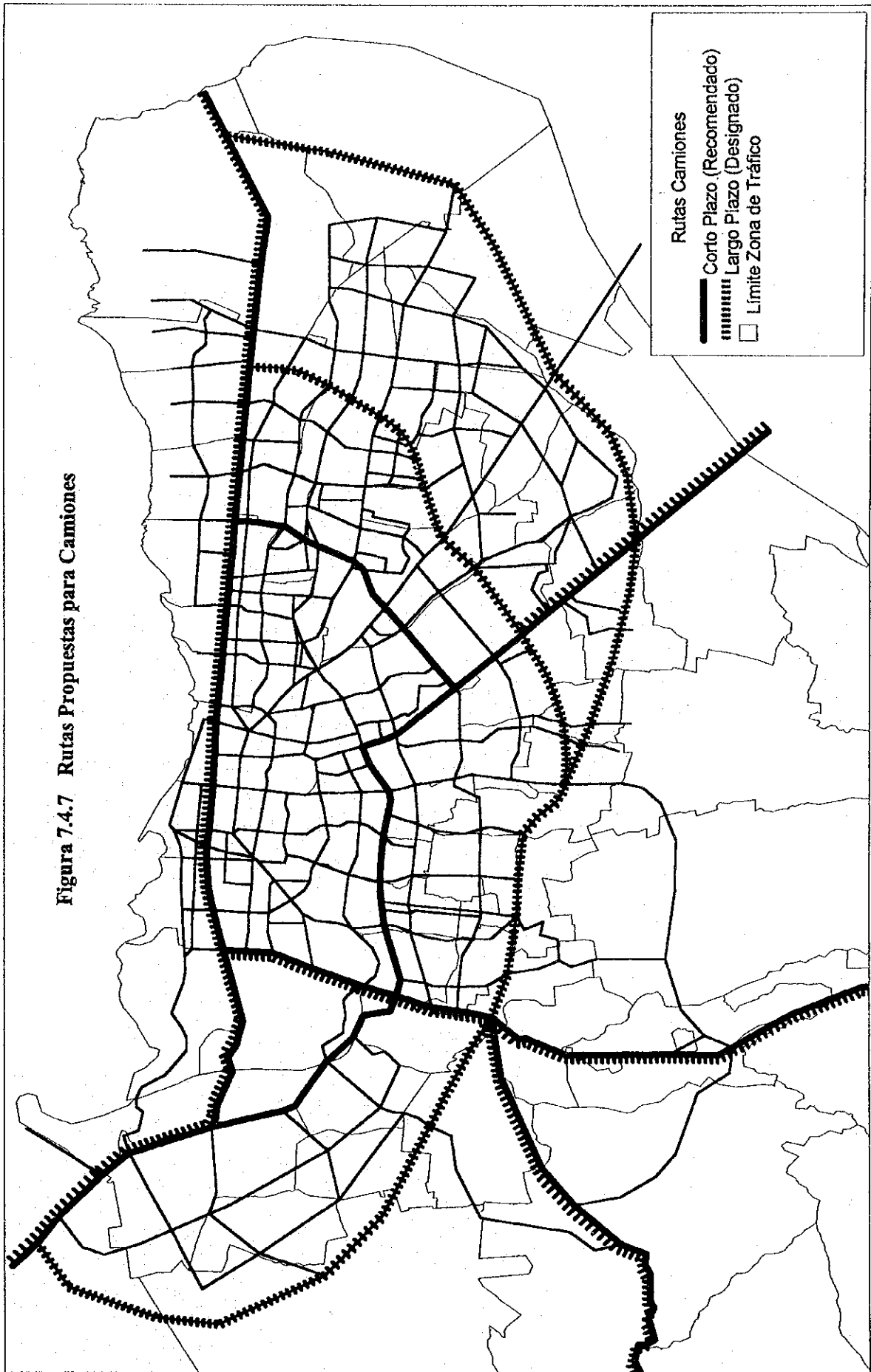
Tabla 7.4.7
Incremento del Daño en el Pavimento de las Vías debido a la Sobre Carga

% Sobre Carga	% Incremento de Daño
10	45
20	105
30	185
40	285

Fuente: MTI

- Aunque en Managua no existen estaciones de pesa, están instaladas dos estaciones cerca de Managua: una en Chilamatillo al Noreste de Managua y la otra al Noroeste de Managua. Basados en la encuesta de campo realizada por el estudio arriba mencionado, el porcentaje de sobre carga de los camiones fue del 17% en Chilamatillo y 11% en Mateare. Aunque no existen datos para dentro de Managua, no es difícil imaginarse que muchos de estos camiones transitan en Managua, causando daños serios en las carreteras.
 - Para prevenir este daño causado por los camiones, hay dos enfoques:
 - Aplicación más estricta.
 - Designación de las rutas para camiones.
1. Aplicación más estricta
 - Según el estudio arriba mencionado, solamente se detectó menos del 1/10 de sobre carga y registrada por las estaciones de pesaje en Chilamatillo y Mateare, operados por el MTI. Un número de contramedidas ya están propuestas para mejorar esta situación como el caso de reemplazar los equipos obsoletos y el mejoramiento de las condiciones de trabajo.
 - Sin embargo, cambios drásticos difícilmente ocurran a menos que el MTI este autorizado para descargar la sobre carga en las estaciones de pesaje y depositarla hasta que se realicen los procedimientos.
 2. Designación de las rutas de camiones
 - La mayoría del tránsito de camiones dentro y fuera de Managua tienen origen y destino en Managua. Por tal razón, estrictas restricciones de rutas de camiones se consideran no realistas actualmente.
 - Sin embargo, a lo largo del mediano al largo plazo se hace deseable la designación de las rutas para camiones en manera rigurosa porque la industria camionera también necesita ser racionalizada por medio del establecimiento de terminales de carga privada y pública.
 - El Estudio propone las rutas de camiones como se muestran en la Figura 7.4.7. La estructura del pavimento de las vías recomendadas o designadas según las rutas necesitan ser reforzadas en conjunto con el mejoramiento o construcción propuestos.

Figura 7.4.7 Rutas Propuestas para Camiones



8. Evaluación de Proyecto

8. EVALUACION DE PROYECTO

8.1 Paquetes de Proyectos

8.1.1 Proyectos de Desarrollo Vial

- Las Figuras 8.1.1 y 8.1.2 muestran el proyecto de desarrollo vial para ampliación y construcción nueva, respectivamente. Estos proyectos han sido identificados considerando lo siguiente:
 - Tipo de Proyecto (ampliación o construcción nueva).
 - Fases (corto, mediano y largo plazo).
 - Continuidad de las secciones viales.

Cada proyecto se resume en la Tabla 8.1.1. Existe un total de 104 proyectos (34 proyectos de ampliación y 70 para construcciones nuevas).

- Sin embargo, para realizar una evaluación económica, financiera y ambiental, el número de proyectos son muchos. Por tanto, los proyectos fueron agregados dentro de los paquetes como se muestra en la Tabla 8.1.2. De 22 paquetes, 11 son para los proyectos principales de carreteras, mientras los otros 11 paquetes son para otros proyectos pequeños resumidos por área y fase.

8.1.2 Proyectos de Transporte Público

- Los proyectos propuestos en relación al transporte público son resumidos como se muestra en la Tabla 8.1.3. Entre el listado de los paquetes, dos (2) de los paquetes de proyectos para Corredor de Transporte Público son cuantitativamente evaluados en lo económico y financiero. Los seis (6) paquetes para terminales de buses públicos son evaluados en términos financieros y de manera indicativa. la EAI (Evaluación Ambiental Inicial) cubre ambos paquetes de proyectos. Sin embargo, los paquetes propuestos de bajo costo como el "Redefinición de rutas) son excluidos de la evaluación debido a las características del "software".

Figura 8.1.1 Proyectos de Ampliación de Vías

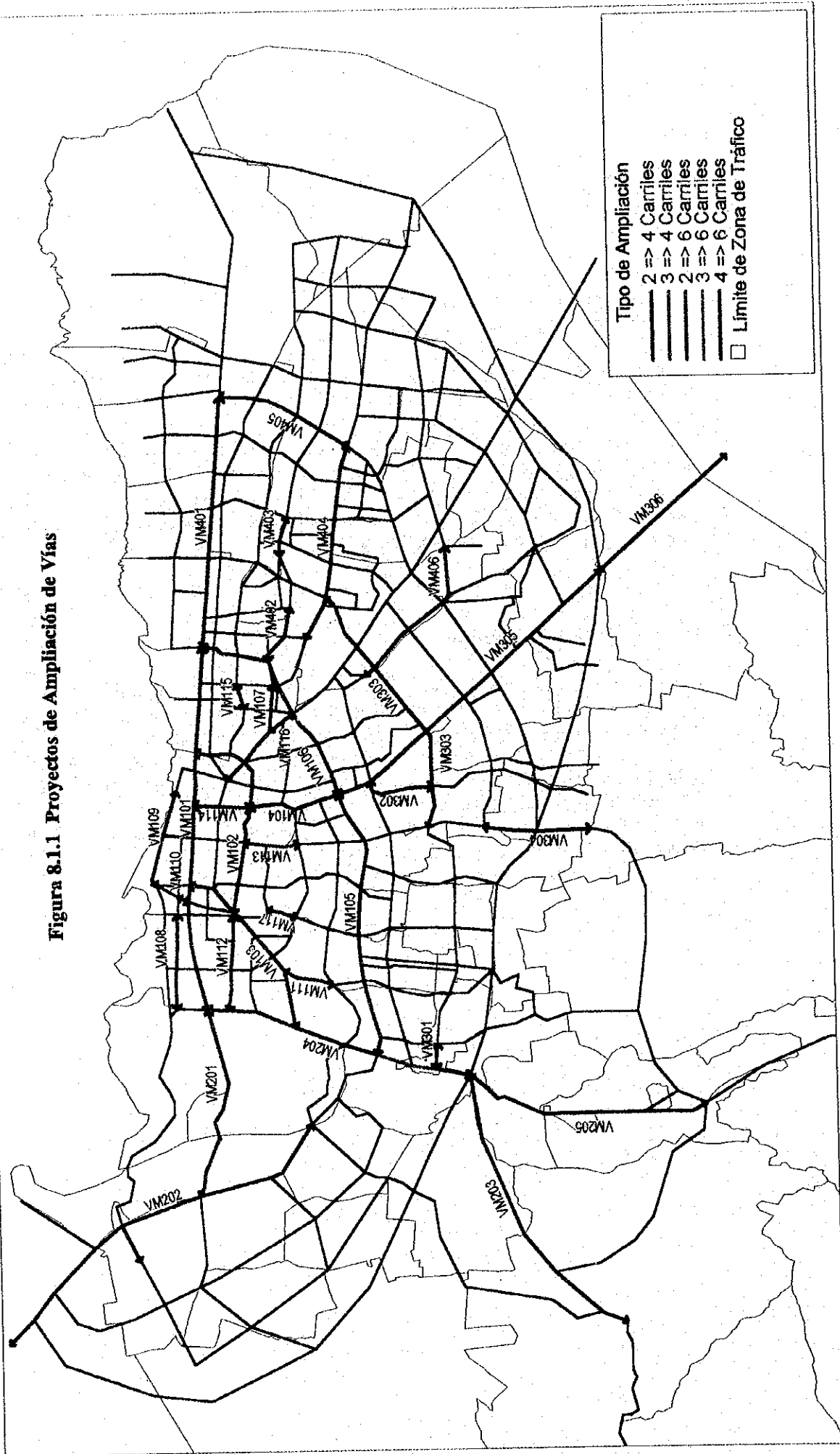


Figura 8.1.2 Proyectos de Construcción de Nuevas Vías

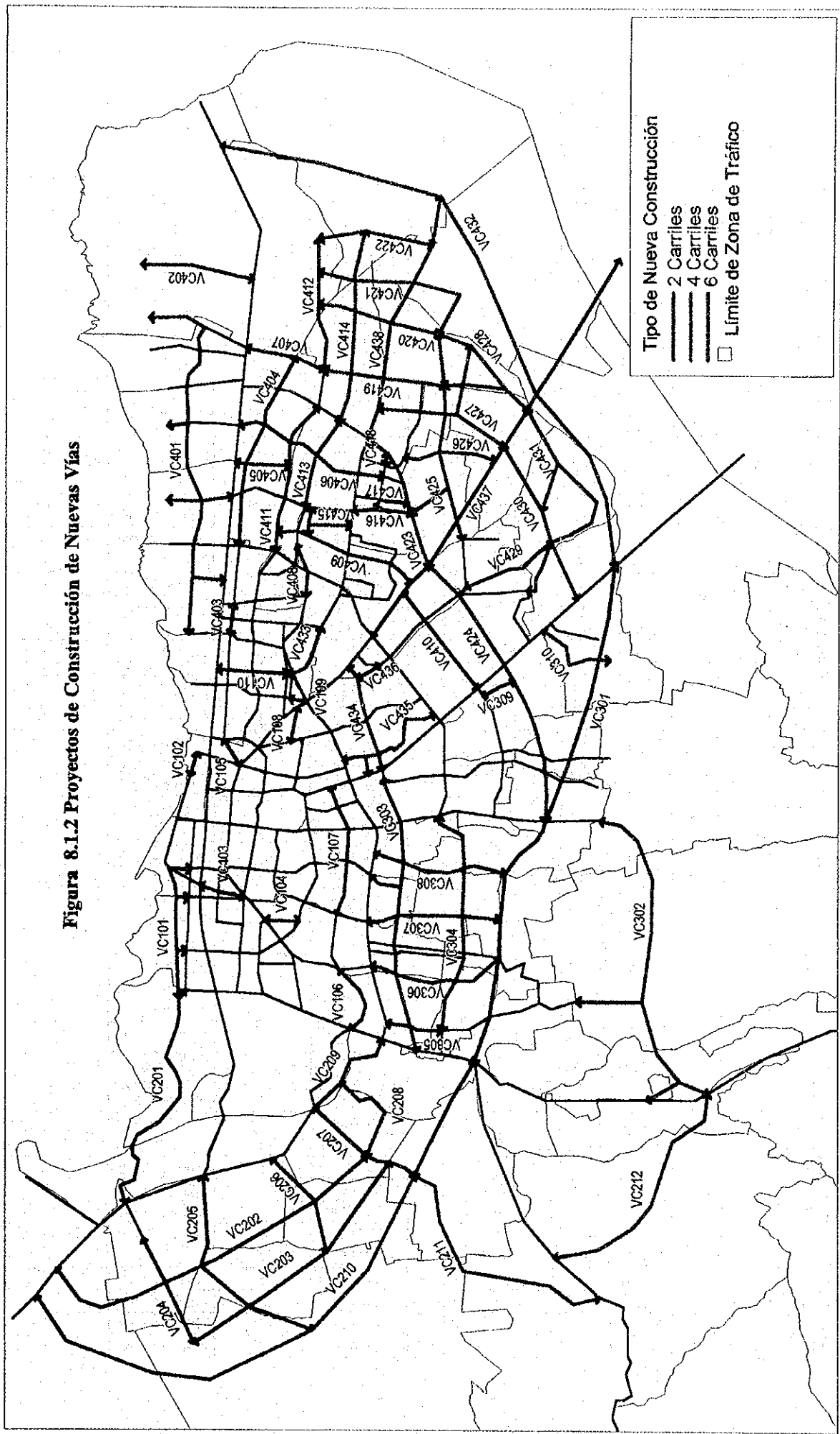


Tabla 8.1.1 Resumen de Proyectos para Desarrollo de Vías

PROYECTO	FASE 1=Corto 2=Mediano 3=Largo	TIPO DE PROYECTO	NO. DE CARRILES (Sólo Tipo Predominante)	PROYECTO	FASE 1=Corto 2=Mediano 3=Largo	TIPO DE PROYECTO	NO. DE CARRILES (Sólo Tipo Predominante)
VM101	1	Ampliación	4=>6	VC209	1	Nueva Const.	4
VM102	1	Ampliación	4=>6	VC210	3	Nueva Const.	4
VM103	3	Ampliación	4=>6	VC211	3	Nueva Const.	2
VM104	1	Ampliación	4=>6	VC212	3	Nueva Const.	2
VM105	2	Ampliación	4=>6	VC301	2	Nueva Const.	6
VM106	2	Ampliación	4=>6	VC302	3	Nueva Const.	4
VM107	1	Ampliación	2=>6	VC303	3	Nueva Const.	4
VM108	3	Ampliación	2=>4	VC304	1	Nueva Const.	4
VM109	1	Ampliación	2=>4	VC305	2	Nueva Const.	2
VM110	1	Ampliación	2=>4	VC306	2	Nueva Const.	4
VM111	3	Ampliación	2=>4	VC307	3	Nueva Const.	4
VM112	3	Ampliación	2=>4	VC308	2	Nueva Const.	4
VM113	2	Ampliación	3=>4	VC309	3	Nueva Const.	2
VM114	1	Ampliación	2=>4	VC310	3	Nueva Const.	2
VM115	2	Ampliación	2=>4	VC401	3	Nueva Const.	2
VM116	1	Ampliación	2=>4	VC402	3	Nueva Const.	2
VM117	2	Ampliación	2=>4	VC403	2	Nueva Const.	2
VM201	1	Ampliación	4=>6	VC404	2	Nueva Const.	2
VM202	2	Ampliación	2=>4	VC405	3	Nueva Const.	2
VM203	3	Ampliación	2=>4	VC406	2	Nueva Const.	2
VM204	2	Ampliación	4=>6	VC407	3	Nueva Const.	2
VM205	3	Ampliación	2=>4	VC408	1	Nueva Const.	4
VM301	1	Ampliación	2=>4	VC409	2	Nueva Const.	2
VM302	2	Ampliación	2=>4	VC410	3	Nueva Const.	2
VM303	2	Ampliación	4=>6	VC411	3	Nueva Const.	4
VM304	1	Ampliación	2=>4	VC412	3	Nueva Const.	4
VM305	2	Ampliación	2=>6	VC413	3	Nueva Const.	4
VM306	3	Ampliación	2=>4	VC414	3	Nueva Const.	2
VM401	1	Ampliación	4=>6	VC415	3	Nueva Const.	2
VM402	1	Ampliación	2=>4	VC416	2	Nueva Const.	4
VM403	1	Ampliación	2=>4	VC417	3	Nueva Const.	2
VM404	2	Ampliación	4=>6	VC418	3	Nueva Const.	2
VM405	3	Ampliación	2=>4	VC419	3	Nueva Const.	4
VM406	3	Ampliación	2=>4	VC420	3	Nueva Const.	4
VC101	2	Nueva Const.	2	VC421	3	Nueva Const.	2
VC102	2	Nueva Const.	4	VC422	3	Nueva Const.	2
VC103	1	Nueva Const.	4	VC423	1	Nueva Const.	4
VC104	2	Nueva Const.	4	VC424	1	Nueva Const.	4
VC105	1	Nueva Const.	4	VC425	3	Nueva Const.	4
VC106	3	Nueva Const.	2	VC426	3	Nueva Const.	2
VC107	2	Nueva Const.	2	VC427	3	Nueva Const.	2
VC108	2	Nueva Const.	2	VC428	3	Nueva Const.	2
VC109	1	Nueva Const.	4	VC429	3	Nueva Const.	4
VC110	3	Nueva Const.	2	VC430	3	Nueva Const.	4
VC201	2	Nueva Const.	4	VC431	3	Nueva Const.	2
VC202	2	Nueva Const.	4	VC432	3	Nueva Const.	4
VC203	3	Nueva Const.	2	VC433	1	Nueva Const.	6
VC204	2	Nueva Const.	4	VC434	3	Nueva Const.	4
VC205	3	Nueva Const.	4	VC435	3	Nueva Const.	2
VC206	3	Nueva Const.	2	VC436	3	Nueva Const.	4
VC207	3	Nueva Const.	4	VC437	3	Nueva Const.	4
VC208	2	Nueva Const.	2	VC438	3	Nueva Const.	4

Tabla 8.1.2 Paquetes de Proyectos Viales

No.	Nombre del Paquete del Proyecto	Componentes del Proyecto Relacionado					Evaluación		
							Econom.	Financ.	Ambiental
1	Carretera Norte	VM101	VM201	VM401	VC205		⊙		○
2	Travesía (Carretera de Peaje)	VC210	VC301	VC432			⊙	⊙	○
3	Pista Juan Pablo II	VM105	VM106				⊙		○
4	Carretera Sur	VM204	VM205				⊙		○
5	Pista Portezuelo	VM301	VM303	VC304			⊙		○
6	Pista Rural de Circunvalacion	VM405	VC423	VC424			⊙		○
7	Pista Sabanagrande	VM107	VM404	VC433	VC438		⊙		○
8	AV. Ruben Dario-Carretera a Masaya	VM104	VM114	VM305	VM306		⊙		○
9	Carretera Nueva a León	VM202	VC209				⊙		○
10	Carretera Vieja a Leon	VM203					⊙		○
○	Pista al Terna a Masaya	VC437					⊙		○
12	Paquete para Vias Centrales (Corto Plazo)	VM102 VC105	VM109 VC109	VM110	VM116	VC103	⊙		○
13	Paquete para Vias Centrales (Mediano Plazo)	VM113 VC104	VM115 VC107	VM117 VC108	VC101	VC102	⊙		○
14	Paquete para Vias Centrales (Largo Plazo)	VM103 VC110	VM108	VM111	VM112	VC106	⊙		○
15	Paquete para Vias Occidentales (Mediano Plazo)	VC201	VC202	VC204	VC208		⊙		○
16	Paquete para Vias Occidentales (Largo Plazo)	VC203	VC206	VC207	VC211	VC212	⊙		○
17	Paquete para Vias Hacia el Sur (Corto Plazo)	VM304					⊙		○
18	Paquete para Vias Hacia el Sur (Mediano Plazo)	VM302	VC305	VC306	VC308		⊙		○
19	Paquete para Vias Hacia el Sur (Largo Plazo)	VC302	VC303	VC307	VC309	VC310	⊙		○
20	Paquete para Vias Orientales (Corto Plazo)	VM402	VM403	VC408			⊙		○
21	Paquete para Vias Orientales (Mediano Plazo)	VC403	VC404	VC406	VC409	VC416	⊙		○
22	Paquete para Vias Orientales (Largo Plazo)	VM406 VC410 VC415 VC421 VC428 VC435	VC401 VC411 VC417 VC422 VC429 VC436	VC402 VC412 VC418 VC425 VC430	VC405 VC413 VC419 VC426 VC431	VC407 VC414 VC420 VC427 VC434	⊙		○
23	Mantenimiento de Vias								

Nota: ○ representa sólo para evaluación inicial

Tabla 8.1.3
Paquete de Proyectos de Transporte Público

No de Paquete/Nombre del Paquete del Proyecto	Fase: 0= Inmediato 1= Corto 2= Mediano 3= Largo	Evaluación		
		Económico	Financiero	Ambiental
1. Corredor de Transporte Público: Carretera Norte	1	⊙	⊙	○
2. Corredor de Transporte Público: J. Pablo/S.Grande	2	⊙	⊙	○
3. Mejoramiento de Seguridad	0			
4. Redefinición de rutas	0, 1, 2, 3			
5. Ajuste de Tarifa	0, 1, 2, 3			
6. Introducción de Nuevo Servicio	0, 1			
7. Terminal de Buses Públicos: Mercado Oriental	1		○	○
8. Terminal de Buses Públicos: Mercado San Judas	2		○	○
9. Terminal de Buses Públicos: Merc. Virgen de Candelaria	2		○	○
10. Terminal de Buses Públicos: Villa Flor	3		○	○
11. Terminal de Buses Públicos: Sabana Grande	3		○	○
12. Terminal de Buses: Ciudad Satélite Asososca	3		○	○

Nota: representa sólo evaluación indicativa o inicial.

8.1.3 Proyectos de Administración de Tráfico

- Los paquetes de proyectos propuestos en relación a la administración del tráfico se indican en la Tabla 8.1.4.

Tabla 8.1.4
Paquetes de Proyectos para la Administración de Tráfico

No. de Paquete/ Nombre del Paquete del Proyecto	Fase: 0= Inmediato 1= Corto 2= Mediano 3= Largo	Evaluación		
		Económico	Financiero	Ambiental
1. Mejoramiento de los Semáforos Existentes	0			
2. Señalización y Control Coordinado (Corto Plazo)	1	○		
3. Señalización y Control Coordinado (Mediano Plazo)	2	○		
4. Señalización (Largo Plazo)	3	○		
5. Paso a Desnivel (Corto Plazo)	1			
6. Paso a Desnivel (Mediano Plazo)	2			
7. Paso a Desnivel (Largo Plazo)	3			
8. Const. de Rotondas (Corto Plazo)	1			
9. Const. de Rotondas (Mediano Plazo)	2			
10. Const. de Rotondas (Largo Plazo)	3			
11. Cruce Peatonal	0			
12. Vía para Bicicletas y Camino Peatonal	3			
13. Area Prioritaria para Transporte Público	1, 2, 3			
14. Area Prohibida de Parqueo sobre la Vía	1, 2			
15. Incremento del Impuesto al Consumo de Combustible	0		○	
16. Incremento al Impuesto de Import. de Vehículos	1		○	
17. Designación de las Rutas de Camiones	1, 2, 3			

Nota: (○) Representa evaluación indicada o análisis hipotético solamente.

8.2 Evaluación Económica

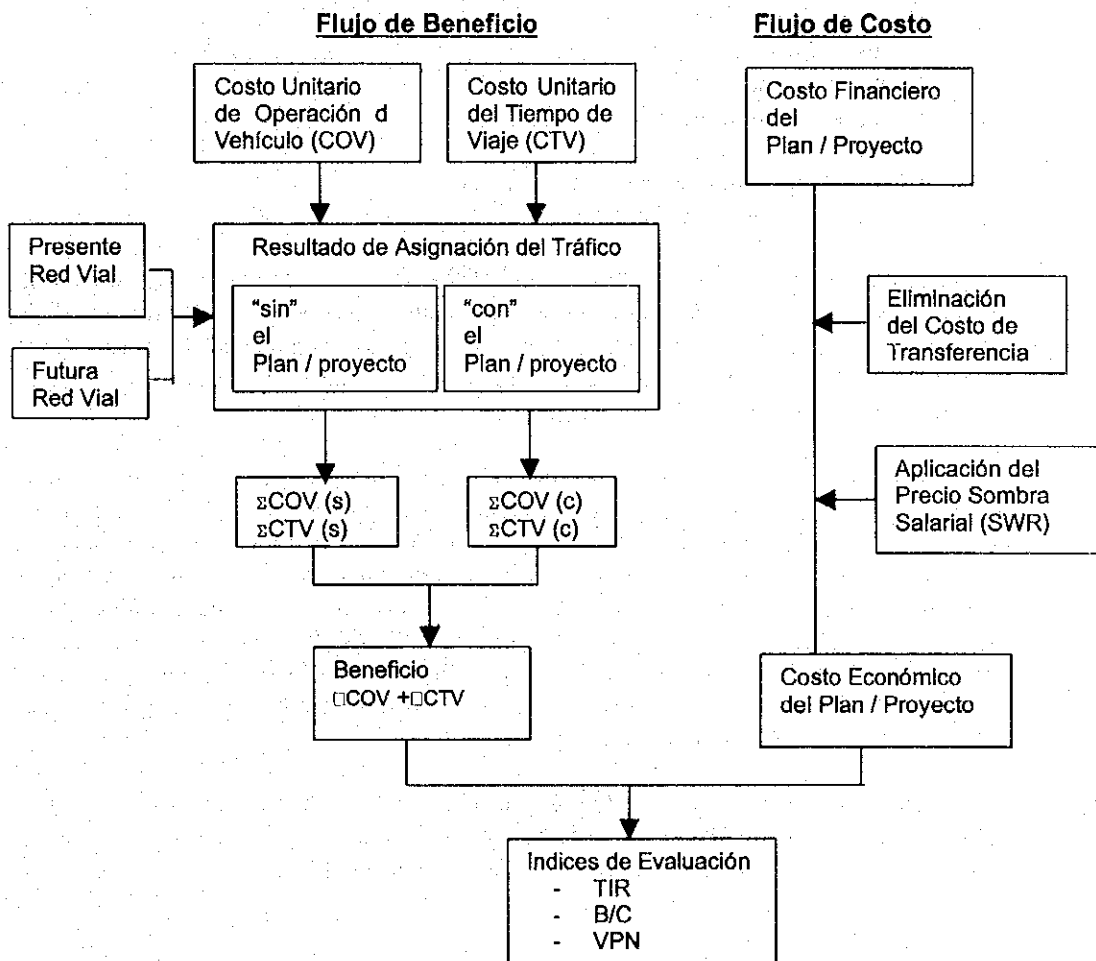
8.2.1 Enfoque y Supuestos

El Plan Maestro Propuesto y sus proyectos son evaluados bajo el prisma económico siguiendo la normativa del análisis de costo-beneficio. Para medir y comparar el costo y beneficio de un proyecto o paquete de proyectos con el precio económico, se siguió el procedimiento presentado en la Figura 8.2.1.

El costo económico es una expresión monetaria de bienes y servicios utilizados en la implementación de un proyecto. Entonces, todos los costos de transferencia (impuestos y subsidios) se deducen del costo estimado en precio de mercado. Adicional, el precio sombra salarial (SWR) se aplica a los costos laborales incluidos en el costo del proyecto. El mismo proceso se sigue para estimar el costo unitario de operación de vehículo, que se utiliza para estimar los beneficios económicos, excluyendo todos los impuestos y aplicando el SWR al costo laboral mecánico y al de personal.

El programa de implementación presentado en el capítulo 9 está diseñado para identificar el año en que se genera el costo del proyecto y el beneficio empieza a acumularse. Por tanto, los resultados de evaluación se afectan por un cambio en el programa de implementación.

Figura 8.2.1
Flujograma de Trabajo del Plan / Evaluación de Proyecto



1) Beneficio Económico

El beneficio económico se define como el monto recuperado en costos de viaje de un proyecto. El costo de viaje tiene dos componentes, el costo de operación de vehículo (COV) y el costo del tiempo de viaje (CTV). Estos son los beneficios más directos y comparativamente fáciles de cuantificar. Es obvio que en un proyecto de transporte existen otros beneficios adicionales a los beneficios directos, tales como mejoramiento de la seguridad y aceleración del desarrollo urbano, lo mismo que el de mitigación a la congestión del tráfico. En este Plan Maestro, sin embargo, esos tipos de beneficios difíciles de medir se ignoraron para excluir una evaluación arbitraria.

El beneficio de un proyecto se mide por medio de la conocida comparación "con" y "sin". Utilizando los resultados de la asignación del tráfico a una red vial *con* el proyecto en referencia e igualmente a la misma red vial pero *sin* el proyecto, se calculó el total COV y CTV de cada caso. Y, por tanto, el beneficio se obtiene de la diferencia de los casos "con" y "sin".

(1) Costo de Operación de Vehículo

A fin de calcular el COV total de una red vial, se trabaja la unidad COV (costo de operación de vehículo por kilómetro y por hora por tipo de vehículo (véase Apéndice 8)). Los vehículos están clasificados en cinco tipos: carro/jeep, microbus, bus (tamaño regular), camionetas y camión mediano/pesado. El COV se compone de los siguientes costos:

- a. Costo de Combustible
- b. Costo de Lubricantes
- c. Costo de Llantas
- d. Costo de Mantenimiento
- e. Costo de Depreciación
- f. Costo de Oportunidad de Capital (interés)
- g. Costos Indirectos y de Personal

En Nicaragua, el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) periódicamente ha actualizado los datos COV como datos adicionales básicos para el Modelo HDM desarrollado por el BIRF, utilizados para evaluar los proyectos de desarrollo y mantenimiento de carreteras. Los estimados del COV del Plan Maestro del Estudio dependen de la información básica y supuestos del MTI.

Sin embargo, el Modelo HDM mayormente se aplica a vías y carreteras inter-municipales o inter-regionales, y luego el factor clave que afecta el COV es el de las condiciones de la vía con respecto a la aspereza de su superficie. Por otro lado, las unidades COV requeridas son aquellas que se aplican a la vías urbana, que en su mayoría están pavimentadas y, entonces, el factor clave no es la aspereza sino que la operación de velocidad. Por consiguiente, la unidad COV de cada componente del (a) al (e) está expresada como una función de operación de velocidad (de viaje). Una parte del ítem (e) y los otros ((f) y (g)) no se ven afectados directamente por la operación de velocidad sino que por el tiempo de viaje.

La unidad COV se estima en modelos seleccionados que representa a cada tipo de vehículo en Managua. Estos se muestran en la Tabla 8.2.1 junto con su precio y promedio anual de uso que se refieren a los datos HDM del MTI.

Tabla 8.2.1
Características de Vehículos Representativos

	Carro/Taxi	Microbus	Bus Grande	Camioneta	Camión M.
1 Modelo Representativo	Nissan Ford Mitsubishi Toyota LADA	Hyundai Toyota Kia International	International Frigtliner Mercedes B.	Hyundai Isuzu Toyota Mac	Mercedes B. Isuzu
2 Precio (US\$)					
(1) Financiero	15,870	22,595	78,380	22,595	58,340
(2) Económico	11,720	15,280	67,223	15,280	49,242
3 No. de llantas	4	4	6	4	6
4 Principal Tipo Combustible	Gasolina	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel
5 Operación Anual (km/año)	25000	70000	70000	35000	35000
6 Velocidad Promedio (km/hora)	35	25	25	30	30
8 Horas de Operación Anual (horas/año)	714	2800	2800	1167	1167

La Tabla 8.2.2 y Figura 8.2.2 presentan los estimados resultantes de la unidad COV por tipo de vehículo. La velocidad más económica está en el rango de los 40 a 50 kilómetros por hora y el costo económico es de 20% a 25% menor que el costo financiero en todos los tipos de vehículo.

Para calcular el COV total de una red vial primero, la operación de velocidad de cada eslabón (sección de vía) se obtiene del resultado de la asignación del tráfico y, entonces, el costo relativo de distancia total se calcula por la suma del costo de cada eslabón (costo unitario x longitud del eslabón x volumen de tráfico) y, finalmente, el costo relativo del tiempo (costo unitario x total de horas-vehículo) se suma al costo relativo de distancia.

Tabla 8.2.2
Costo de Operación de Vehículo por Tipo de Vehículo

(1) COV sujeto a Uso (US\$/1000Km)

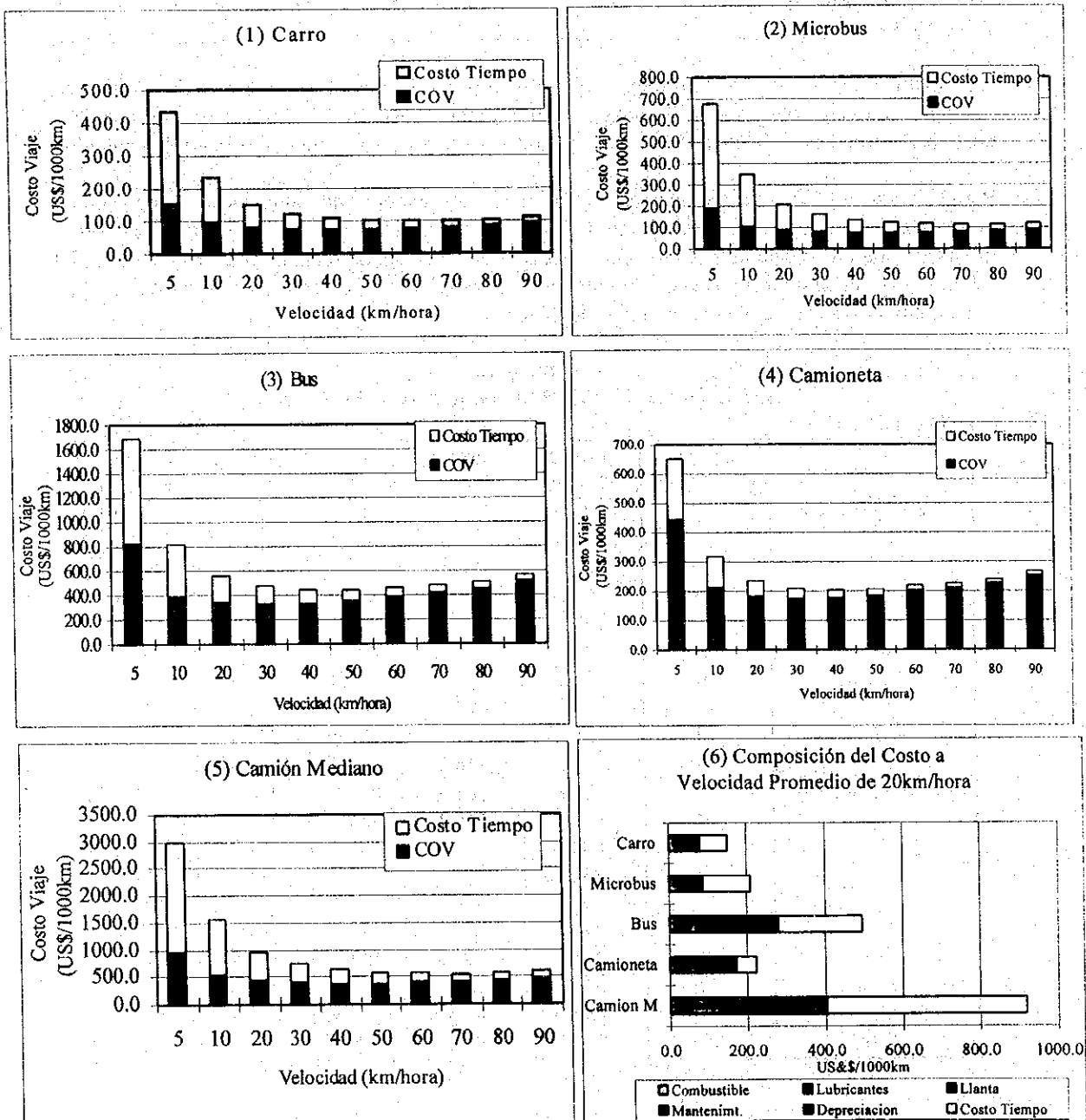
	Speed (Km/hora)	Carro Pas. & Taxi	Microbus	Bus	Camioneta	Camión Mediano
Costo Financiero	5	182.2	232.8	608.2	421.4	903.0
	10	142.8	171.9	506.1	324.4	717.3
	20	118.6	139.5	443.8	273.7	599.7
	30	111.2	127.4	437.8	259.0	534.8
	40	108.1	118.4	446.2	264.7	508.2
	50	108.1	118.8	479.9	278.1	506.1
	60	110.2	119.1	511.0	288.8	507.2
	70	114.1	121.6	548.6	299.2	522.0
	80	124.5	131.9	627.6	334.4	582.5
	90	139.2	148.0	727.5	382.8	670.2
Costo Económico	5	154.3	188.9	824.5	444.4	939.0
	10	95.4	105.7	385.7	213.7	531.7
	20	80.8	87.0	341.8	183.7	450.5
	30	76.0	80.2	332.5	174.0	404.1
	40	73.8	74.3	332.4	176.5	381.3
	50	73.9	74.7	352.7	185.9	377.3
	60	77.2	77.2	389.9	201.6	390.8
	70	80.2	79.4	419.3	211.3	404.5
	80	85.4	83.8	455.7	226.4	433.8
	90	94.6	93.0	518.6	255.5	491.2

(2) COV sujeto a Tiempo

(US\$/Hora)

	Carro Pas. & Taxi	Microbus	Bus	Camioneta	Camión Mediano
Costo Financiero					
Depreciación	0.681	0.202	0.577	0.371	1.030
Costo Oportunidad de Capital	1.476	0.438	1.953	1.294	3.484
Gastos Indirectos y de Personal	-	2.229	2.229	-	8.023
Total	2.157	2.868	4.759	1.665	12.537
Costo Económico					
Depreciación	0.501	0.136	0.495	0.248	0.869
Costo Oportunidad de Capital	0.892	0.295	1.814	0.790	2.202
Gastos Indirectos y de Personal	-	2.006	2.006	-	7.221
Total	1.393	2.437	4.315	1.037	10.291

Figura 8.2.2
COV y CTV por Operación de Velocidad



(2) Costo Tiempo de Viaje

El tiempo de viaje de los usuarios de carro y de los pasajeros de bus se convierte en términos de dinero usando una unidad de valor del tiempo. Los valores del tiempo del usuario están estimados en base a sus ingresos, los que reflejan su productividad. De acuerdo a la información de hogares obtenida de las entrevistas de la encuesta viajes personales, el ingreso promedio por hogar es de US\$134 mensuales para familias no propietarias de carro y de US\$374 para familias propietarias de carro, a Marzo de 1998. El tamaño promedio de un hogar es de 5.43 personas (mayores de 5 años) y, de esos, 1.86 personas son productoras de ingresos. Suponiendo un promedio mensual de 160 horas trabajadas, el valor de una hora de trabajo se estima en US\$0.45 para no propietarios de vehículo (ej. pasajeros de transporte público) y de US\$1.26 para propietarios de carro (ej. usuarios de carro).

El valor tiempo de una persona se convierte en valor tiempo por vehículo utilizando los datos de ocupación promedio y la composición del propósito de viaje, como se muestra en la Tabla 8.2.3. La ocupación promedio de un carro es de 1.96 personas y la del bus de 29.4 personas. Todos los viajes con propósito "negocios" son independientes de las actividades productivas, por tanto, al tiempo gastado en un viaje de "negocios" se le da el mencionado valor. La participación de viajes de "negocios" es de 8%. Viajes "Al Trabajo" (con una participación del 45%) y los viajes "A Casa" procedentes del trabajo se les supone la mitad del valor tiempo al trabajo, mientras que a los otros viajes no se les adjudica valor tiempo.

El valor tiempo cambiará por año. Mientras mayor sea la productividad de la gente mayor será el valor tiempo. Entonces, es razonable suponer que el valor tiempo aumentará en la misma proporción en que se incremente el PIBR per capita. Como se presupone en el Capítulo 4, el índice PIBR per capita (año 1998=100) crecerá a 115 en el 2003, a 132 en el 2008 y a 185 en el 2018.

El total CTV se estima por la multiplicación de estas unidades de valor tiempo para agregarlas a las horas-pasajero por modo calculado de la asignación del tráfico de una red vial.

Tabla 8.2.3
Valor Tiempo de Viaje por Vehículo
(US\$ /Vehículo-hora)

Año	Valor Tiempo en Trabajo		Valor Tiempo en Viaje	
	Modo Privado	Modo Público	Modo Privado	Modo Público
1998	2.47	13.28	1.31	7.04
2003	3.84	15.28	2.04	8.10
2008	3.26	17.52	1.73	9.29
2018	4.57	24.56	2.42	13.02

2) Costo Económico de Proyecto

Los costos del proyecto, estimado en el Capítulo 7, son costos financieros estimados en el precio del mercado y transformado en costo económico mediante el siguiente proceso:

- a. El costo de construcción se fracciona en tres costos: costo de materiales, costo de equipo y costo de mano de obra. La composición del costo por fracción se asume en 45% para materiales, 30% para equipo y de 25% para mano de obra.
- b. A los costos de materiales y de equipo, se les deducen los impuestos de importación y de valor agregado. La tasa de impuestos es aproximadamente del 15 al 25%. Se supuso una tasa promedio del 15% para materiales y del 22% para equipo.
- c. Suponiendo que el 80% del costo de mano de obra corresponde a obreros no calificados, se aplica el precio sombra salarial (PSS). De acuerdo a las estadísticas del Ministerio del Trabajo, la tasa de desempleo en el sector de la construcción es del 12.2% en Managua. Bajo esta situación, el PSS se estimó en 65% de la fórmula Haveman:

$$\begin{aligned} \text{PSS} &= (\text{Tasa Salario en el mercado}) \times (1.25 - \text{Tasa Desempleo} / 0.2) \\ &= (\text{Tasa Salario en el mercado}) \times 0.65 \end{aligned}$$

La Tabla 8.2.4 muestra el costo económico de los proyectos propuestos en el Plan Maestro. Al Costo Económico de la construcción le corresponde el 80% del costo financiero. No se hizo modificación por el costo de la tierra. El costo económico total es de US\$400 millones, mientras que el costo financiero total es de US\$481 millones.

3) Indicadores de Evaluación

El costo económico y el beneficio se comparan por el análisis de descuento del flujo de efectivo. La tasa de descuento es del 12%, que es ampliamente utilizada en Nicaragua como una tasa económica de interés. La misma tasa se utiliza para estimar el costo de oportunidad de capital del COV. Como indicadores de evaluación, se calculan la tasa interna de retorno (TIR), la relación costo/beneficio (B/C) y el valor neto presente (VPN).

La pro-forma del flujo de efectivo para evaluar un proyecto se preparó para el período de 1999 a 2018. Aún cuando la vida física de la infraestructura de un proyecto es de 50 a 60 años, su vida económica se estima en 25 años, tomando en consideración el rápido crecimiento urbano futuro. Entonces, toda inversión no se deprecia completamente dentro del período planeado hasta el 2018. Por consiguiente, el valor residual de cada proyecto en el 2019 se calculó y agregó a la corriente de beneficio.

Tabla 8.2.4
Costo Financiero y Económico del Proyecto Paquete

(US\$ 1,000)

Paquete	Costo Financiero			Costo Económico
	Construcción	ROW	Total	
I Proyecto Paquete de Vías				
1 Carretera Norte	17,348	3260	20,608	17,138
2 Travesía	37,628	10536	48,164	40,638
3 Pista Juan Pablo II	8,904	2536	11,440	9,659
4 Carretera Sur	7,460	2471	9,931	8,439
5 Pista Portezuelo	8,872	2276	11,148	9,374
6 Pista Rural de Circunvalación	10,151	3456	13,607	11,577
7 Pista Sabanagrande	10,891	3430	14,321	12,143
8 Ave. Bolívar-Carretera a Masaya	9,575	1770	11,345	9,430
9 Carretera Nueva a León	7,536	721	8,257	6,750
10 Carretera Vieja a León	3,984	591	4,575	3,778
11 Pista Alterna a Masaya	8,678	2094	10,772	9,036
12 Paquete Vías del Centro (Corto Plazo)	6,248	6485	12,733	11,483
13 Paquete Vías del Centro (Mediano Plazo)	5,757	7021	12,778	11,627
14 Paquete Vías del Centro (Largo Plazo)	6,706	3320	10,026	8,685
15 Paquete Vías al Occidente (Mediano Plazo)	12,862	2477	15,339	12,767
16 Paquete Vías al Occidente (Largo Plazo)	8,750	1636	10,386	8,636
17 Paquete Vías al Sur (Corto Plazo)	1,294	257	1,551	1,292
18 Paquete Vías al Sur (Mediano Plazo)	5,695	2036	7,731	6,592
19 Paquete Vías al Sur (Largo Plazo)	13,663	3774	17,437	14,704
20 Paquete Vías al Oriente (Corto Plazo)	1,943	444	2,387	1,998
21 Paquete Vías al Oriente (Mediano Plazo)	5,102	1858	6,960	5,940
22 Paquete Vías al Oriente (Largo Plazo)	42,416	10336	52,752	44,269
23 Mantenimiento de Vías	40,542	0	40,542	32,434
Subtotal	282,005	72785	354,790	298,389
II Transporte Público				
1 Corredor de Transporte Público: Carretera Norte	14,358	0	14,358	11,486
2 Corredor de Transporte Público: J.Pablo/Sabanagrande	16,123	0	16,123	12,898
3 Mejoramiento de la Seguridad	8,000	0	8,000	6,400
4 Rediseño de Rutas	0	0	0	0
5 Ajuste de tarifas	0	0	0	0
6 Introducción del Nuevo Servicio	0	0	0	0
7 Terminal de Bus: Mercado Oriental	1,500	0	1,500	1,200
8 Terminal de Bus: Mercado San Judas	750	100	850	700
9 Terminal de Bus: Mercado Virgen de Candelaria	750	100	850	700
10 Terminal de Bus: Villa Flor	750	50	800	650
11 Terminal de Bus: Sabanagrande	750	50	800	650
12 Terminal de Bus: Ciudad Satélite Asososca	750	50	800	650
Subtotal	43,731	350	44,081	35,335
III Administración del Tráfico				
1 Mejoramiento de Semáforos Existentes	58	0	58	46
2 Semafización y Control Coordinado (Corto Plazo)	9,357	0	9,357	7,486
3 Semafización y Control Coordinado (Medio Plazo)	3,997	0	3,997	3,198
4 Semafización (Largo Plazo)	7,380	0	7,380	5,904
5 Separación de Nivel/ Paso a Desnivel (Corto Plazo)	6,263	0	6,263	5,010
6 Separación de Nivel/ P. a Desnivel (Medio Plazo)	18,819	0	18,819	15,055
7 Separación de Nivel/ P. a Desnivel (Largo Plazo)	19,217	0	19,217	15,374
8 Construcción de Rotondas (Corto Plazo)	2,200	0	2,200	1,760
9 Construcción de Rotondas (Mediano Plazo)	1,150	0	1,150	920
10 Construcción de Rotondas (Largo Plazo)	1,700	0	1,700	1,360
11 Cruce Peatonal	150	0	150	120
12 Vía de Bicicletas y Pasco Peatonal	10,000	0	10,000	8,000
13 Área Prioritaria al Transporte Público	2,200	0	2,200	1,760
14 Área Prohibida al Parqueo en Vía	0	0	0	0
15 Incremento al Impuesto de Consumo de Combustible	0	0	0	0
16 Incremento al Impuesto de Importación de Vehículos	0	0	0	0
17 Definición de la Ruta de Camiones	0	0	0	0
Subtotal	82,491	0	82,491	65,993
Gran Total	408,227	73,135	481,362	399,717

8.2.2 Evaluación del Plan Maestro Completo

El Plan Maestro propuesto es evaluado como un todo por medio de la comparación de caso "Hacer Nada" y del caso en el cual se implementan todos los componentes del proyecto conforme propuesto en el Capítulo 9. La asignación del tráfico se hizo para cada uno y año por año, desde 1998 hasta el 2018.

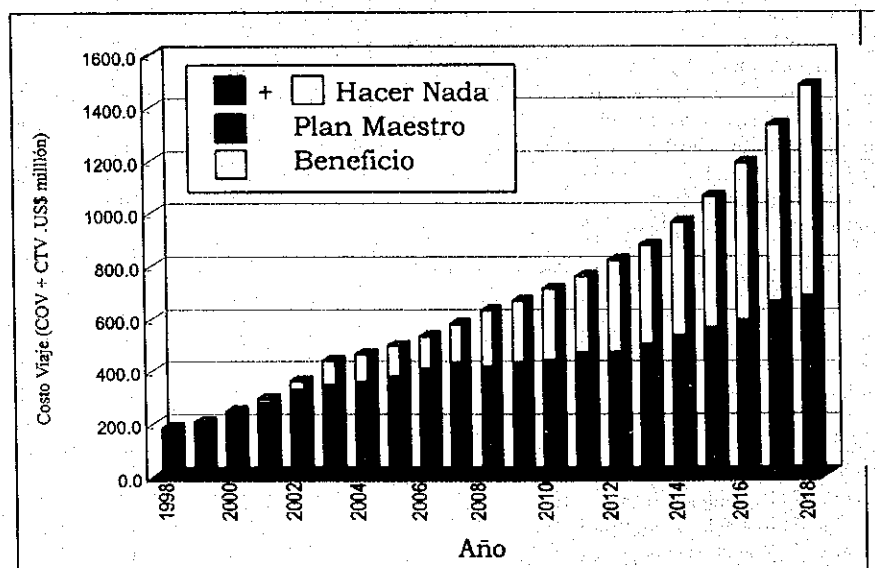
1) Beneficio Económico

El total COV y CTV se estima como se muestra en la Tabla 8.2.5. En el caso "Hacer Nada", el total CTV aumenta drásticamente en el período del Plan Maestro en 16.2 veces, mientras el CTV se incrementa en 5.8 veces. El incremento en el costo viaje es 8.0 veces. En el mismo período, el número de viajes aumentará 2.2 veces.

Por otro lado, en el caso del "Plan Maestro", el incremento del costo se mitiga hacia abajo a 5.9 veces del VTC, a 3.1 veces del COV y a 3.7 veces del total. Aún cuando el efecto del ahorro en costo del Plan Maestro es excelente, el incremento en el costo de viaje es aún mayor que el incremento en viaje. Esto significa que un viaje en el 2018 costará 1.5 veces más ($3.7 / 2.2$) que al presente.

La diferencia del costo de viaje en los dos casos es beneficio económico procedente del Plan Maestro. El monto del beneficio aumentará rápidamente, especialmente en los últimos 5 años del período planeado, alcanzando casi US\$800 millones en el 2018. (Figura 8.2.3)

Figura 8.2.3
Tendencia del Costo Total de Viaje y Beneficio Económico



2) Evaluación

Este beneficio se compara con el costo económico del Plan Maestro como se muestra en la Tabla 8.2.6. El TIR es extraordinariamente alto en 97%. Hay dos razones que explican lo elevado de esta tasa. Una se debe a la base de comparación del caso "Hacer Nada". No es real asumir que ningún esfuerzo se hará para mejorar el sistema de

transporte durante los próximos 20 años. Pero si sucediera, sin embargo, las condiciones del tráfico serían horribles y el funcionamiento urbano se paralizaría. Este alto TIR así lo sugiere.

La otra razón es la naturaleza del TIR por sí mismo. El TIR es un indicador para evaluar un proyecto corriente que requiere una inversión inicial en su primera etapa y después de su implementación obtiene una recuperación. En el caso del Plan Maestro, sin embargo, la inversión se mantendrá durante todo el período de planificación simultáneamente con el beneficio, en cuyas condiciones el TIR se vuelve inestable. En flujo de efectivo de la Tabla 8.2.6, los costos anuales se compensan por el mismo beneficio anual, y el flujo negativo de efectivo figura únicamente en los primeros años. Por consiguiente, el TIR no es un evaluador adecuado para el Plan Maestro.

Sin embargo, la relación costo beneficio (B/C) y valor presente neto (VPN) del Plan Maestro son también muy altos, lo cual asegura una alta recuperación económica. El VPN llega casi a los mil millones de US dólares. En otras palabras, Managua perdería mil millones de US dólares durante los 20 años si no hubiese inversión en el sector del transporte urbano.

La Tabla 8.2.7 muestra el resultado de un análisis de sensibilidad que invierte el costo y el beneficio. Aún en el caso de que el costo se incrementase en un 50% y, al mismo tiempo, el beneficio decayese otro 50%, el TIR es 37%, lo suficientemente alto para justificar económicamente el Plan Maestro.

Tabla 8.2.5
Beneficio Económico Anual del Plan Maestro Completo

(Million US\$)

Año	Caso "Hacer Nada"			Caso "Plan Maestro"			Beneficio Económico		
	COV	CTV	Total	COV	CTV	Total	COV	CTV	Total
1998	144.4	40.7	185.1	144.4	40.7	185.1	0.0	0.0	0.0
1999	156.9	47.6	204.5	155.2	47.0	202.2	1.7	0.6	2.3
2000	184.0	60.1	244.1	180.2	58.6	238.8	3.8	1.5	5.3
2001	217.4	76.9	294.3	206.6	70.7	277.3	10.8	6.2	17.0
2002	259.6	99.3	358.9	239.2	87.2	326.4	20.4	12.1	32.5
2003	310.6	124.9	435.5	256.6	90.4	347.0	54.0	34.5	88.5
2004	325.6	136.4	462.0	265.1	96.5	361.6	60.5	39.9	100.4
2005	343.7	150.2	493.9	277.3	105.3	382.6	66.4	44.9	111.3
2006	364.9	166.6	531.5	295.8	116.6	412.4	69.1	50.0	119.1
2007	389.4	185.9	575.3	307.6	124.3	431.9	81.8	61.6	143.4
2008	418.8	208.7	627.5	300.4	115.3	415.7	118.4	93.4	211.8
2009	437.6	227.7	665.3	307.7	123.0	430.7	129.9	104.7	234.6
2010	462.0	251.3	713.3	314.4	130.6	445.0	147.6	120.7	268.3
2011	484.4	274.6	759.0	329.1	139.6	468.7	155.3	135.0	290.3
2012	514.6	305.4	820.0	331.3	143.2	474.5	183.3	162.2	345.5
2013	542.8	337.2	880.0	348.2	157.6	505.8	194.6	179.6	374.2
2014	584.0	380.1	964.1	364.1	169.6	533.7	219.9	210.5	430.4
2015	631.7	431.5	1063.2	383.1	185.3	568.4	248.6	246.2	494.8
2016	694.0	495.9	1189.9	394.2	198.0	592.2	299.8	297.9	597.7
2017	762.9	571.1	1334.0	432.7	232.4	665.1	330.2	338.7	668.9
2018	832.4	651.0	1483.4	446.9	240.7	687.6	385.5	410.3	795.8

Tabla 8.2.6
Flujo de Costo/Beneficio del Plan Maestro Propuesto

(Mill.US\$)

Año	Costo Económico	Beneficio Económico	Flujo Neto de Caja	Descuento del Flujo de Caja (al 12%)		
				Costo	Beneficio	Neto
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1999	12.0	2.3	-9.7	10.8	2.1	-8.7
2000	12.3	5.3	-7.0	9.8	4.2	-5.6
2001	13.3	17.0	3.7	9.5	12.1	2.6
2002	20.3	32.5	12.2	12.9	20.7	7.7
2003	21.8	88.5	66.7	12.4	50.2	37.9
2004	23.5	100.4	76.9	11.9	50.9	39.0
2005	23.1	111.3	88.2	10.4	50.3	39.9
2006	23.7	119.1	95.4	9.6	48.1	38.5
2007	26.3	143.4	117.1	9.5	51.7	42.2
2008	24.7	211.8	187.1	8.0	68.2	60.2
2009	21.5	234.6	213.1	6.2	67.4	61.2
2010	16.9	268.3	251.4	4.3	68.9	64.5
2011	19.7	290.3	270.6	4.5	66.5	62.0
2012	18.6	345.5	326.9	3.8	70.7	66.9
2013	20.7	374.2	353.5	3.8	68.4	64.6
2014	18.7	430.4	411.7	3.1	70.2	67.2
2015	21.8	494.8	473.0	3.2	72.1	68.9
2016	22.4	597.7	575.3	2.9	77.7	74.8
2017	19.4	668.9	649.5	2.3	77.7	75.4
2018	18.8	795.8	777.0	2.0	82.5	80.5
Residual		271.0	271.0	0.0	25.1	28.1
Total	399.7	5,603.1	5,203.4	140.7	1,105.6	967.9

B/C	-	8.3
VPN	(Mill. US\$)	974.7
TIR	%	97.3%

Tabla 8.2.7
Sensibilidad de TIR del Cambio Costo y Beneficio

(%)

Caso	0% (Base)	Costo	
		20% arriba	50% arriba
Beneficio	0% (Base)	97.3	68.1
	20 % menor	79.9	55.9
	50 % menor	52.9	36.8

Adicional, los análisis de sensibilidad se hacen para dos casos hipotéticos. Uno es para suponer que toda la inversión de US\$400 millones se hizo en el año de 1998. El TIR resultante es de 21.8% aún en este caso. El otro es descuidar el costo de tiempo viaje, que resulta en un 65% de TIR. Esto significa que los ahorros COV aún por si solos prueban la viabilidad del Plan Maestro.

8.2.3 Paquete Proyecto de Vías

1) Evaluación del Proyecto Vías Completo

De la misma forma en que se evaluó el Plan Maestro, así mismo se evalúan todos los proyectos de vías, incluyendo nuevas construcciones y ampliaciones, como un solo paquete. El beneficio estimado se resume en la Tabla 8.2.8. El beneficio económico es casi 10% menor que el del Plan Maestro completo, señalado en la sección anterior. Esto se debe a que aquí no se considera ningún cambio modal, mientras que en el proyecto del corredor de transporte público se supone una ligera transferencia de demanda del modo privado al modo público por mejoramiento del servicio.

El TIR es casi del 100% por la misma razón explicada en la sección anterior. El flujo de caja negativo aparece solamente en los dos primeros años ya que en los otros años el costo queda cubierto por el beneficio abrumador (Tabla 8.2.9).

Aún cuando toda la inversión se realizara en 1998, el TIR sería del 25.1% en la misma corriente de beneficio. El resultado de este caso hipotético también muestra una viabilidad económica alta del paquete proyecto de vías como un todo.

Tabla 8.2.8
Beneficio Económico Anual del Paquete Proyecto de Vías Completo

(Millones US\$)

Año	Caso "Hacer Nada"			Con Proyecto Todas las Vías			Beneficio Económico		
	COV	CTV	Total	COV	CTV	Total	COV	CTV	Total
1998	144.4	40.7	185.1	144.4	40.7	185.1	0.0	0.0	0.0
1999	156.9	47.6	204.5	156.9	47.6	204.5	0.0	0.0	0.0
2000	184.0	60.1	244.1	184.0	60.1	244.1	0.0	0.0	0.0
2001	217.4	76.9	294.3	211.8	72.9	284.7	5.6	4.0	9.6
2002	259.6	99.3	358.9	247.4	90.9	338.3	12.2	8.4	20.6
2003	310.6	124.9	435.5	265.7	94.2	359.9	44.9	30.7	75.6
2004	325.6	136.4	462.0	276.3	101.4	377.7	49.3	35.0	84.3
2005	343.7	150.2	493.9	292.2	112.2	404.4	51.5	38.0	89.5
2006	364.9	166.6	531.5	299.0	111.1	410.1	65.9	55.5	121.4
2007	389.4	185.9	575.3	314.0	120.1	434.1	75.4	65.8	141.2
2008	418.8	208.7	627.5	309.7	114.9	424.6	109.1	93.8	202.9
2009	437.6	227.7	665.3	322.6	125.1	447.7	115.0	102.6	217.6
2010	462.0	251.3	713.3	330.7	133.0	463.7	131.3	118.3	249.6
2011	484.4	274.6	759.0	342.5	136.9	479.4	141.9	137.7	279.6
2012	514.6	305.4	820.0	357.5	147.2	504.7	157.1	158.2	315.3
2013	542.8	337.2	880.0	378.2	163.9	542.1	164.6	173.3	337.9
2014	584.0	380.1	964.1	393.2	172.9	566.1	190.8	207.2	398.0
2015	631.7	431.5	1063.2	413.9	188.8	602.7	217.8	242.7	460.5
2016	694.0	495.9	1189.9	429.3	201.5	630.8	264.7	294.4	559.1
2017	762.9	571.1	1334.0	475.2	238.3	713.5	287.7	332.8	620.5
2018	832.4	651.0	1483.4	495.0	253.7	748.7	337.4	397.3	734.7

Tabla 8.2.9
Flujo Costo/Beneficio del Plan Maestro Propuesto
(Mill.US\$)

Año	Costo Económico	Beneficio Económico	Flujo Neto de Caja	Descuento Flujo de Caja (12%)		
				Costo	Beneficio	Neto
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1999	6.7	0.0	(6.7)	6.0	0.0	-6.0
2000	7.2	0.0	(7.2)	5.7	0.0	-5.7
2001	8.1	9.6	1.5	5.8	6.8	1.1
2002	14.5	20.6	6.1	9.2	13.1	3.9
2003	15.9	75.6	59.7	9.0	42.9	33.9
2004	16.1	84.3	68.2	8.1	42.7	34.6
2005	15.6	89.5	73.9	7.1	40.5	33.4
2006	16.2	121.4	105.2	6.5	49.0	42.5
2007	17.9	141.2	123.3	6.5	50.9	44.5
2008	16.3	202.9	186.6	5.3	65.3	60.1
2009	15.4	217.6	202.2	4.4	62.6	58.1
2010	10.7	249.6	238.9	2.7	64.1	61.3
2011	13.4	279.6	266.2	3.1	64.1	61.0
2012	12.2	315.3	303.1	2.5	64.5	62.0
2013	14.3	337.9	323.6	2.6	61.7	59.1
2014	12.2	398.0	385.8	2.0	64.9	62.9
2015	15.2	460.5	445.3	2.2	67.1	64.9
2016	14.8	559.1	544.3	1.9	72.7	70.8
2017	12.0	620.5	608.5	1.4	72.0	70.7
2018	11.5	734.7	723.2	1.2	76.2	75.0
Residual		241.0	241.0	0.0	22.3	22.3
Total	266.0	5,158.9	4,892.9	93.2	1,003.5	910.3

B/C	-	10.8
VPN	(Mill. US\$)	910.3
TIR	%	99.9

2) Paquete del Proyecto

Ciento cuatro proyectos de vías están combinados, de acuerdo a su función o a su ubicación, en 22 paquetes de vías. Cada paquete se evalúa individualmente. Los resultados se presentan en la Tabla 8.2.10. La relación entre el TIR y el VPN se ilustra en la Figura 8.2.4.

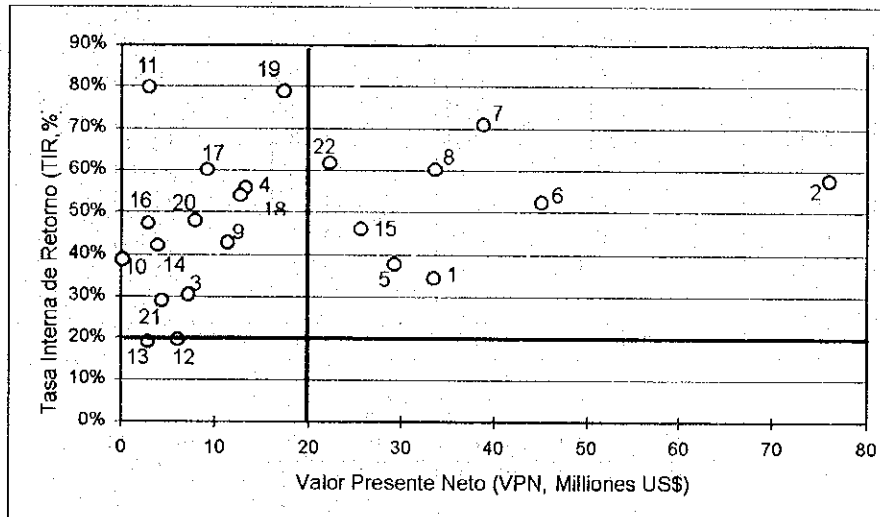
Si dividimos el área gráficamente en cuatro regiones con dos líneas, de TIR=20% y de VPN=US\$ 20 millones, los paquetes de vías se podrán clasificar en cuatro grupos. Más de la mitad de los paquetes corresponde al grupo de TIR alto y VPN moderado. Los paquetes que muestran un TIR alto y un VPN largo en el primer cuadrante son el 1, 2, 5, 6, 7, 8, 15 y 22. De estos, el proyecto con un TIR mayor es el paquete 7 (Pista Sabana Grande) y el que muestra el VPN más largo es el paquete 2 (Travesía).

Tabla 8.2.10
Evaluación Económica del Paquete Proyecto de Vías

(US\$ millones)

No	Nombre del Paquete Proyecto	Costo Financiero	Costo Económico	Beneficio en el 2018	Indicadores de Evaluación		
					Valor Presente Neto	TIR %	Relación Costo/Beneficio
1	Carretera Norte	20.6	17.1	28.5	33.5	34.4	4.4
2	Travesía	48.2	40.6	92.9	76.0	57.6	7.0
3	Pista Juan Pablo II	11.4	9.7	7.5	7.2	30.3	2.9
4	Carretera Sur	9.9	8.4	20.4	-13.2	55.8	6.4
5	Pista Portezuelo	11.1	9.4	19.4	29.3	37.9	5.9
6	Pista Rural de Circunvalación	13.6	11.6	19.5	45.0	52.4	6.6
7	Pista Sabana Grande	14.3	12.1	21.1	38.8	70.9	9.6
8	Av. Bolivar- Carretera a Masaya	11.3	9.4	41.9	33.6	60.3	10.4
9	Carretera Nueva a Leon	8.3	6.7	12	11.3	42.8	5.0
10	Carretera Vieja a Leon	4.6	3.8	2.1	0.1	38.7	1.3
11	Pista Alterná a Masaya	10.8	9.0	21.1	3.0	79.8	3.5
12	Paquete Vías del Centro (Corto Plazo)	12.7	11.5	5.9	6.1	19.7	1.9
13	Paquete Vías del Centro (Mediano Plazo)	12.8	11.6	3.6	2.9	19.1	1.6
14	Paquete Vías del Centro (Largo Plazo)	10.0	8.7	6.6	3.9	42.2	3.1
15	Paquete Vías Occidente (Mediano Plazo)	15.3	12.8	24.8	25.6	46.2	5.7
16	Paquete Vías Occidente (Largo Plazo)	10.4	8.6	8.1	2.9	47.3	3.2
17	Paquete Vías del Sur (Corto Plazo)	1.6	1.3	6.6	9.2	60.1	13.5
18	Paquete Vías del Sur (Mediano Plazo)	7.7	6.6	11.3	12.7	54.0	6.1
19	Paquete Vías del Sur (Largo Plazo)	17.4	14.7	39.4	17.3	78.9	7.1
20	Paquete Vías Oriente (Corto Plazo)	2.4	2.0	4.8	7.9	48.0	7.7
21	Paquete Vías Oriente (Mediano Plazo)	7.0	5.9	2.5	4.4	28.9	2.8
22	Paquete Vías Oriente (Largo Plazo)	52.8	44.3	60	22.2	61.7	3.9
Total		314.2	266.0	460.0	406.2	-	-

Figura 8.2.4
TIR y VPN del Paquete Proyecto de Vías



8.2.4 Proyecto Travesía de Peaje

En la sección anterior, la Travesía se trata como una vía urbana expresa con acceso controlado pero libre de cobro. Aquí se analiza la influencia de la Travesía, como vía con cobro de peaje, al TIR económico. Si el peaje es de US\$1.00 / uso (casi C\$10 / uso), el flujo de caja es como se muestra en la Tabla 8.2.11. Aún cuando el valor TIR baja a menos de la mitad del caso sin cobro, este es del 23%, todavía lo suficientemente alto para considerarlo como un proyecto económicamente factible.

La Tabla 8.2.12 muestra los valores TIR bajo diferentes peajes, desde cero hasta US\$2.00. En la mayoría de los casos, si mayor es la tasa de cobro menor será el TIR económico, porque el resultado de la asignación del tráfico es una aproximación del sistema ideal donde el bloqueo total es mínimo y el cobro distorsionará la solución óptima. Como lo muestra la tabla, el proyecto implica un TIR alto del 58% sin peaje y el TIR baja a 23% con un peaje de US\$1.00, y a 16% con un peaje de US\$1.60. La flexibilidad del TIR al cobro de peaje es más bien alta. Por consiguiente, si el proyecto se implementa como una vía de peaje se deberá prestar cuidadosa atención para no sacrificar demasiado el beneficio económico.

Tabla 8.2.11
Costo Económico y Beneficio del Proyecto Travesía de Peaje
(mill. US\$)

Año	Costo del Proyecto		Beneficio (Peaje=US\$1)	Flujo de Caja Económico	Descuento al Flujo de Caja (al 12%)
	Financiero	Económico			
1999	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2001	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2002	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2004	8.37	7.56	0.00	-7.56	-3.83
2005	4.03	3.22	0.00	-3.22	-1.46
2006	4.03	3.22	0.00	-3.22	-1.30
2007	0.00	0.00	0.72	0.72	0.26
2008	0.00	0.00	0.90	0.90	0.29
2009	7.41	6.55	1.44	-5.11	-1.47
2010	4.29	3.43	2.30	-1.13	-0.29
2011	4.29	3.43	3.69	0.26	0.06
2012	7.30	6.46	5.90	-0.56	-0.11
2013	4.23	3.38	9.44	6.06	1.11
2014	4.23	3.38	16.04	12.66	2.07
2015	0.00	0.00	30.61	30.61	4.46
2016	0.00	0.00	32.22	32.22	4.19
2017	0.00	0.00	33.92	33.92	3.94
2018	0.00	0.00	35.70	35.70	3.70
Residual	-	-29.09	0.00	29.09	2.69
Total	48.17	11.55	172.87	161.32	14.30

Tabla 8.2.12
Evaluación Económica del Proyecto Travesía de Peaje

Peaje (US\$)	TIR %	VPN (mill.US\$)	B/C
0.0	57.6	75.35	6.97
0.2	45.2	53.10	5.20
0.4	37.7	39.30	4.11
0.6	32.1	28.97	3.29
0.8	26.7	20.06	2.59
1.0	23.2	14.30	2.13
1.2	19.5	9.25	1.73
1.4	18.3	7.42	1.59
1.6	16.1	4.54	1.36
1.8	13.9	1.98	1.16
2.0	11.9	-0.08	0.99

8.2.5 Proyecto Corredor de Transporte Público

El proyecto del Corredor de Transporte Público se compone de dos paquetes; uno de los proyectos es a lo largo de la Carretera Panamericana Norte y el otro incluye dos componentes a lo largo de la Pista Juan Pablo II y Pista Sabanagrande. Los paquetes se evaluaron individual y juntos. El resultado se muestra en Tablas 8.2.13 y Tabla 8.2.14

Este tipo de proyectos no requiere grandes sumas de inversión en el desarrollo de la infraestructura, más bien algunas veces puede generar una recuperación económica significativa. Los paquetes recomendados implican un TIR extremo como de 86% del Paquete 1 y 66% del Paquete 2. Si los combinamos en uno solo el TIR será de 89%, lo cual es mayor que cualquiera de ellos por separado. Esto sugiere su efecto multiplicador, afectándose mutuamente en forma ventajosa.

Este análisis económico no considera el cobro por usuario. El análisis financiero de estos paquetes presentado en la siguiente sección supondrá los cargos mínimos de los buses usuarios del carril de bus. El cobro por los servicios del transporte sacrificará más o menos su recuperación económica. En este caso, sin embargo, no se requerirá el análisis de relación intermedia del TIR económico y financiero debido a que el TIR económico es muy alto mientras que la tasa de cobro es mínima.

Tabla 8.2.13
Costo Económico y Beneficio del Proyecto Corredor de Transporte Público

(Millones US\$)

Año	Costo Económico			Beneficio Económico			Flujo Neto de Caja		
	"1" & "2"	"1" solo	"2" solo	"1" & "2"	"1" solo	"2" solo	"1" & "2"	"1" solo	"2" solo
1999	0.92	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.92	-0.92	0.00
2000	0.92	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.92	-0.92	0.00
2001	0.92	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.92	-0.92	0.00
2002	0.92	0.92	0.00	4.00	4.00	0.00	3.08	3.08	0.00
2003	0.92	0.92	0.00	8.00	8.00	0.00	7.08	7.08	0.00
2004	1.76	0.36	1.40	7.28	7.28	0.00	5.52	6.92	-1.40
2005	1.76	0.36	1.40	6.56	6.56	0.00	4.80	6.20	-1.40
2006	1.76	0.36	1.40	5.84	5.84	0.00	4.08	5.48	-1.40
2007	1.76	0.36	1.40	17.91	5.12	2.45	16.15	4.76	1.05
2008	1.76	0.36	1.40	19.90	4.40	4.90	18.14	4.04	3.50
2009	1.10	0.51	0.59	23.95	5.80	6.41	22.85	5.29	5.82
2010	1.10	0.51	0.59	28.83	7.64	8.38	27.73	7.13	7.79
2011	1.10	0.51	0.59	34.69	10.06	10.95	33.59	9.55	10.36
2012	1.10	0.51	0.59	41.75	13.25	14.32	40.66	12.75	13.73
2013	1.10	0.51	0.59	50.25	17.46	18.73	49.15	16.95	18.14
2014	1.10	0.51	0.59	60.48	23.00	24.49	59.38	22.50	23.90
2015	1.10	0.51	0.59	72.79	30.31	32.03	71.69	29.80	31.43
2016	1.10	0.51	0.59	87.61	39.93	41.88	86.51	39.42	41.29
2017	1.10	0.51	0.59	105.44	52.60	54.76	104.34	52.10	54.17
2018	1.10	0.51	0.59	126.90	69.30	71.60	125.80	68.79	71.01
Residual	-14.1	-6.1	-8.0				14.08	6.12	7.96
Total	10.31	5.37	4.93	702.18	310.55	290.90	691.88	305.18	285.96

Tabla 8.2.14
Evaluación Económica del Proyecto Corredor de Transporte Público

Indicador	Unidad	Paquetes		
		"1" & "2"	"1" solo	"2" solo
VPN	mill.US\$	118.57	53.43	40.01
B/C	-	16.6	13.1	13.5
TIR	%	88.9	86.2	66.1

La Tabla 8.2.15 muestra el resultado de la evaluación económica para la construcción del proyecto del Corredor de Transporte Público sobre la Carretera Norte (Paquete 1) combinado con el proyecto de ampliación de carreteras que son propuestas como proyectos a corto plazo. Cuando se acompañan con componente de ampliación de carreteras, el EIRR del Corredor de Transporte Público sobre la Carretera Norte decrece de 86% a 52%. Aunque esto aún es alto y ciertamente factible económicamente.

Tabla 8.2.15
Evaluación Económica para el Corredor de Transporte Público y
Ampliación de la Carretera Norte

Año	Costo (Millones US\$)			Beneficio (Millones US\$)			Flujo de Caja	Flujo de Caja Descontado	
	Ampliación	CTP	Total	Ampliación	CTP	Total		Costo	Beneficio
1999	0.00	0.92	0.92	0.00	0.00	0.00	(0.92)	0.82	0.00
2000	3.53	0.92	4.45	0.00	0.00	0.00	(4.45)	3.55	0.00
2001	1.67	0.92	2.59	0.00	0.00	0.00	(2.59)	1.84	0.00
2002	4.92	0.92	5.84	0.00	4.00	4.00	(1.84)	3.71	2.54
2003	2.72	0.92	3.64	0.00	8.00	8.00	4.36	2.06	4.54
2004	0.00	0.36	0.36	3.60	7.28	10.88	10.52	0.18	5.51
2005	0.00	0.36	0.36	5.10	6.56	11.66	11.30	0.16	5.27
2006	0.00	0.36	0.36	6.60	5.84	12.44	12.08	0.15	5.02
2007	0.00	0.36	0.36	8.10	5.12	13.22	12.86	0.13	4.77
2008	0.00	0.36	0.36	9.60	4.40	14.00	13.64	0.12	4.51
2009	2.58	0.51	3.09	9.60	5.80	15.40	12.31	0.89	4.43
2010	1.73	0.51	2.22	9.60	7.64	17.24	15.01	0.57	4.42
2011	0.00	0.51	0.51	13.63	10.06	23.69	23.19	0.12	5.43
2012	0.00	0.51	0.51	15.15	13.25	28.40	27.89	0.10	5.81
2013	0.00	0.51	0.51	16.83	17.46	34.29	33.78	0.09	6.26
2014	0.00	0.51	0.51	18.70	23.00	41.70	41.20	0.08	6.80
2015	0.00	0.51	0.51	20.78	30.31	51.08	50.58	0.07	7.44
2016	0.00	0.51	0.51	23.09	39.93	63.01	62.51	0.07	8.19
2017	0.00	0.51	0.51	25.65	52.60	78.25	77.75	0.06	9.09
2018	0.00	0.51	0.51	28.50	69.30	97.80	97.29	0.05	10.14
Resto	-8.64	-6.12	-14.76			0.00	14.76	-1.37	0.00
Total	8.50	5.37	13.87	214.52	310.55	525.07	511.20	13.47	100.18

Nota: CTP: Corredor de Transporte Público

TIER=	51.6%
VPN=	86.7
C/B=	7.4

8.3 Evaluación Financiera

8.3.1 Proyecto Travesía (Vía de Peaje)

- La Tabla 8.3.1 muestra el volumen de tráfico y la rentabilidad del Proyecto Travesía estimado por asignación de tráfico. Este ejercicio presupone lo siguiente:
 - Peaje doble para buses comparado al de carro de pasajero (ej. la misma tasa por PCU)
 - 310 días de operación al año

Tabla 8.3.1
Volumen de Tráfico e Ingresos del Proyecto Travesía por Peaje

Peaje (US\$)	2008				2018			
	Patrocinio (1000pcu/día)			Ingreso Total (Millones US\$/Año)	Patrocinio (1000pcu/día)			Ingreso Total (Millones US\$/Año)
	Privado	Público	Total		Privado	Público	Total	
0	100.2	5.2	105.4	0.00	144.8	11.2	156.0	0.00
0.2	39.7	1.7	41.4	2.57	134.2	10.1	144.3	8.95
0.4	16.5	0.6	17.1	2.12	111.3	5.7	117.0	14.51
0.6	7.7	0.3	8.0	1.49	88.8	4.4	93.2	17.34
0.8	3.7	0.2	3.9	0.97	71.4	3.6	75.0	18.60
1.0	1.7	0.1	1.8	0.56	56.8	3.0	59.8	18.54
1.2	1.0	0.0	1.0	0.37	47.2	2.6	49.8	18.53
1.4	-	-	-	-	40.4	2.4	42.8	18.58
1.6	-	-	-	-	33.7	2.1	35.8	17.76
1.8	-	-	-	-	28.8	2.0	30.8	17.19
2.0	-	-	-	-	24.9	1.8	26.7	16.55

- Para el 2008, la demanda del tráfico es fácilmente manejable fuera de la Travesía a un costo relativamente bajo. Esto se debe al bajo valor del tiempo del pasajero y a la comparativamente poca congestión de las vías alternas. En contraste, la demanda del tráfico no se presenta a un costo muy alto para el 2018. Con un peaje en los niveles de US\$0.8, casi la mitad (½) de la demanda potencial será de la Travesía y cerca de 1/3 le corresponderá al peaje de US\$1.0. El mayor ingreso se puede adjudicar al nivel de US\$0.8 ~ 1.2. Dentro de este rango, los ingresos permanecen casi constantes. Los ingresos de peaje obtenidos por bus son solo del 5% del ingreso total. El impacto del bus en la viabilidad financiera es menor.
- La Tabla 8.3.2 muestra el costo y flujo de ingresos del proyecto, en el supuesto de un peaje de US\$0.2 en el año 2006 (iniciando con el año) y de US\$1.0 en el 2018, y un incremento gradual en el peaje para los años intermedios. Este supuesto ofrece la mayor factibilidad financiera con un TIR financiero de 16.5%. Sin embargo, debido al déficit en el flujo de caja hacia el 2014, la operatividad del peaje enteramente por el sector privado sería difícil. Se necesitarán algunas medidas de subsidio por parte del Gobierno.

Tabla 8.3.2
Costo e Ingresos del Proyecto de Travesía con Peaje

(US\$ 000)

Año	Costo Financiero del Proyecto				Ingresos	Flujo Neto de Caja	Reducción Flujo Caja (de 12%)
	Costo de Construcción	Costo ROW	Costos de Operación	Total			
1999	0	0		0	0	0	0
2000	0	0		0	0	0	0
2001	0	0		0	0	0	0
2002	0	0		0	0	0	0
2003	0	0		0	0	0	0
2004	4,027	4,341		8,368	0	-8,368	-4,239
2005	4,027	0		4,027	0	-4,027	-1,822
2006	4,027	0	33	4,060	1,100	-2,960	-1,195
2007	0	0	66	66	2,200	2,134	770
2008	0	0	73	73	2,445	2,371	763
2009	4,289	3,120	88	7,497	2,933	-4,564	-1,312
2010	4,289	0	106	4,395	3,520	-874	-224
2011	4,289	0	127	4,416	4,224	-192	-44
2012	4,227	3,075	215	7,517	7,181	-336	-69
2013	4,227	0	237	4,464	7,899	3,435	628
2014	4,227	0	261	4,488	8,689	4,202	685
2015	0	0	386	386	12,871	12,485	1,818
2016	0	0	429	429	14,301	13,872	1,804
2017	0	0	477	477	15,890	15,413	1,790
2018	0	0	530	530	17,655	17,126	1,775
Residual	-	-	-	-	35,229	35,229	3,261
Total	37,629	10,536	3,027	51,192	136,138	84,946	4,388

Nota: Tasa del Peaje en 2006 y 2018 es de US\$0.2 y 1.0 respectivamente.

- La Tabla 8.3.3 presenta los resultados de la evaluación financiera del Proyecto, bajo el supuesto de abrir la Travesía en el 2006, para la sección entre la Carretera Sur y la Carretera a Masaya, con un peaje de US\$0.2. Este ejercicio pretende probar la viabilidad financiera a los distintos niveles de peaje del 2018. La viabilidad financiera es la más alta para el 2018 con un peaje entre US\$1.0 y 1.2.

Tabla 8.3.3
Evaluación Financiera del Proyecto Travesía con Peaje

Peajes del 2018 (US\$)	TIR %	Valor Presente Neto (US\$ 000)	Relación Costo/Beneficio
0.2	11.5	429	1.01
0.4	13.2	2,826	1.08
0.6	14.3	3,930	1.13
0.8	16.4	4,312	1.27
1.0	16.5	4,388	1.28
1.2	16.5	4,392	1.29
1.4	16.4	4,303	1.28
1.6	16.3	4,085	1.27
1.8	16.1	3,864	1.25
2.0	14.2	3,619	1.12

Nota: Peaje del 2006: US\$0.2/pcu.

- La Tabla 8.3.4 presenta los resultados de las pruebas de sensibilidad. Aún cuando el ingreso y costo se moviesen en dirección negativa, digamos en un 20%, la viabilidad financiera se mantiene.

Tabla 8.3.4
Sensibilidad del TIR Financiero del Proyecto Travesía de Peaje
a Cambio de Costo e Ingresos

Cambio a Ingresos	Cambio a Costo			
	Base (%)	10% arriba	20% arriba	30% arriba
Base	16.5	14.8	13.2	11.8
10%	14.9	13.3	11.7	10.4
20%	13.3	11.7	10.2	8.9
30%	11.6	10.1	8.6	7.3

8.3.2 Corredor de Transporte Público

- La Tabla 8.3.5 presenta los resultados de la asignación del tráfico realizado con el fin de evaluar el efecto de los Corredores de Transporte Públicos propuestos.

Tabla 8.3.5
Resultados de la Asignación del Tráfico

	1998	2003	2008	2018
1. Bus PCU-Kms en toda la Red Vial (000/día)	377	560	631	966
2. Bus PCU-Kms en el Corredor de Transporte Público (000/día)	-	117	208	289
• Carretera Norte	-	117	68	116
• Pista Juan Pablo II	-	-	80	93
• Pista Sabana Grande	-	-	60	80
3. Bus PCU en el Corredor de Transporte Público (000/día)	-	25	60	71
• Carretera Norte	-	25	17	23
• Pista Juan Pablo II	-	-	23	24
• Pista Sabana Grande	-	-	20	24

- La longitud promedio viaje de buses en el Corredor de Transporte Público es de 4.8 km en el 2003, de 3.4 km en el 2008 y de 4.1 en el 2018 (sección del Corredor de Transporte Público únicamente). Se observa que la mayoría de los buses usan el Corredor como una parte de sus rutas.
- El número de unidades de bus operando en Managua actualmente es de 930. Por lo tanto, el promedio de vehículos-kms por día se calculó en 203 km/bus, basados en el resultado de la asignación del tráfico (1 bus = 2 PCU). Esta cifra se aproxima bastante a la obtenida por medio de la encuesta (190 km/bus).
- El número de unidades de bus factible a que utilicen los Corredores de Transporte Público se estimó bajo los siguientes supuestos:
 1. El número de unidades de bus aumenta en proporción a PCU-kms.
 2. Los buses recorren el 50% de sus rutas en el Corredor.
- Los resultados se presentan en la Tabla 8.3.6.

Tabla 8.3.6
No. de Unidades de Bus en el Corredor de Transporte Público

	2003	2008	2018
Carretera Norte	576	338	572
Pista Juan Pablo II	-	392	463
Pista Sabana Grande	-	294	394
Total	576	1,024	1,426

- El monto por uso del Corredor de Transporte Público se supuso en C\$75 por día por bus. Esto corresponde a C\$0.10 por pasajero, tomando el nivel operativo actual, por ejemplo, 750 pasajeros por día por bus.
- Por tanto, el ingreso obtenido por la operación de los Corredores de Transporte Público puede estimarse como se presenta en la Tabla 8.3.7.

Tabla 8.3.7
Ingreso Estimado por los Corredores de Transporte Público Propuestos
(US\$ millones/año)

	2003	2008	2018
Carretera Norte	1.28	0.75	1.23
Pista Juan Pablo II	-	0.87	1.02
Pista Sabana Grande	-	0.65	0.87
Total	1.28	2.27	3.12

Nota: Operación de 310 días/año.

- La Tabla 8.3.8 presenta el resultado del análisis financiero de los Corredores de Transporte Público propuestos. Este resultado supone un aumento en el ingreso en proporción al crecimiento de la demanda del transporte y un costo de operación anual del 3% de los ingresos. Cuando el Paquete 2 abra, los ingresos del Paquete 1 disminuirán considerablemente debido a la desviación de la demanda.
- En conclusión, la viabilidad financiera no es tan alta como para que el sector privado no pueda implementar el Proyecto sin el subsidio del sector público. Esto se debe principalmente a la duración de la inversión, que se adjudica casi la mitad de los ingresos anuales estimados. Considerando, sin embargo, que el TIR financiero es cerca de un 10-11% en términos reales, se puede gestionar un préstamo comercial con una tasa de interés del 20%. El siguiente arreglo sería deseable.
 1. Financiamiento del Gobierno para la inversión inicial (Beneficio económico es grande).
 2. Operación y recuperación por institución pública o semi-pública recién establecida.
 3. Operación por institución para ambos Paquete 1 y 2 (La interacción de ambos paquetes es fuerte).
- La Tabla 8.3.9 presenta los resultados de la prueba de sensibilidad en el cambio al monto de la tasa. Si el precio se incrementase a C\$100/día/bus en vez de los supuestos C\$75/día/bus, el proyecto se hace altamente factible.

Tabla 8.3.8
Análisis Financiero del Proyecto Corredor de Transporte Público

(US\$ 1000)

Año	Paquete 1 (Carretera Norte)				Paquete 2 (Pista J.Pablo II/Sabanagrande)				Paquete 1 y 2			
	Costo		Ingreso	Flujo Neto de Caja	Costo		Ingreso	Flujo Neto de Caja	Costo		Ingreso	Flujo Neto de Caja
	Inversión	Operación			Inversión	Operación			Inversión	Operación		
1999	1150			-1150					1150	0	0	-1150
2000	1150			-1150					1150	0	0	-1150
2001	1150			-1150					1150	0	0	-1150
2002	1150	31	1024	-157					1150	31	1024	-157
2003	1150	38	1280	92					1150	38	1280	92
2004	455	40	1318	824	1746			-1746	2201	40	1318	-922
2005	455	41	1358	862	1746			-1746	2201	41	1358	-884
2006	455	42	1399	902	1746			-1746	2201	42	1399	-844
2007	455	32	1061	574	1746	61	760	-1047	2201	93	1821	-473
2008	455	23	750	273	1746	122	1520	-348	2201	144	2270	-75
2009	634	24	788	130	739	124	1553	690	1373	148	2342	821
2010	634	25	828	169	739	127	1588	722	1373	152	2416	891
2011	634	26	870	210	739	130	1623	754	1373	156	2493	964
2012	634	27	914	253	739	133	1658	787	1373	160	2573	1039
2013	634	29	960	298	739	136	1695	820	1373	164	2655	1118
2014	634	30	1009	345	739	139	1732	855	1373	169	2741	1200
2015	634	32	1060	395	739	142	1770	890	1373	173	2831	1284
2016	634	33	1114	447	739	145	1809	926	1373	178	2924	1372
2017	634	35	1171	502	739	148	1849	962	1373	183	3020	1464
2018	634	37	1230	559	739	151	1890	1000	1373	188	3120	1559
Residual			7,031	7,031			9,743	9,743	0	0	16,774	16,774
Total	14,365	544	18,135	3,226	16,120	1,556	19,449	1,773	30485	2,100	37,583	4,998
NPV				-820				-1,397				-2,217
B/C				0.87				0.73				0.81
IRR				11.3%				9.9%				10.6%

Tabla 8.3.9
Sensibilidad Financiera TIR del Proyecto Corredor de Transporte Público a Cobro de Tasa

(%)

Tasa (C\$/día/unit)	Paquete 1 Carretera Norte	Paquete 2 Pista J.Pablo II/Sabanagrande	Paquete 1 & 2
50	4.6	4.8	4.7
60	7.2	6.9	7.0
70	10.0	8.9	9.4
75*	11.3	9.9	10.6
80	12.7	10.9	11.9
90	15.5	12.9	14.3
100	18.3	14.8	16.8

*Tasa recomendada

8.3.3 Terminal de Transporte Público

- Esta sección pretende ofrecer una evaluación financiera indicativa en un caso típico de construcción de una terminal de transporte público. De igual forma, para el Área Prioritaria del Transporte Público, la viabilidad financiera está estudiada implícitamente en la prueba de sensibilidad al incluir su costo en el proyecto de la terminal.
- Los ingresos de una terminal típica de 1 ha. se estimó en US\$0.23 millones anuales, suponiendo lo siguiente:

Cobros por Terminal	C\$5/salida (promedio)
No. de camas	30
No. de salidas/camas/día	50
No. de operación días/año	310

- El Costo de construcción de una terminal de 1 ha. es de US\$0.75 millones. Este costo puede incrementarse a US\$0.85 millones si se adiciona el costo de la tierra, y aún más a US\$1.05 millones si se le suma el costo del Área Prioritaria del Transporte Público.
- Tabla 8.3.10 muestra el resultado del análisis financiero del proyecto, el cual presupone un ingreso constante y un costo de operación del 5% de los ingresos. No se tomó en consideración el valor residual.

Tabla 8.3.10
Evaluación de Proyecto de Terminal de Transporte Público

Año	Costo			Ingresos	Flujo Neto de Caja	Reducción de Flujo de Caja (12%)
	Inversión	Operación	Total			
1999	350.0		350.0		-350.0	-312.5
2000	400.0		400.0		-400.0	-318.9
2001		11.5	11.5	230.0	218.5	155.5
2002		11.5	11.5	230.0	218.5	138.9
2003		11.5	11.5	230.0	218.5	124.0
2004		11.5	11.5	230.0	218.5	110.7
2005		11.5	11.5	230.0	218.5	98.8
2006		11.5	11.5	230.0	218.5	88.2
2007		11.5	11.5	230.0	218.5	78.8
2008		11.5	11.5	230.0	218.5	70.4
2009		11.5	11.5	230.0	218.5	62.8
2010		11.5	11.5	230.0	218.5	56.1
2011		11.5	11.5	230.0	218.5	50.1
2012		11.5	11.5	230.0	218.5	44.7
2013		11.5	11.5	230.0	218.5	39.9
2014		11.5	11.5	230.0	218.5	35.6
2015		11.5	11.5	230.0	218.5	31.8
2016		11.5	11.5	230.0	218.5	28.4
2017		11.5	11.5	230.0	218.5	25.4
2018		11.5	11.5	230.0	218.5	22.7
Total	750.0	207.0	957.0	4140.0	3183.0	631.4

TIR	25.6%
VPN	631.4
B/C	1.9

- El proyecto prueba su alta factibilidad financiera. Aún cuando el costo se incrementase en un 30% y los ingresos disminuyesen otro 30%, el proyecto continúa factiblemente económico, como se demuestra por la prueba de sensibilidad que se presenta en la Tabla 8.3.11. El proyecto es apropiado para que el sector privado tome la iniciativa.

Tabla 8.3.11
Sensibilidad del TIR Financiero para el Proyecto de
Terminal de Transporte Público

(%)

Cambio del Ingreso	Cambio del Costo			
	Base	Sobre 10%	Sobre 20%	Sobre 30%
Base	25.6	23.3	21.4	19.7
10% menos	23.1	21.0	19.2	17.6
20% menos	20.5	18.6	16.9	15.5
30% menos	17.8	16.1	14.5	13.2