

Tabla 17.1-3 Diversos Planes De Incentivos Financieros Privados

Abbreviation	Full Name	Contents
BOT	Built - Operate - Transfer	Private sector builds a facility and manages/operates it for a contract period and transfers ownership of the facility to the Government.
BTO	Built - Transfer - Operate	Private sector builds a facility and after completion transfers ownership to the Government and operates it.
BOO	Built - OWN - Operate	Private sector builds a facility, owns and operate it permanently. Private railway lines in Japan are under this scheme.
BLT	Built - Lease - Transfer	Private sector builds and leases a facility to a public operating agency for a certain period and after the period transfers the right of operation. This scheme is to separate ownership and operation to avoid investor's market risk.
BMT	Built - Maintain - Transfer	Private sector builds and leases a facility to a public operating agency for a certain period and transfers ownership to the agency.
AOT	Acquire - Operate - Transfer	In a subway project, for example, public sector develops infrastructure and private sector acquires rolling stock and operates the subway for a certain period and transfers ownership of rolling stock to the Government.

17.2. LA AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR

17.2.1. LA INVERSION Y PROGRAMA DE IMPLEMENTACION

- La Autopista Interior de Anillo

(1) Características del proyecto

1) Estructura

La autopista interior de anillo es un viaducto de doble calzada y doble carril, de 16.6 km de longitud en el que 1.6 km de extensión en la Calle 6 se construyen debajo del proyecto de la Autopista del sur.

En la sección estándar, la subestructura es de casquetes de concreto reforzado, columnas y/o marco rígido de concreto reforzado, apoyado por pilotes y columnas ϕ 1.0 m fundidos in situ y la superestructura es de placa aligerada P.C..

En los lugares donde el viaducto cruza sobre los pasos elevados existentes, la superestructura es viga en "I" de concreto prefabricado p.c. o viga de lámina de acero con anclajes de concreto reforzado.

Donde el viaducto esté cruzando en paralelo sobre el paso elevado existente, la subestructura es de casquetes de concreto reforzado con viga y columna de acero, apoyada por pilotes ϕ 1.0 m fundidos in situ y la superestructura es de viga de caja de acero con anclajes de concreto reforzado.

La superficie de la vía del viaducto es 11~14 mts más alta que la vía existente.

La barrera transparente anti-ruido de 2.0 mts de alta, se instala sobre la de baranda concreto reforzado de 1.0 mt de alta.

2) Construcción

Como se dijo en el capítulo 16, a fin de evitar cualquier interferencia del tráfico sobre las vías, las actividades importantes tienen que ser efectuadas en la noche.

Para el trabajo estructural de fundación, las vías de superficie se cubren con el pórtico temporal de cubierta con el fin de no reducir el número de carriles durante el día.

Debe tomarse consideración y atención para asegurar los carriles de tránsito y así evitar cualquier congestión de tráfico.

El área de trabajo debe estar bien protegida de los tránsitos por una barrera móvil de seguridad y/o la cerca con luz de color intermitente e iluminación para la noche.

(2) Concepto Básico Sobre el Programa de Implementación

El programa de implementación para la autopista de anillo interior está planeado para el período de cinco y años y medio desde mediados del 2000 hasta el final del 2005.

La construcción se inicia un año y medio después (desde el 2002) que la Avenida Caracas, a fin de evitar, en la medida de lo posible, comenzar y desarrollar el trabajo a la vez que el proyecto de la Avenida Caracas. Esto, debido a que algunos tráficos se desvían desde esta a la Avenida Ciudad de Quito, con lo que se ocasiona congestión de tránsito sobre la vía como se describe atrás.

La adquisición de tierras y la compensación en esta ruta tiene que completarse dentro del período de diseño detallado.

El período de diseño detallado también incluye la invitación y selección del contratista(s).

(3) Implementación del Programa

Como se ilustra en la Tabla 17.2-1, la actividad de cada año es como se indica a continuación:

- 1) 2000 ~ 2001 : diseño detallado.
- 2) 2002 ~ 2005: construcción.

Tabla 17.2-1 Programa de Implementación - Autopista de Anillo Interior

Project Name and Cost	Length	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
M US\$	km	M US\$	M US\$	M US\$				
Inner Ring Expressway	15.000							
Total	638.586		11.122	26.081	67.965	205.587	205.586	122.236

□ Details Design
 ■ Construction

(4) Inversión Requerida

Según se muestra en la Tabla 17.2-1, la inversión requerida en cada año para implementar el proyecto es como se presenta en la Tabla 17.2-2.

Tabla 17.2-2 Inversión Requerida - Autopista Interior de Anillo

unidad: M US\$

2000	2001	2002	2003	2004	2005	Total
11.122	26.081	67.965	205.587	205.586	122.236	638.586

17.2.2. ESQUEMA DE DESARROLLO

(1) Referencia Básica

Un esquema de Incentivo al Financiamiento Privado (PFI) es difícil de aplicar al proyecto de Autopista de Anillo Interior, porque su Porcentaje de Retorno Financiero Interno (FIRR) es de sólo 4.9%. Sin embargo, su importancia económica se demuestra en este estudio. El Porcentaje de Retorno Económico Interno (EIRR) es de 16% o aún mayor, a menos que alguna ruta de troncal o el proyecto de Metro no sea implementado según lo programado. Por lo tanto, el gobierno debería buscar un crédito blando, por ejemplo, de un bajo porcentaje de tasa de interés con 5 ó 10 años de gracia. Si el Gobierno prepara un fondo para solucionar las dificultades financieras de los primeros diez años, el proyecto puede mantenerse financieramente por sí mismo. La necesidad de fondos es quizá menos del 30% de la inversión total. Como un ente para ejecutar la construcción, mantenimiento y operación del sistema, es recomendable el establecimiento de una agencia como la Corporación de Autopista Metropolitana de Bogotá

(2) Esquema de Desarrollo y Fuente de Recursos

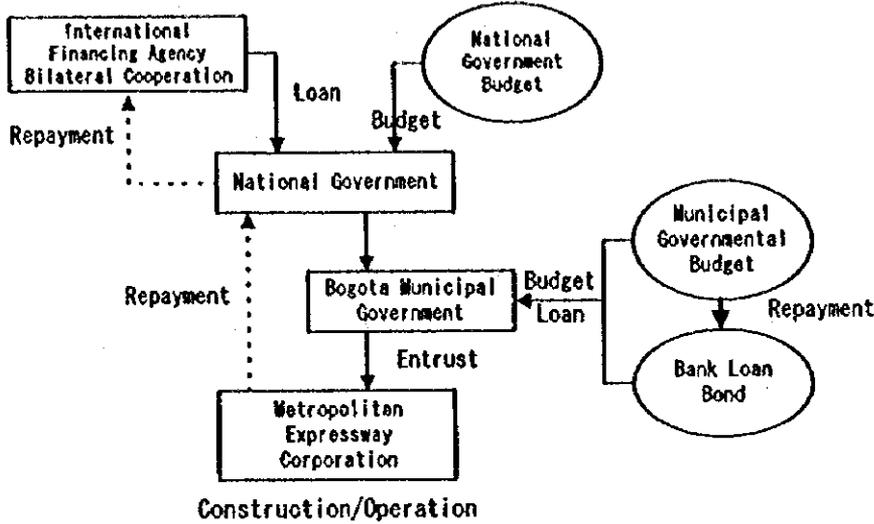
Como el FIRR del proyecto es del 4.9%, el problema está en decidir si se toma una política de subvención o no. Si no se toma, el gobierno no puede esperar el aporte de un capital privado y entonces la mayoría de los fondos requeridos tendrá que depender de un préstamo. En este caso, un préstamo comercial ordinario no es aplicable. Si la tasa de interés es superior al 10%, el gobierno tiene que subsidiar de cualquier manera para pagar los intereses. Es deseable un crédito blando de las Agencias de Desarrollo Internacional (IDA) o un crédito bilateral. También en lo que concierne al período de gracia, cuanto más largo, mejor. Porque, en el futuro largo, la renta aumentará suficiente para repagar el interés de un préstamo ordinario.

Si el gobierno decide tomar una política de subvención, puede llegar a ser posible una alternativa de financiación privada. Como se presume que el gobierno no tiene los fondos suficientes para hacer el desembolso en un solo pago, el plan PFI de "construya, arriende y traslade (BLT)" puede ser apropiado en este caso, más que un "BOT". (ver capítulo 17.1.2.). La renta de peaje no puede cubrir el cargo de arrendamiento y el déficit tiene que ser cubierto por la subvención del gobierno.

Para esos dos casos, los planes de desarrollo son presentados esquemáticamente en la Figura 17.2-1. En la alternativa 1, el costo de compensación y de adquisición de tierras de la inversión inicial es respaldado por el gobierno. Sin embargo, la cantidad es pequeña.

A menos que no haya recursos financieros específicos como un impuesto expreso para las subvenciones, la política de subvención será una carga financiera adicional sobre el presupuesto del gobierno. En consecuencia, la alternativa 2 no es recomendable.

Alternative 1: Development by Public Works



Alternative 2: Semi-Private Finance (BLT)

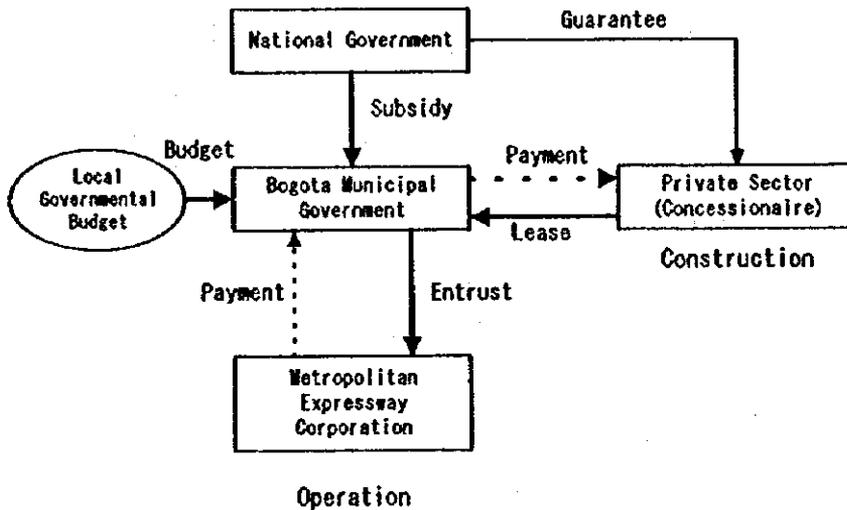


Figura 17.2-1 Esquema de desarrollo para la Autopista de Anillo Interior

17.2.3. ARREGLO INSTITUCIONAL

La autopista urbana necesitará de unas nuevas organizaciones de naturaleza pública que ejecuten y operen estos proyectos. Con anterioridad al establecimiento de estas organizaciones, deberán ser estatuidas las regulaciones y leyes pertinentes para darle un piso legal.

Aquí, la organización se llama tentativamente la "Corporación para la Autopista Metropolitana de Bogotá" o simplemente "la Corporación". El principal tenedor de

acciones es el Gobierno Central o el Gobierno Municipal. Si es necesario, los bancos gubernamentales podrán adherirse. La Corporación será una agencia de economía mixta.

El papel principal de la corporación será mantener y operar la autopista urbana en Bogotá. Si la red de autopistas se va a expandir en el futuro, la corporación será la encargada de estudiar, el diseño, contratación y supervisión del proyecto de construcción. Los papeles y las funciones de la corporación son:

- Operación de la autopista urbana
- Mantenimiento de la autopista urbana
- Gestión de nuevos proyectos de autopistas urbanas
- Estudio y control sobre transportes urbanos y la autopista

Por lo tanto, la organización de la corporación sería como se muestra en la Figura 17.2-2. Las figuras en paréntesis son el número asumido de personal en general. En la Figura 17.2-3, se muestran en forma detallada la función y las actividades de la corporación.

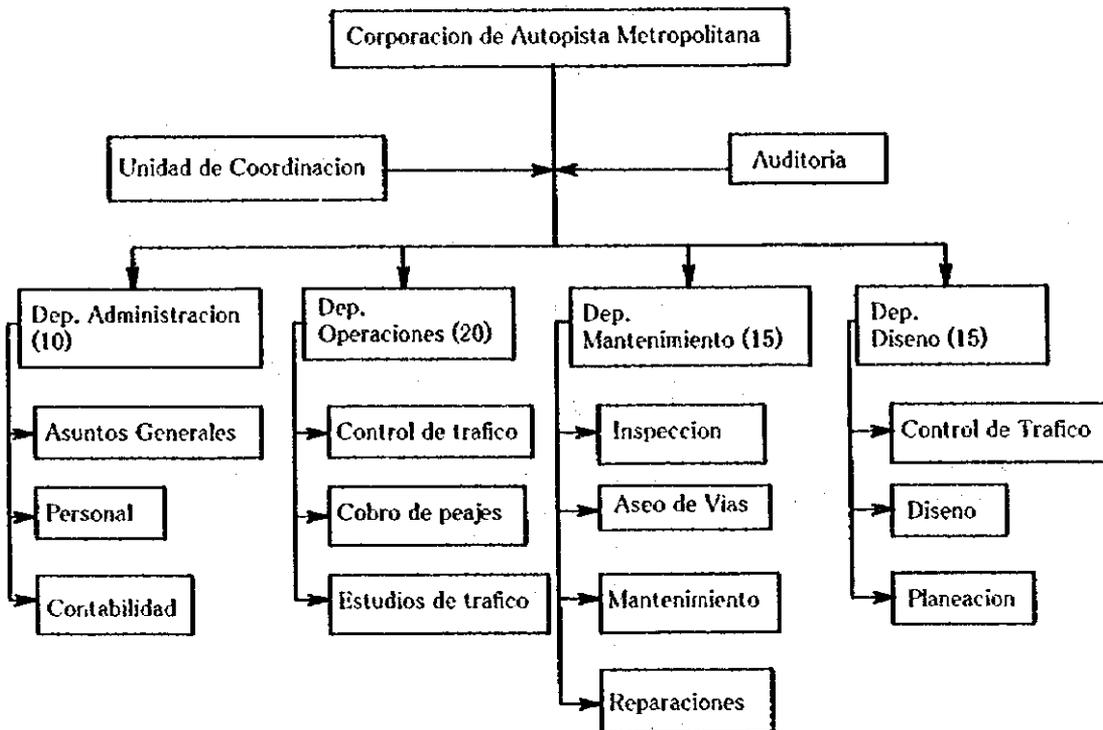


Figura 17.2-2 Organización de muestra de la Corporación de Autopista Metropolitana

El número de personal dependerá de si algunos trabajos tales como el recaudo de peajes, el aseo de la vía, la atención de accidentes y demás se hacen internamente o encomendados a una agencia externa basados en un contrato. Aquí, el número de personal se estima con base en la condición posterior.

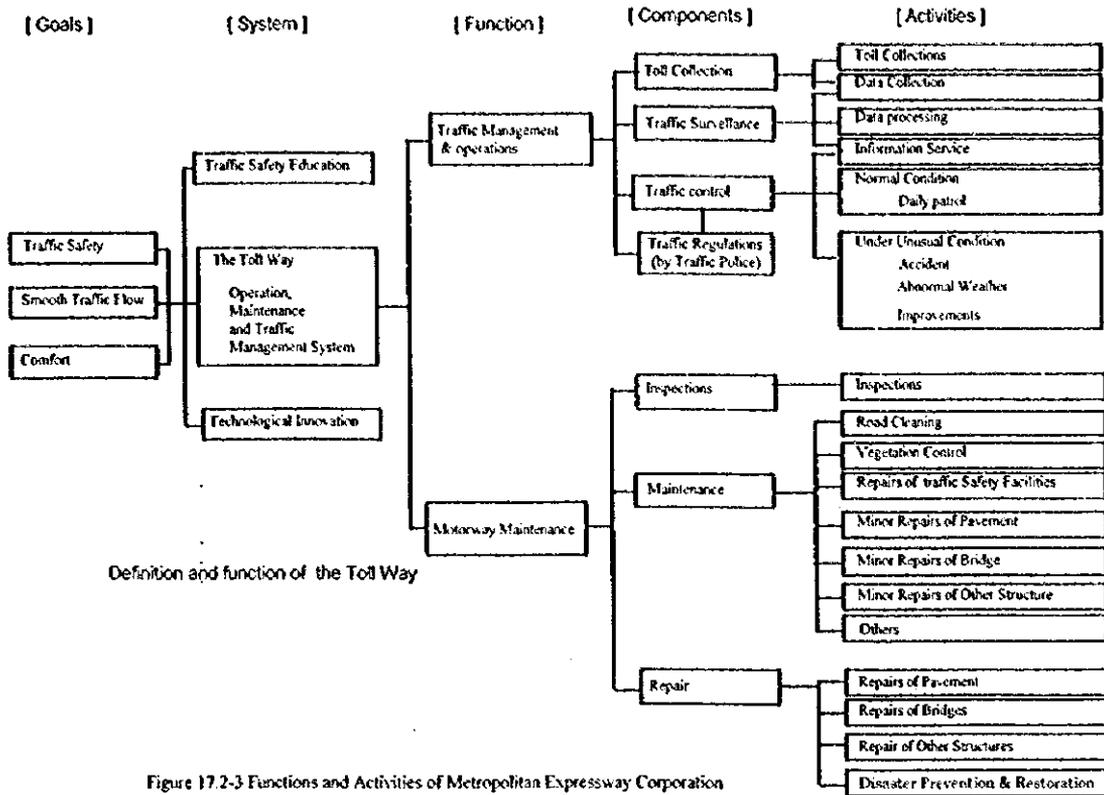


Figure 17.2-3 Functions and Activities of Metropolitan Expressway Corporation

Figura 17.2-3 Funciones y actividades de la Corporación de Autopista Metropolitana

CAPITULO 18
Evaluacion Economica y Financiera

18. EVALUACION ECONOMICA Y FINANCIERA

Tanto el proyecto del Sistema de Troncales como el proyecto de Autopista de Anillo Interior se evalúan en este capítulo, desde los puntos de vista económico y financiero. La evaluación económica es para examinar la viabilidad económica de los proyectos al comparar el costo económico de los proyectos y el retorno económico (los beneficios) que se generarán en la economía regional o nacional después de la ejecución de los proyectos. La evaluación financiera es para analizar si los proyectos son lucrativos o no, para una entidad operadora de los proyectos, mediante la comparación de la renta y el gasto.

Los dos proyectos se pueden ejecutar independientemente, aunque ellos afecten la demanda mutuamente. Entonces, en el análisis para la evaluación, los proyectos se tratan separadamente y los resultados son constatables en una sección diferente. Cuando uno se evalúa, la implementación del otro es precondicionada; lo mismo sucede con otros proyectos continuos o fijos, tales como, el proyecto de Metro, el proyecto de Avenida Regional Cundinamarca y otros.

18.1. EVALUACION ECONOMICA

18.1.1. APROXIMACIÓN Y SUPOSICIONES

En esta sección, el proyecto de Sistema de Bus Troncal y el proyecto de Autopista de Anillo Interior se evalúan desde el punto de vista económico, siguiendo un análisis normativo de costo-beneficio. Para medir y comparar el costo y el beneficio de los proyectos en el aspecto económico, se toma el procedimiento mostrado en la Figura 18.1-1.

El costo económico es una expresión monetaria de los bienes y los servicios que deben ser realmente consumidos para la implementación de un proyecto. Entonces, todo el costo transferido (el impuesto y la subvención) se sustraerá del costo medido en el precio de mercado. Además, las tasas de jornal de sombra (SWRs) se aplican a los costos laborales de personal no capacitado, incluidos en el costo de proyecto. El mismo proceso se toma para estimar el costo unitario de la operación de vehículos, que se usa para estimar los beneficios económicos, excluyendo todos los impuestos y aplicando las tasas de jornal de sombra (SWRS) al costo laboral de mecánicos y tripulaciones.

El programa de implementación mostrado en el capítulo previo está precondicionado para identificar el año en el que se genera el costo del proyecto o comienza a acumularse el beneficio. Por lo tanto, los resultados de evaluación serán afectados por un cambio en el programa de implementación

El beneficio económico se define como una cantidad ahorrada en el costo del viaje debido a un proyecto. Los costos de viaje consisten de dos componentes, el costo de operación del vehículo (VOC) y el costo del tiempo de viaje (TTC). Estos son los beneficios más directos y comparativamente fáciles de cuantificar. Es obvio que existen otros beneficios de un proyecto de transporte diferentes de los beneficios directos, tales como el mejoramiento de seguridad y la aceleración del desarrollo urbano así como también de mitigación de la congestión de tránsito. En este estudio de viabilidad, sin embargo, esos tipos de beneficios difíciles de medir se descuidan para excluir una evaluación arbitraria.

El beneficio de un proyecto se mide mediante la comparación llamada "con" y "sin". Usando los resultados de la asignación de tránsito a una red "con" el proyecto en cuestión y también de asignarlos a la misma red pero "sin" el proyecto, se calculan el costo de operación del vehículo (VOC) total y el costo del tiempo de viaje (TTC), para cada uno de los casos. Como resultado, se obtiene el beneficio como la diferencia entre los casos "con" y "sin".

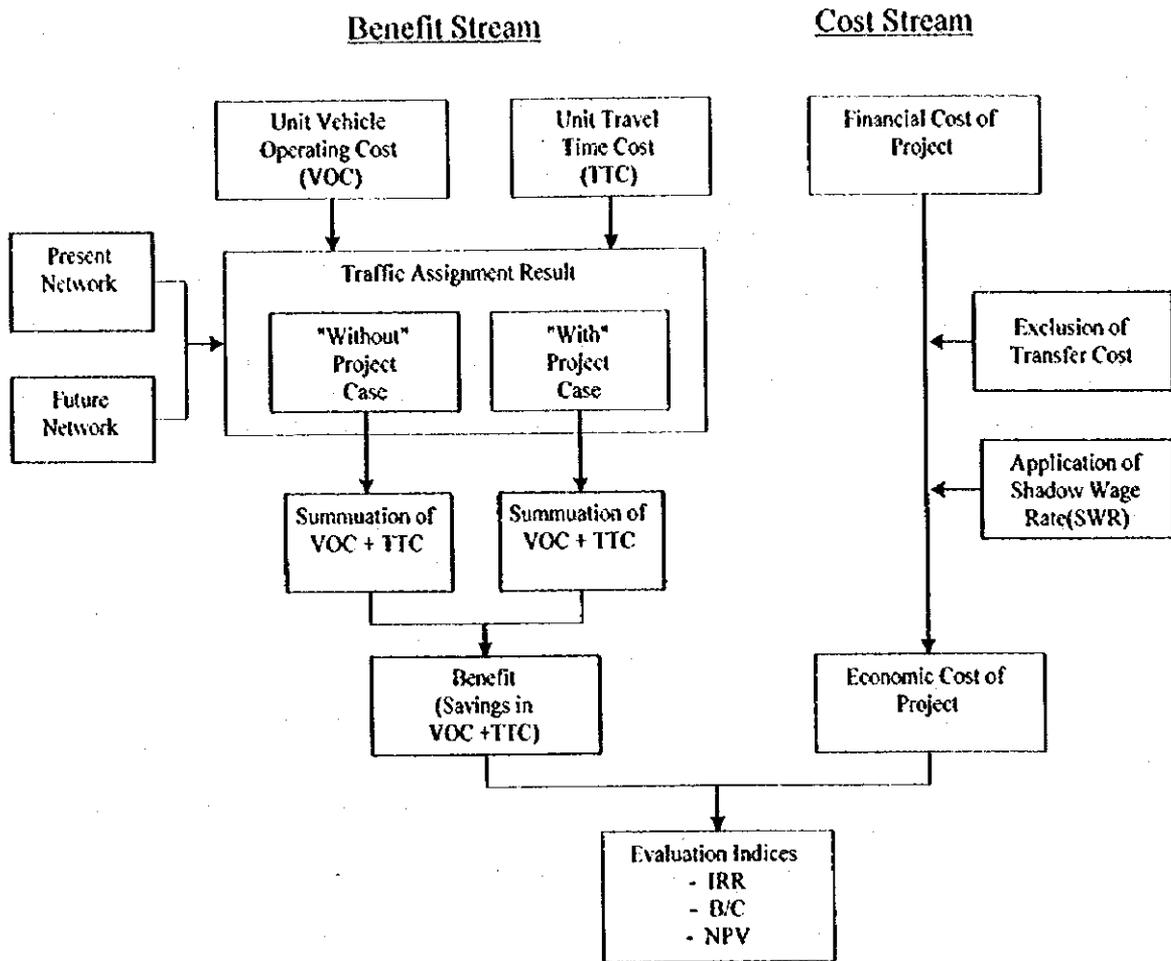


Figura 18.1-1 Flujo de trabajo para la evaluación económica

El beneficio y costo económico se comparan mediante un análisis de flujo de caja de descuento. La tasa de descuento (TD) es del 12% que se usa ampliamente en Colombia como una tasa de interés económica. La misma tasa se usa en la estimación del costo de oportunidad del capital, para el costo de operación del vehículo (VOC). Como indicadores de evaluación, se calculan la tasa interna de retorno (IRR), la relación de costo beneficio (B/C) y el valor neto presente (NPV). Ellos se definen como sigue adelante:

- Tasa interna de retorno (IRR): r satisface:
$$\sum \frac{B_n}{(1+r)^n} = \sum \frac{C_n}{(1+r)^n}$$
- Valor presente Neto (NPV) =
$$\sum \frac{B_n - C_n}{(1+DR)^n}$$
- Relación costo- Beneficio =
$$\sum \frac{B_n}{(1+DR)^n} \div \sum \frac{C_n}{(1+DR)^n}$$

Para el período de 1999 a 2020, de un proyecto para ser evaluado, está dispuesto un flujo de caja Pro-forma. Aunque la vida física de un proyecto de infraestructura deseada sea de 50 a 60 años, la vida económica se presume de 25 años, tomando en consideración los

cambios futuros y el rápido crecimiento urbano de condiciones socioeconómicas. Entonces, cada inversión no se deprecia completamente dentro del período analítico hasta el 2020. Por lo tanto, el valor residual de cada proyecto en el 2021 se calcula y agrega al flujo de beneficios.

18.1.2. COSTO ECONOMICO

Los costos estimados del proyecto en el capítulo 16 se expresan en el precio financiero y ellos se convierten en el costo económico, tomando el proceso mostrado en la Figura 18.1-3. Los puntos son:

- El costo de construcción se parte en tres capítulos: el costo de los materiales, costo laboral y costo de equipo .
- Fuera del costo de equipo y materiales, se sustrae el impuesto al valor agregado y derechos de importación. El valor de los impuestos está en la gama del 16% al 25%. El valor promedio asumido es del 25% para los bienes importados y 22% para los de origen doméstico.
- Asumiendo que del 60 al 80% del costo laboral es de obreros inexpertos, se aplica una tasa de jornal de sombra (SWRs). Según datos del DANE, la tasa de desempleo en Bogotá ha estado en la gama de 10 - 15% (Figura 18.1-2). Suponiendo un 10% promedio para el desempleo a largo plazo hasta 2020, el jornal de sombra (SWR) se estima en 75% según la fórmula de haveman's:

$$\begin{aligned} \text{SWR} &= (\text{tasa de Jornal en el mercado}) \times (1.25 - \text{Tasa de Desempleo} / 0.2) \\ &= (\text{Tasa de Jornal en el mercado}) \times 0.75 \end{aligned}$$

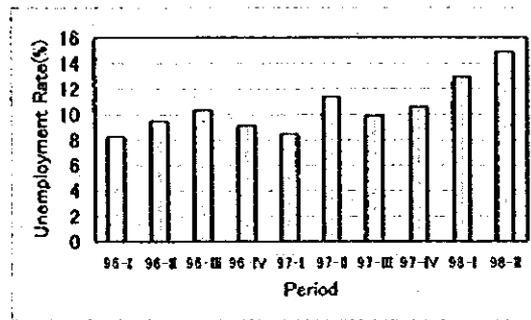


Figura 18.1-2 Conversión desde el Costo Financiero al Costo Económico

La Tabla 18.1-1 muestra el costo resultante económico de los proyectos del Estudio. Los costos económicos de la Autopista de Anillo Interior y los carriles y vías de bus corresponden a 87% de sus costos financieros. Los costos económicos totales de los terminales son 93% de los costos financieros porque ellos incluyen muchos costos de compensación y compra de tierras sobre los que ningún ajuste se hizo. El costo económico total del proyecto de Estudio es US\$ 2,310 millones mientras el costo financiero es US\$ 2,634 millones. Adicionalmente, los otros proyectos de Bus de Troncal conexos requieren US\$ 265 millones al precio económico del cual el costo financiero es US\$ 363 millones.

Estos proyectos no están incluidos en este estudio pero ellos se tratan como precondiciones para este Estudio y por eso se incluyeron en el análisis de evaluación. Algunas líneas propuestas de troncales de bus van en parte sobre vías que forman parte de este Estudio y parte sobre vías ya acondicionadas. Entonces, una evaluación individual es casi imposible.

El valor residual de los proyectos del Estudio es US\$ 584 millones, un 25% de la inversión total al precio económico. Esta cantidad se agrega al flujo de caja en el año 2021.

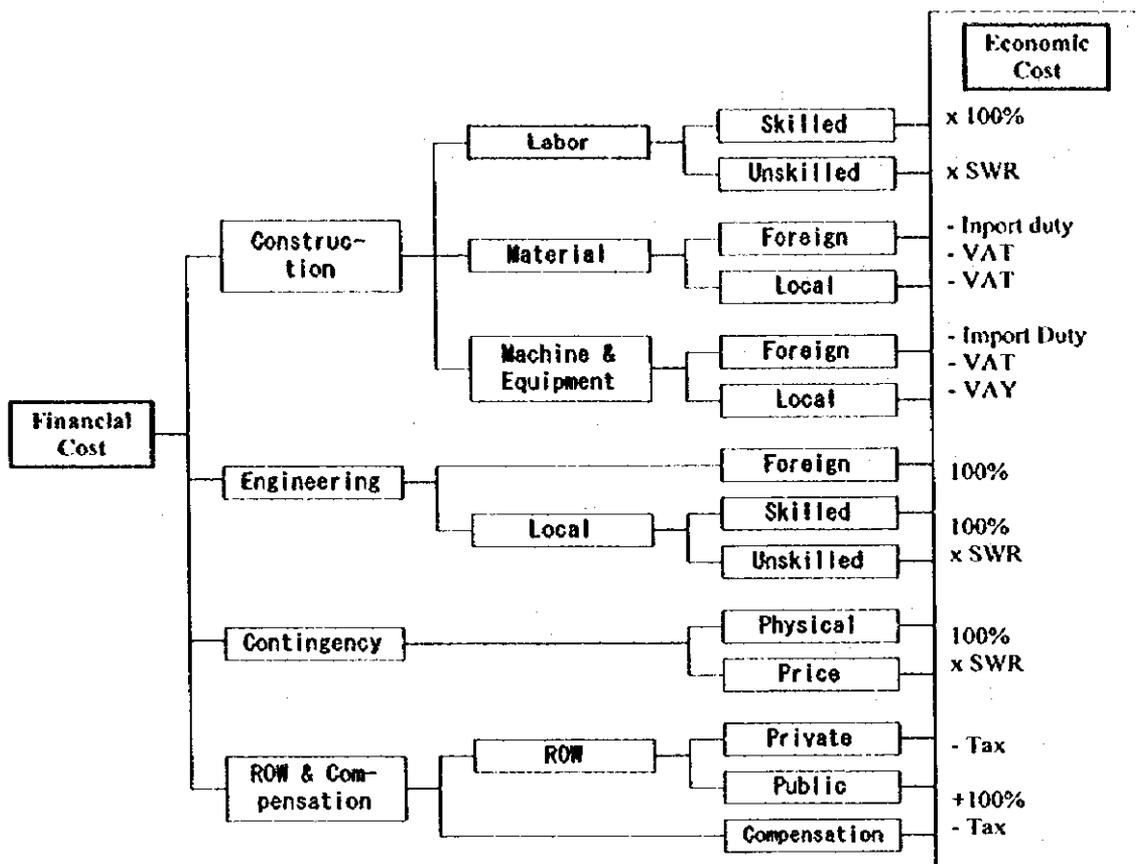


Figura 18.1-3 Conversión para el Costo de Financiación y el Costo Económico

Tabla 18.1-1 Costo Financiero y Costo Económico del proyecto

(unit: US\$1,000)

No.	Project	Opening Year	Project Cost		Residual Value in 2020	
			Financical	Economic	Financical	Economic
1	Expressway	2005	638,533	559,201	180,583	158,371
2	Cr. 7a.	2004	18,897	16,361	4,535	3,927
3	Apt. Norte	2001	54,133	46,966	6,496	5,636
4	Av. Caracas	2003	371,755	325,215	74,821	65,514
5	Av. 1 de Mayo	2004	512	443	123	106
6	Av. Suba(1)	2001	7,558	6,544	907	785
7	Av. Suba(2)	2001	1,288	1,115	155	134
8	Av. Quito	2004	28,901	25,835	11,534	10,798
9	Apt. Sur	2003	144,840	126,936	30,680	27,099
10	Call. 68/100	2005	8,404	7,269	2,353	2,035
11	Call. 170	2005	3,050	2,641	854	740
	Subtotal		1,277,872	1,118,527	313,041	275,144
1	Central Terminal	2003	59,752	55,296	23,085	22,194
2	Terminal Atp Norte	2001	3,281	3,146	2,379	2,363
3	Terminal Av. Caracas	2003	1,565	1,429	745	718
4	Terminal Av. Suba(1)	2001	2,031	1,882	1,052	1,034
5	Terminal Av. Sur	2003	3,265	3,007	1,706	1,654
6	Terminal Cr. 7a	2004	2,688	2,574	2,030	2,003
7	Terminal Av. 10a	2004	1,940	1,790	1,093	1,058
8	Terminal Call. 170	2005	3,944	3,829	3,320	3,288
	Sutotal		78,466	72,954	35,411	34,311
	Study Project Total	-	2,634,209	2,310,008	661,493	584,599
Related Trunk Bus Projects						
1	Calle 80	2005	90,125	78,846	31,724	28,882
2	Trv. 48(South Rail)	2005	38,872	34,007	13,683	12,457
3	Av. de las Americas	2005	39,558	34,607	13,924	12,677
4	Av. Boyaca	2005	45,523	39,826	16,024	14,588
5	Av. Centenario	2005	89,372	78,187	31,459	28,640
	Subtotal		303,450	265,473	106,814	97,244

18.1.3. COSTO DE OPERACIÓN DE VEHÍCULOS

El costo de operación del vehículo (VOC) es una de las fuentes principales de beneficio económico. El costo operativo por la unidad de distancia es estimado por el tipo de vehículo, tal como automóvil de pasajeros, taxi, camión liviano, camión pesado, bus, bus grande y bus articulado. Los últimos dos no existen en la actualidad en Bogotá pero se agregaron para este proyecto.

El costo de operación del vehículo (VOC) consta de los componentes siguientes:

- a) Costo de Combustibles
- b) Costo de aceite
- c) Costo de llantas
- d) Costo de reparaciones
- e) Costo de Depreciación
- f) Costo de Oportunidad de Capital
- g) Costo de tripulación y Costo Administrativo

En Colombia, el Ministerio del Transporte ha actualizado periódicamente los datos de costo de operación del vehículo (VOC) a fin tener un aporte al Modelo HDM que es

desarrollado por el BIRF para la evaluación de mantenimiento y desarrollo de proyectos de carretera. El costo de operación del vehículo (VOC) estimado en este estudio depende de las suposiciones e información básica de los datos del Ministerio del Transporte.

El modelo HDM se aplica mayormente, sin embargo, a proyectos de carretera intermunicipales o los inter-regionales y entonces un factor clave que afecta el costo de operación del vehículo (VOC) son las condiciones de superficie de la vía, especialmente desde el punto de vista de la aspereza. Por otra parte, las unidades de costo de operación del vehículo (VOC) necesarias son las aplicables a las vías urbanas que son mayormente pavimentadas y entonces, el factor clave no es la aspereza sino la velocidad activa. Por lo tanto, la unidad costo de operación del vehículo (VOC) de cada componente desde (a) hasta (e) se expresa como una función de la velocidad de operación (viaje). Una parte del ítem (e) y los otros (artículos (f) y (g)) no son afectados directamente por la velocidad de operación pero sí por el tiempo de viaje.

Los costos unitarios de cada artículo se estiman al precio del mercado y entonces se convierten al costo económico. El costo de operación del vehículo (VOC) varía por las condiciones de superficie del camino. Sin embargo, las unidades costo de operación del vehículo (VOC) se investigan únicamente para las vías pavimentadas porque las vías examinadas en este estudio se encuentran principalmente en el área urbana de Bogotá y pavimentadas.

(1) Características de Vehículos Representativos

Aunque hay muchos vehículos de diferentes marcas y modelos circulando actualmente en Bogotá y la unidad costo de operación del vehículo (VOC) varía por marcas y modelos y también cambia según la edad de vehículo, varios modelos populares se seleccionan como representativos y sus costos de operación del vehículo (VOC) se estudian y agregan para tomar un promedio.

El costo económico de cada vehículo representativo es su precio de mercado menos impuestos. La Tabla 18.1-2 muestra su costo promedio y características tales como tipo de llantas, tipo de combustibles, distancia y horas de operación.

Tabla 18.1-2 Características de Vehículos representativos

	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
1 Representative Model	Matsuda Ford Toyota Daewoo	Chevrolet Mazda Hyundai Ford	Chevrolet Hyndai Iveco	Chevrolet International Dina Iveco	Volvo Mercedes Scania	Volvo Mercedes Scania	Chevrolet Isuzu	Inter- national Isuzu
2 Price(US\$)								
(1) Financial	17,800	13,437	36,595	53,797	140,000	198,000	22,595	58,340
(2) Economic	11,784	11,585	31,544	46,377	120,690	170,690	15,280	49,242
3 No. of tires	4	4	4	6	6	10	4	6
4 Fuel Type	Gasoline	Gasoline	Gasoline	Diesel	Diesel	Diesel	Gasoline	Diesel
5 Annual Operation	25000	60000	70000	70000	80000	90000	35000	35000
6 Average Speed	25	25	20	20	25	30	30	30
8 Annual using hours	1000	2400	3500	3500	3200	3000	1167	1167

(2) Costo de Combustibles

Colombia produce y refina petróleo crudo, pero la producción de gasolina no es suficiente para atender la demanda doméstica y del 10 al 15% del consumo total depende de la importación. El precio al detal de gasolina corriente es de US\$ 0.273/ litro, de los que 13% corresponden a impuestos. Deduciendo esta cantidad impositiva del precio financiero,

el precio económico de gasolina regular se estima en US\$ 0.241/litro. Del mismo modo, el costo económico de gasolina extra es US\$ 0.418, el combustible de motor diesel US\$ 0.239 (sobre el diesel, ningún impuesto se aplica).

La Tabla 18.1-3 muestra la composición de consumo de combustible por el tipo de vehículos, que se estimó con base en los datos del Ministerio del Transporte y la encuesta de gasolineras más importantes de Bogotá. Al elaborar los promedios ponderados de los precios de combustible, por las tasas de consumo, se estimaron los costos de combustible de cada vehículo, tal como se indica en la tabla.

Tabla 18.1-3 Composición de tipo de Combustible y el costo promedio de combustible por tipo de vehículo

Fuel Type	Car	Taxi	Buseta	(% US\$/liter)				
				Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articulated Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
Regular Gasoline	55	80	20	20			80	10
Super Gasoline	45	20						
Diesel			80	80	100	100	20	90
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Av. Financial Cost(US\$/liter)	0.34	0.30	0.25	0.25	0.24	0.24	0.27	0.24
Av Economic Cost(US\$/liter)	0.30	0.27	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24

La tasa de consumo de combustible del vehículo varía según su velocidad de circulación. La velocidad más económica es de 45 a 50 km/h para el automóvil de pasajeros, y de 50 a 60 km/h para vehículos medianos y grandes. Con base en los datos del Ministerio del Transporte, en lo que concierne a la tasa de consumo de combustible según la velocidad de circulación, los costos de combustible/km son tabulados por tipo de vehículo, como se muestra en Tabla 18.1-4.

(3) Costo de Aceite

El precio al detalle del aceite lubricante es de US\$ 2.33 /el litro y después de deducir el impuesto, el costo económico es US\$ 1.86 /el litro. Según unos datos experimentales generales, las relaciones entre el consumo de lubricantes y la velocidad de circulación son como se muestran en la Tabla 18.1-5. A partir de esta información, el costo económico de los lubricantes puede calcularse por la velocidad de circulación.

(4) Costo de Llantas

La Tabla 18.1-6 muestra los tipos de llantas, al precio del mercado y al precio económico por el tipo de vehículo. Con la condición de velocidad promedio de 35 millas/h (56 km/h) sobre vías pavimentadas, la vida promedio de la llanta puede presumirse de 45,000 km para el automóvil de pasajeros y 50,000 km para el vehículo pesado.

Tabla 18.1-4 Tasa de consumo de combustible y Costo por el tipo de vehículo

	Operating Speed (Km/hr)	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articulated Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
Fuel Consumption Rate (Liter/100Km)	5	212.6	212.6	337.2	672.7	975.4	1210.9	605.2	1210.4
	10	138.6	138.6	215.8	430.4	624.1	774.7	387.3	774.5
	20	100.2	100.2	156.0	311.2	451.2	560.2	280.0	560.0
	30	87.0	87.0	122.2	284.2	412.1	511.6	235.0	412.0
	40	80.2	80.2	107.9	264.5	383.5	476.1	225.0	342.0
	50	78.4	78.4	101.4	284.2	412.1	511.6	220.0	314.0
	60	81.0	81.0	97.5	326.1	472.8	587.0	225.0	303.0
	70	85.7	85.7	98.2	380.9	552.3	685.6	230.0	314.0
	80	92.7	92.7	102.0	438.1	635.2	788.6	250.0	340.0
	90	102.4	102.4	112.7	483.9	701.7	871.0	276.2	375.6
Financial Fuel Cost (US\$/100km)	5	71.6	61.0	82.9	165.3	233.2	289.4	160.9	293.4
	10	46.7	41.7	53.0	105.8	149.2	185.2	103.0	187.7
	20	33.7	30.2	38.3	76.5	107.9	133.9	74.4	135.7
	30	29.3	26.2	30.0	69.8	98.5	122.3	62.5	99.9
	40	27.0	24.1	26.5	65.0	91.7	113.8	59.8	82.9
	50	26.4	23.6	24.9	69.8	98.5	122.3	58.5	76.1
	60	27.3	24.4	24.0	80.1	113.0	140.3	59.8	73.4
	70	28.8	25.8	24.1	93.6	132.0	163.9	61.2	76.1
	80	31.2	27.9	25.1	107.7	151.9	188.5	66.5	82.4
	90	34.5	30.8	27.7	118.9	167.7	208.2	73.4	91.0
Economic Fuel Cost (US\$/100km)	5	63.3	56.6	80.8	161.1	233.2	289.4	145.7	289.6
	10	41.3	36.9	51.7	103.1	149.2	185.2	93.3	185.3
	20	29.8	26.7	37.4	74.5	107.9	133.9	67.4	134.0
	30	25.9	23.2	29.3	68.1	98.5	122.3	56.6	98.6
	40	23.9	21.4	25.8	63.3	91.7	113.8	54.2	81.8
	50	23.4	20.9	24.3	68.1	98.5	122.3	53.0	75.1
	60	24.1	21.6	23.3	78.1	113.0	140.3	54.2	72.5
	70	25.5	22.8	23.5	91.2	132.0	163.9	55.4	75.1
	80	27.6	24.7	24.4	104.9	151.9	188.5	60.2	81.3
	90	30.5	27.3	27.0	115.9	167.7	208.2	66.5	89.9

Así, los promedios de consumo de llantas por 1,000 km son 8.9% y 12.0%, respectivamente. Por otra parte, es conocido empíricamente que este valor de consumo llega a ser mayor cuando el promedio de velocidad se incrementa. Un informe del BIRF ("Cuantificación de las economías del usuario de vías", Papel Ocasional no.2, 1966) muestra la relación de la Tabla 18.1-7. Con base en esta información, el costo económico de llanta por km puede obtenerse como se muestra en la misma tabla.

Aunque algunos vehículos usen llantas reencauchadas, ellos no son tenidos en cuenta, por la razón de que su participación de mercado no es importante. Además la vida de las llantas reencauchadas es más corta que la de las llantas nuevas, aún cuando sus precios sean más bajos, por lo que no hay una diferencia grande en el precio económico por el kilómetro entre las dos.

Tabla 18.1-5 Tasa de Consumo de Aceite y costo por el tipo de vehículo

	Speed (Km/hr)	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
Oil Consumption Rate(Liter/1000K m)	5	3.48	3.48	4.10	8.01	11.61	16.02	6.86	8.01
	10	2.24	2.24	2.63	5.14	7.45	10.28	4.40	5.14
	20	1.54	1.54	1.81	3.53	5.12	7.06	3.03	3.54
	30	1.27	1.27	1.49	2.92	4.23	5.84	2.50	2.92
	40	1.13	1.13	1.33	2.68	3.89	5.36	2.22	2.68
	50	1.10	1.10	1.29	2.58	3.74	5.16	2.08	2.58
	60	1.09	1.09	1.28	2.36	3.42	4.72	1.80	2.36
	70	1.07	1.07	1.26	2.14	3.10	4.28	1.68	2.14
	80	1.00	1.00	1.18	1.87	2.71	3.74	1.52	1.87
	90	0.90	0.90	1.06	1.68	2.44	3.36	1.37	1.68
Financial Oil Cost (US\$/1000km)	5	8.1	8.1	9.5	18.6	27.0	37.3	16.0	18.6
	10	5.2	5.2	6.1	12.0	17.3	23.9	10.2	12.0
	20	3.6	3.6	4.2	8.2	11.9	16.4	7.0	8.2
	30	3.0	3.0	3.5	6.8	9.8	13.6	5.8	6.8
	40	2.6	2.6	3.1	6.2	9.0	12.5	5.2	6.2
	50	2.6	2.6	3.0	6.0	8.7	12.0	4.8	6.0
	60	2.5	2.5	3.0	5.5	8.0	11.0	4.2	5.5
	70	2.5	2.5	2.9	5.0	7.2	10.0	3.9	5.0
	80	2.3	2.3	2.7	4.3	6.3	8.7	3.5	4.3
	90	2.1	2.1	2.5	3.9	5.7	7.8	3.2	3.9
Economic Oil Cost (US\$/1000km)	5	6.5	6.5	7.6	14.9	21.6	29.8	12.8	14.9
	10	4.2	4.2	4.9	9.6	13.9	19.1	8.2	9.6
	20	2.9	2.9	3.4	6.6	9.5	13.1	5.6	6.6
	30	2.4	2.4	2.8	5.4	7.9	10.9	4.7	5.4
	40	2.1	2.1	2.5	5.0	7.2	10.0	4.1	5.0
	50	2.0	2.0	2.4	4.8	7.0	9.6	3.9	4.8
	60	2.0	2.0	2.4	4.4	6.4	8.8	3.3	4.4
	70	2.0	2.0	2.3	4.0	5.8	8.0	3.1	4.0
	80	1.9	1.9	2.2	3.5	5.0	7.0	2.8	3.5
	90	1.7	1.7	2.0	3.1	4.5	6.3	2.5	3.1

Tabla 18.1-6 Costo Económico Financiero de las Llantas

Item	Unit	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
No. of Tires	No./set	4	4	4	6	6	10	4	6
Type of Tire		175-70- R13	175-71- R14	750-16	900-20 1000-20	900-20 1000-20	900-20 1000-20	750-16	950-200
Financial Cost (Market Price)	US\$/Set	425.66	425.66	552.10	3209.56	3209.56	5349.26	896.00	2485.22
Tax	US\$/Set	98.23	98.23	127.41	740.67	740.67	1234.44	206.77	573.51
Economic Cost	US\$/Set	327.43	327.43	424.70	2468.89	2468.89	4114.82	689.23	1911.71
Tire Life	Km	45,000	45,000	45,000	50,000	50,000	50,000	45,000	50,000
Tire Consumption Rate	% /1000km	2.2	2.2	2.2	2.0	2.0	2.0	2.2	2.0

Tabla 18.1-7 Tasa de consumo de Llantas y Costo por tipo de vehículo

	Speed (Km/hour)	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
Tire Consump- tion Indices (56km/hr =100)	5	53	53	53	53	53	53	53	53
	10	56	56	56	56	56	56	56	56
	20	60	60	60	60	60	60	60	60
	30	67	67	67	67	67	67	67	67
	40	78	78	78	78	78	78	78	78
	50	92	92	92	92	92	92	92	92
	56	100	100	100	100	100	100	100	100
	60	107	107	107	107	107	107	107	107
	70	125	125	125	125	125	125	125	125
	80	151	151	151	151	151	151	151	151
90	180	180	180	180	180	180	180	180	
Financial Tire Cost (US\$/1000km)	5	5.0	5.0	6.5	34.0	34.0	56.7	10.6	26.3
	10	5.3	5.3	6.9	35.9	35.9	59.9	11.2	27.8
	20	5.7	5.7	7.4	38.5	38.5	64.2	11.9	29.8
	30	6.3	6.3	8.2	43.0	43.0	71.7	13.3	33.3
	40	7.4	7.4	9.6	50.1	50.1	83.4	15.5	38.8
	50	8.7	8.7	11.3	59.1	59.1	98.4	18.3	45.7
	60	10.1	10.1	13.1	68.7	68.7	114.5	21.3	53.2
	70	11.8	11.8	15.3	80.2	80.2	133.7	24.9	62.1
	80	14.3	14.3	18.5	96.9	96.9	161.5	30.1	75.1
	90	17.0	17.0	22.1	115.5	115.5	192.6	35.8	89.5
Economic Tire Cost (US\$/1000km)	5	3.9	3.9	5.0	26.2	26.2	43.6	8.1	20.3
	10	4.1	4.1	5.3	27.7	27.7	46.1	8.6	21.4
	20	4.4	4.4	5.7	29.6	29.6	49.4	9.2	22.9
	30	4.9	4.9	6.3	33.1	33.1	55.1	10.3	25.6
	40	5.7	5.7	7.4	38.5	38.5	64.2	11.9	29.8
	50	6.7	6.7	8.7	45.4	45.4	75.7	14.1	35.2
	60	7.8	7.8	10.1	52.8	52.8	88.1	16.4	40.9
	70	9.1	9.1	11.8	61.7	61.7	102.9	19.1	47.8
	80	11.0	11.0	14.3	74.6	74.6	124.3	23.1	57.7
	90	13.1	13.1	17.0	88.9	88.9	148.1	27.6	68.8

(5) Costo de Reparaciones

El valor de mantenimiento anual, con relación al precio del vehículo (excluyendo el costo de llantas), se estima en 4.2% para el automóvil de pasajeros y el camión pequeño; para otros vehículos comerciales con larga distancia de recorrido, el valor de mantenimiento anual es del 7.4%, según la información del Costo de Operación de los Vehículos (VOC), del Ministerio del Transporte. Por la distancia que se recorre en un año, el costo de mantenimiento por kilómetro puede calcularse como se muestra en la Tabla 18.1-8.

Según el mismo informe del BIRF, referido a la estimación de costo de llantas, la relación entre costo de mantenimiento y velocidad de circulación muestra que ese costo de mantenimiento llega a ser más bajo a una velocidad alrededor de 50 km/h. Al usar estas tasas de conversión, el costo de mantenimiento puede obtenerse a velocidades diferentes (Tabla 18.1-9).

Tabla 18.1-8 suposiciones para la estimaci3n del costo de reparaci3n

	Unit	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
Vehicle Cost									
Financial	US\$	17,800	13,437	36,595	53,797	140,000	198,000	22,595	58,340
Economic	US\$	11,784	11,585	31,544	46,377	120,690	170,690	15,280	49,242
Tire Cost									
Financial	US\$	426	426	552	3,210	3,210	5,349	896	2,485
Economic	US\$	327	327	425	2,469	2,469	4,115	689	1,912
Vehicle Cost w/o Tire									
Financial	US\$	17,374	13,012	36,043	50,588	136,790	192,651	21,699	55,855
Economic	US\$	11,456	11,258	31,119	43,908	118,221	166,575	14,591	47,330
Annual Repair Cost									
% of Vehicle Cost	%	4.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	8.0
Financial	US\$	695	1,041	2,883	4,047	10,943	15,412	1,302	4,468
Economic	US\$	458	901	2,490	3,513	9,458	13,326	875	3,786
Annual Operation	Km	25,000	60,000	70,000	70,000	80,000	90,000	35,000	35,000
Average Speed	Km/Hr	25	25	20	20	25	30	30	30
Repair Cost at Average Speed									
Financial	US\$	27.8	17.3	41.2	57.8	136.8	171.2	37.2	127.7
Economic	US\$	18.3	15.0	35.6	50.2	118.2	148.1	25.0	108.2

(6) Costo de la Depreciaci3n

La cantidad depreciable se define como el costo econ3mico de vehículo (sin el costo de las llantas) menos el costo de salvamento después del uso durante la vida del vehículo. En Colombia, donde el mercado de las piezas de repuesto y vehículos usados se desarrolla bien, el valor de salvamento debería asumirse a un valor más bien alto, específicamente, 25% para el autom3vil de pasajeros, 20% para el camion pequeño y 15% para otros (Tabla 18.1-10).

Los vehículos se desvalorizan mediante su uso en proporci3n a los kil3metros recorridos, mientras su valor disminuye en la medida en que se envejecen, aun sin ser usados. Particularmente, el autom3vil de pasajeros pierde su valor rápidamente en la medida en que pasa el tiempo. Por lo tanto, la proporci3n de depreciaci3n sujeta al uso y la depreciaci3n sujeta al tiempo puede presumirse como se indica a continuaci3n: 50:50 para el autom3vil de pasajeros y 70:30 para otros.

La depreciaci3n sujeta al uso se subdivide, además, en dos partes. Se presume que una tercera parte de este costo depende de la distancia conducida y dos terceras se afectan por la velocidad de circulaci3n, del mismo modo que el costo de mantenimiento. Los costos de depreciaci3n asociada con el uso y con el tiempo se muestran en las Tabla 18.1-11 y Tabla 18.1-12, respectivamente.

En la tabla, la depreciaci3n relacionada con el tiempo presenta el costo diario de depreciaci3n, que es la cantidad depreciable, dividida por el número de días, durante el período de vida. Este costo es independiente de la distancia conducida y de la velocidad de circulaci3n. Por lo tanto, este costo se calcular  separadamente con base en el número de vehículos en la regi3n y agregado al costo que se afecta por la velocidad de circulaci3n. Lo mismo puede decirse del costo de capital de oportunidad, costo de la tripulaci3n y costo de administraci3n.

(7) Costo de Capital de Oportunidad

Este costo no se afecta por el uso, pero se acumula, únicamente, por el paso del tiempo y es determinado por el precio del vehículo, el periodo de vida útil, valor de salvamento y las tasas de interés, usando la fórmula siguiente:

Tabla 18.1-9 Costo financiero y económico de reparación por el tipo de vehículos

	Speed (km/hr)	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articulated Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
Repair Cost Rate by Speed	5	141	141	142	142	142	142	134	159
	10	133	133	131	131	131	131	126	147
	20	118	118	111	111	111	111	113	124
	30	105	105	89	89	89	89	100	100
	40	95	95	74	74	74	74	94	83
	50	94	94	72	72	72	72	93	81
	60	100	100	79	79	79	79	100	88
	70	108	108	88	88	88	88	107	98
	80	115	115	100	100	100	100	114	112
90	122	122	112	112	112	112	120	125	
Financial Repair Cost (US\$/1000km)	5	39.2	24.5	58.6	82.2	194.5	243.5	49.8	203.2
	10	37.0	23.1	54.0	75.8	179.3	224.5	46.9	187.2
	20	32.8	20.5	45.8	64.2	152.0	190.3	41.9	158.5
	30	31.0	19.3	41.2	57.8	136.8	171.2	39.5	143.1
	40	29.2	18.2	36.6	51.4	121.6	152.2	37.2	127.7
	50	27.8	17.3	33.6	47.2	111.7	139.9	36.1	117.0
	60	26.4	16.5	30.7	43.0	101.8	127.5	35.0	106.4
	70	26.1	16.3	29.7	41.8	98.8	123.7	34.7	103.2
	80	27.8	17.3	32.5	45.6	107.9	135.1	37.2	111.7
90	30.0	18.7	36.2	50.7	120.1	150.3	39.7	124.5	
Economic Repair Cost (US\$/1000km)	5	25.8	21.2	50.6	71.4	168.1	210.6	33.5	172.2
	10	24.4	20.0	46.6	65.8	155.0	194.1	31.6	158.7
	20	21.6	17.7	39.5	55.8	131.4	164.5	28.2	134.3
	30	20.4	16.7	35.6	50.2	118.2	148.1	26.6	121.3
	40	19.2	15.8	31.6	44.6	105.1	131.6	25.0	108.2
	50	18.3	15.0	29.0	41.0	96.5	120.9	24.3	99.2
	60	17.4	14.3	26.5	37.4	88.0	110.2	23.6	90.2
	70	17.2	14.1	25.7	36.2	85.4	106.9	23.3	87.4
	80	18.3	15.0	28.1	39.6	93.3	116.8	25.0	94.7
90	19.8	16.2	31.2	44.0	103.8	130.0	26.7	105.5	

Tabla 18.1-10 Suposiciones para la Estimación de Costo de Depreciación

	Unit	Car	Taxi	Boseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
Vehicle Cost									
Financial	US\$	17,800	13,437	36,595	53,797	140,000	198,000	22,595	58,340
Economic	US\$	11,784	11,585	31,544	46,377	120,690	170,690	15,280	49,242
Tire Cost									
Financial	US\$	426	426	552	3,210	3,210	5,349	896	2,485
Economic	US\$	327	327	425	2,469	2,469	4,115	689	1,912
Vehicle Cost w/o Tire									
Financial	US\$	17,374	13,012	36,043	50,588	136,790	192,651	21,699	55,855
Economic	US\$	11,456	11,258	31,119	43,908	118,221	166,575	14,591	47,330
Salvage Value									
% of Vehicle Cost	%	25.0	10.0	15.0	15.0	20.0	20.0	20.0	15.0
Financial	US\$	4,344	1,301	5,406	7,588	27,358	38,530	4,340	8,378
Economic	US\$	2,864	1,126	4,668	6,586	23,644	33,315	2,918	7,100
Annual Operation.	Km	25,000	60,000	70,000	70,000	80,000	90,000	35,000	35,000
Average Speed	Km/Hr	25	25	20	20	25	30	30	30
Vehicle Life	Year	12	10	10	12	12	12	12	12
% of Dep. of Use & Time									
Subject to use	%	50	50	70	70	70	70	70	70
Subject to time	%	50	50	30	30	30	30	30	30
Depreciable Amount									
Financial									
subject to use	US\$	6,515	5,855	21,445	30,100	76,603	107,884	12,151	33,234
subject to time	US\$	6,515	5,855	9,191	12,900	32,830	46,236	5,208	14,243
Total	US\$	13,031	11,711	30,636	43,000	109,432	154,121	17,359	47,477
Economic									
subject to use	US\$	4,296	5,066	18,516	26,125	66,204	93,282	8,171	28,162
subject to time	US\$	4,296	5,066	7,935	11,197	28,373	39,978	3,502	12,069
Total	US\$	8,592	10,132	26,451	37,322	94,577	133,260	11,673	40,231

$$C = P(1 - r)F - P/n - irP$$

$$F = i(1 + i)^n / ((1 + i)^n - 1)$$

Donde, C: Costo de oportunidad de capital

P: Costo económico de vehículo

F: Factor de Recuperación de Capital

R: Valor de salvamento

I: Tasa de interés

N: Durabilidad (vida del vehículo)

Tabla 18.1-11 Costo de depreciación financiera y económica sujeta al uso

	Speed (Km/hour)	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
Indices for Depreciation Cost subject to Use (Av. Speed = 100)	5	136	136	119	131	131	131	126	146
	10	130	130	114	123	123	123	121	137
	20	119	119	104	108	108	108	110	119
	30	108	108	96	92	92	92	100	100
	40	100	100	91	84	81	81	96	86
	50	100	100	91	80	80	80	95	85
	60	104	104	96	84	84	84	100	90
	70	110	110	100	91	91	91	106	98
	80	116	116	105	99	99	99	111	109
	90	121	121	109	109	109	109	116	120
Financial Depreciation Cost subject to Use (US\$/1000km)	5	29.6	13.3	36.4	46.9	104.4	130.7	36.6	115.6
	10	28.3	12.7	34.8	44.2	98.3	123.1	34.9	108.0
	20	25.8	11.6	31.9	38.7	86.3	108.0	31.8	94.3
	30	24.7	11.1	30.6	35.8	79.8	99.9	30.4	86.7
	40	23.5	10.6	29.4	32.9	73.3	91.8	28.9	79.1
	50	21.7	9.8	28.1	29.1	64.7	81.0	27.8	68.8
	60	21.7	9.8	27.9	28.9	64.3	80.5	27.7	68.1
	70	21.7	9.8	27.8	28.7	63.8	79.9	27.5	67.4
	80	22.6	10.2	29.4	30.2	67.3	84.2	28.9	71.6
	90	24.0	10.8	30.6	32.5	72.5	90.7	30.6	77.8
Economic Depre- ciation Cost subject to Use (US\$/1000km)	5	19.5	11.5	31.4	40.7	90.2	113.0	24.6	98.0
	10	18.6	11.0	30.0	38.3	85.0	106.4	23.5	91.5
	20	17.0	10.0	27.6	33.6	74.6	93.4	21.4	79.9
	30	16.3	9.6	26.5	31.1	69.0	86.4	20.4	73.5
	40	15.5	9.1	25.3	28.6	63.4	79.4	19.5	67.1
	50	14.3	8.4	24.2	25.2	55.9	70.0	18.7	58.3
	60	14.3	8.4	24.1	25.0	55.5	69.6	18.6	57.7
	70	14.3	8.4	24.0	24.9	55.2	69.1	18.5	57.1
	80	14.9	8.8	25.3	26.2	58.2	72.8	19.5	60.6
	90	15.8	9.3	26.5	28.2	62.6	78.4	20.6	65.9

Tabla 18.1-12 Costo de depreciación financiera y económica sujeta al tiempo

	Unit	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
Financial Cost	US\$/Day	1.49	1.60	2.52	2.95	7.50	10.56	1.19	3.25
	US\$/Hr	0.54	0.24	0.26	0.31	0.85	1.28	0.37	1.02
Economic Cost	US\$/Day	0.98	1.39	2.17	2.56	6.48	9.13	0.80	2.76
	US\$/Hr	0.36	0.21	0.23	0.27	0.74	1.11	0.25	0.86

La tasa de interés es 12% que es la misma que el valor de descuento usado cuando se calculan índices de evaluación. La Tabla 18.1-13 presenta el costo diario de oportunidad del capital.

El costo de oportunidad del capital total, en el área de estudio, es el producto de este costo diario y del número total de vehículos que existen en el área. Por lo tanto, en una comparación con y sin el caso, para la evaluación del proyecto, este costo se anulará, si en ambos casos el número de vehículos es el mismo.

Tabla 18.1-13 Costo de oportunidad de capital por el tipo de vehículo

Unit	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck
US\$	17,800	13,437	36,595	53,797	140,000	198,000	22,595	58,340
US\$	11,784	11,585	31,544	46,372	120,690	170,690	15,280	49,242
US\$	426	426	552	3,210	3,210	5,349	896	2,485
US\$	327	327	425	2,469	2,469	4,115	689	1,912
US\$	17,374	13,012	36,043	50,588	136,790	192,651	21,699	55,855
US\$	11,456	11,258	31,119	43,908	118,221	166,575	14,591	47,330
%	25.0	25.0	15.0	15.0	15.0	15.0	20.0	15.0
US\$	4,344	3,253	5,406	7,588	20,519	28,898	4,340	8,378
US\$	2,864	2,814	4,668	6,586	17,733	24,986	2,918	7,100
Km	25,000	60,000	70,000	70,000	80,000	90,000	35,000	35,000
Km/Hr	25	25	20	20	25	30	30	30
Year	12	10	10	12	12	12	12	12
	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
US\$/Day	3.57	2.67	6.81	9.56	25.86	36.42	4.28	10.56
US\$/Hr	0.63	0.16	0.36	0.60	1.42	1.77	0.54	1.32
US\$/Day	2.35	2.31	5.88	8.30	22.35	31.49	2.88	8.95
US\$/Hr	0.41	0.14	0.31	0.52	1.22	1.53	0.36	1.12

(8) Costo de la Tripulación y Costo de Administración

Este costo tampoco es afectado por la distancia conducida, pero es proporcional al tiempo. Según lo dicho por los propietarios de vehículos, el jornal anual promedio de un conductor de bus está por los US\$ 6,500 mientras que para los conductores de taxi y buseta es inferior a esta cantidad aproximadamente en un 15%. El jornal promedio de un conductor de camión está en el mismo nivel que el un conductor de bus. (Tabla 18.1-14)

En Bogotá, la mayoría de los autobuses son poseídos por personas individuales y no por una empresa. Un propietario posee uno o una pequeña flota de autobuses y los alquila a su conductor. Por lo tanto, bajo estas circunstancias, no se necesita mucho costo administrativo. La ganancia del propietario del bus no se observa en el costo económico, y el costo administrativo del negocio del transporte de camión está alrededor del 30% del costo de la tripulación.

Tabla 18.1-14 Costo de Tripulación y Costo Administrativo por el tipo de vehículo

	Unit	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200 pax.)	Light Truck	Heavy Truck
Annual Crew Cost									
Financial	US\$	0	5,850	5,200	6,500	7,150	7,150	0	6,500
Economic	US\$	0	4,388	3,900	4,875	5,363	5,363	0	4,875
Annual Overhead Cost									
Financial	US\$	0	1,170	1,040	1,950	2,145	2,145	0	1,300
Economic	US\$	0	878	780	1,463	1,609	1,609	0	925
Daily Crew and OH Cost									
Financial	US\$	0.00	19.23	17.10	23.15	25.47	25.47	0.00	21.37
Economic	US\$	0.00	14.42	12.82	17.36	19.10	19.10	0.00	16.03
Hourly Crew and OH Cost									
Financial	US\$	0.00	1.17	0.89	1.45	1.39	1.24	0.00	2.67
Economic	US\$	0.00	0.88	0.67	1.09	1.05	0.93	0.00	2.01

(9) Costo de Operación del Vehículo (VOC) Agregado

Los costos de operación del vehículo (VOC) unitarios, agregados, se resumen como se muestra en la Tabla 18.1-15. Para calcular el costo de operación del vehículo (VOC) total en una red, inicialmente debe obtenerse la velocidad de circulación de cada viaje, a partir del resultado de asignación de rutas; segundo, el costo asociado a la distancia total, calculado por la suma del costo de cada viaje y finalmente, el costo referido con el tiempo, calculado separadamente, usando número total de vehículos, se agrega al costo asociado a la distancia.

Tabla 18.1-15 Costo de operación del vehículo (VOC) Agregado por el tipo de vehículo

(1) VOC subject to Use		(US\$/1000Km)								
	Speed (Km/hour)	Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck	
Financial Cost	5	153.5	114.9	193.9	317.1	593.1	757.6	273.9	657.2	
	10	122.4	88.0	154.8	273.6	480.2	616.6	206.2	522.8	
	20	101.6	71.5	127.6	226.2	396.5	512.8	167.1	426.6	
	30	94.2	65.9	113.5	213.3	367.9	478.7	151.5	369.8	
	40	89.7	62.9	105.2	205.6	345.7	453.7	146.6	334.7	
	50	87.2	62.0	100.9	211.2	342.7	453.6	145.6	313.7	
	60	87.4	62.6	97.8	221.7	351.3	466.2	146.6	303.1	
	70	89.3	64.5	97.7	237.7	370.6	491.9	148.6	304.9	
	80	95.8	69.6	105.0	268.1	413.6	550.3	161.0	332.2	
	90	104.8	76.7	115.5	303.0	462.9	618.6	177.1	372.2	
Economic Cost	5	119.0	99.7	175.4	314.2	539.3	686.4	224.7	594.9	
	10	92.6	76.1	138.5	244.4	430.7	551.0	165.1	466.5	
	20	75.7	61.7	113.5	200.1	352.9	454.3	131.8	377.7	
	30	69.8	56.7	100.4	187.9	326.7	422.7	118.5	324.3	
	40	66.4	54.1	92.6	180.0	305.9	399.0	114.7	291.9	
	50	64.7	53.1	88.7	181.5	303.4	398.6	113.9	272.6	
	60	65.2	53.6	85.8	194.3	312.3	411.2	115.0	263.0	
	70	66.9	55.2	85.6	209.2	331.2	435.9	116.7	264.6	
	80	71.8	59.5	91.8	235.9	370.0	488.0	126.6	287.9	
	90	78.8	65.5	100.9	265.9	413.2	547.1	139.5	322.1	

(2) VOC subject to Time		(\$/Hour)								
		Car	Taxi	Buseta	Bus (60 pax.)	Large Bus (100 pax.)	Articula- ted Bus (200pax.)	Light Truck	Heavy Truck	
Financial Cost	Depreciation	0.543	0.244	0.263	0.307	0.855	1.284	0.372	1.017	
	Capital Opportunity Cost	0.625	0.163	0.355	0.598	1.416	1.772	0.536	1.321	
	Crew and Overhead Cost	0.000	1.170	0.891	1.449	1.394	1.239	0.000	2.674	
	Total	1.168	1.577	1.509	2.354	3.665	4.296	0.908	5.013	
Economic Cost	Depreciation	0.358	0.211	0.227	0.267	0.739	1.110	0.250	0.862	
	Capital Opportunity Cost	0.412	0.141	0.307	0.519	1.224	1.532	0.360	1.120	
	Crew and Overhead Cost	0.000	0.878	0.669	1.086	1.046	0.930	0.000	2.006	
	Total	0.770	1.229	1.202	1.872	3.008	3.572	0.610	3.988	

En Figura 18.1-4, se muestra el costo de operación vehicular por el tipo de vehículo y por la velocidad de operación. Con la velocidad muy baja de 5 km. por hora, el costo relacionado con el tiempo es más alto que el costo relacionado con la distancia de todo tipo de vehículos a excepción del camión liviano. La velocidad más económica está entre los 60 y 70 km. por hora. Comparando un vehículo con un taxi, el costo relacionado con la distancia de un taxi es más bajo que lo de un vehículo, debido a la distancia de operación anual más larga del taxi, y al contrario, el costo relacionado con el tiempo de taxi es más alto que lo de un vehículo, por el salario del conductor.

Con la velocidad de operación de 20 km. por hora, el costo total de un bus largo con la capacidad de 100 pasajeros es app.US\$ 500 por 1.000 km., 1.7 veces más que lo de un bus corriente y la capacidad es app. 1.7 veces más también. Por otro lado, el costo de un bus articulado es app. 2.2 veces más que la de un bus corriente, mientras que su capacidad es app.3.3 veces. Por lo tanto, el bus articulado es más efectivo en el costo que un bus corriente mientras que sus factores de carga son iguales.

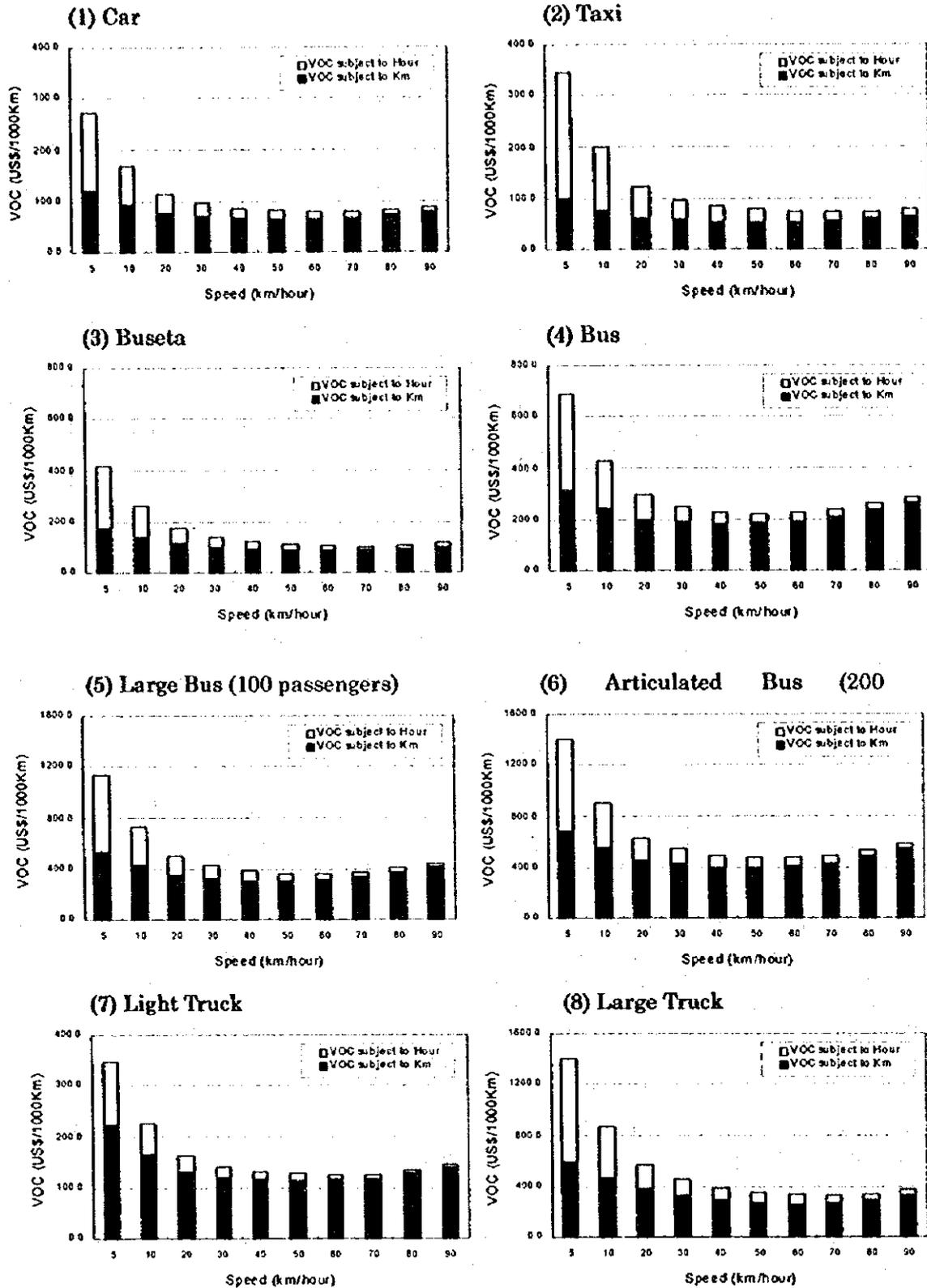


Figura 18.1-4 Costo de Operación Vehicular Económico por Velocidad

18.1.4. VALOR DEL TIEMPO DE VIAJE

El tiempo de viaje de usuarios de automóvil y de los pasajeros de bus se convierte a términos monetarios, usando el valor de tiempo como unidad. Sus valores de tiempo se estiman con base en su ingreso, el cual refleja su productividad. Según los datos de nuestro estudio por medio de entrevista doméstica personal efectuado en 1995, el ingreso familiar mensual es de Col \$ 353,024 para familias no poseedoras de automóvil y de Col \$923,518 para familias poseedoras de automóvil, en el promedio de marzo de 1998. Suponiendo jornadas mensuales de trabajo de 160 horas, el valor de una hora de trabajo se estima en Col \$2,078 para un no propietario de automóvil (pasajero de transporte público) y de Col \$4,892 para el propietario de automóvil (es decir usuario de automóvil) en 1999. (Tabla 18.1-16)

Todos los viajes con el propósito de "negocio" se consideran como de actividades productivas y entonces al tiempo de viaje gastado para el "negocio" se le da el valor referido. La porción de viaje por motivo de "negocio" es 7.5%. Los viajes "Para trabajar" (con una participación del 14.6%) y "al hogar" desde el trabajo se asume que tengan la mitad del valor de tiempo al trabajo mientras que a otros viajes ningún tiempo se les ha valorado (Tabla 18.1-17).

El valor de tiempo cambiará con el año. Cuanto más sube la productividad de la gente, más alto llega a ser el valor del tiempo. Entonces, puede ser razonable presumir que el valor de tiempo, subirá al mismo ritmo que la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto GRDP per cápita. Según la estructura asumida en el Estudio de Plan Maestro de JICA en 1995, que la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto GRDP per cápita (año 1995=100) crecerá a 113 en el 2000, 132 en el 2005 y 197 en el 2015 (Tabla 18.1-18).

El total de costo del tiempo de viaje (TTC) se estima multiplicando esta unidad de valor de tiempo a las horas agregadas de pasajero por el modo, calculadas desde el tránsito asignado en una red.

Tabla 18.1-16 Ingreso por horas por propietario de automóvil

Car Ownership	Family Income (C\$/mon.)		No. of Earners (person/HH)	Working Hours (Hours/mon.)	Hourly Income in '99 (C\$/hr/person)
	1995	1999			
Car-Owning 31%	923,518	1,565,363	2.0	160	4,892
Non Car-Owning	353,024	598,376	1.8	160	2,078
Average	521,914	898,142	1.9	160	2,954

Tabla 18.1-17 Costo de tiempo de viaje

Item	Unit	Car User	Public Transportation User	Average
1) Hourly Income	C\$/hr/person	4,892	2,078	2,954
2) Time Value				
a. Business Trip (x 1.0)	C\$/hr/person	4,892	2,078	2,954
b. To work trip (x 0.5)	C\$/hr/person	2,446	1,039	1,477
c. Home trip from work (x 0.5)	C\$/hr/person	2,446	1,039	1,477
3) Trip composition				
a. Business Trip	%	7.5	7.5	7.5
b. To work trip	%	14.6	14.6	14.6
c. Home trip from work	%	14.6	14.6	14.6
4) Weighted average Travel Time Value	C\$/hr/person	1081	459	653

Tabla 18.1-18 Futuro valor de tiempo de viaje

	(C\$/Hour)			
Car Ownership	1999	2000	2005	2015
Car Owning Household Member	1081.1	1107.8	1462.3	2880.8
Non Car Owning Household Member	459.2	470.5	621.1	1223.6

18.1.5. EL SISTEMA TRONCALES

(1) Beneficio Económico

La cantidad agregada del costo de operación de (VOC) y el costo de tiempo de viaje (TTC) significa el gasto económico para apoyar la actividad social y económica de la gente en una ciudad. La Figura 18.1-5 ilustra el futuro aumento de dicha cantidad en Bogotá. La parte superior de cada barra es la diferencia entre costo total del transporte, en el caso en el que el sistema de bus troncal si se introduce, y en el caso de no introducirlo, que es el beneficio del proyecto.

Sin el proyecto, el costo total aumentará desde US\$ 4,000 millones en el 2001 a US\$ 9,900 millones en el 2015. Si el proyecto se implementa, el costo anual en el 2015 se reducirá a US\$ 8,600 millones. Entonces, el beneficio para acumular, únicamente en el año de 2015, es de US\$ 1,300 millones. Del mismo modo, el beneficio del primer año es de US\$ 360 millones en el 2001.

El costo total de transporte bajará en el 2006 al nivel de dos tercios del año previo. Esto es porque muchos proyectos de transporte, tales como el Ferrocarril Urbano, la Autopista Urbana, la avenida longitudinal de occidente, están programados para entrar en funcionamiento en ese año.

El sistema de troncales consta de tres componentes: la construcción de la vía exclusiva de bus/carril, reestructuración de las rutas de bus y la introducción de buses grandes. Según el resultado de los trabajos de simulación, aproximadamente un tercio del beneficio se atribuye a la construcción de carriles y vías de bus.

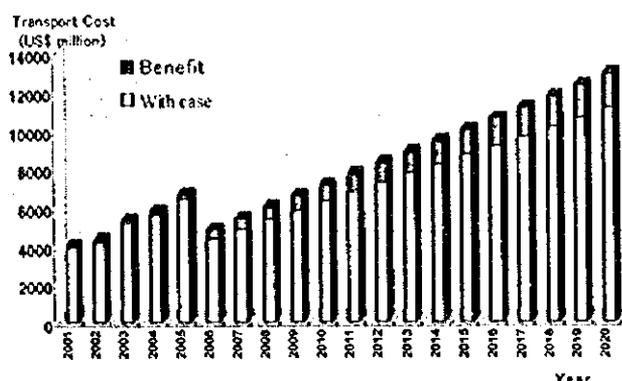


Figura 18.1-5 Costo de Transporte Diario y Beneficio del sistema de Troncales

La Tabla 18.1-19 muestra el beneficio económico según la fuente. Cerca del 40% del beneficio es generado por ahorros en costo de operación del vehículo (VOC) y 60% por ahorros en costo del tiempo de viaje (TTC). En la etapa temprana, después de que el proyecto de bus de troncal comience, los usuarios de automóvil privado obtendrán beneficio negativo por este proyecto. Pero a largo plazo, cuando la condición de transporte en la vía llegue a ser peor, ellos también llegarán a ser beneficiarios.

Tabla 18.1-19 Beneficio Económico del Proyecto de Sistema de Bus Troncal según la fuente

Benefit (Savings in)	Transport Mode	(Million US\$/Year)		
		Year		
		2000	2005	2015
VOC subject to Distance	Private	-12.6	-21.0	24.8
	Public	32.0	100.2	164.5
	Total	19.3	79.3	189.3
VOC subject to Time	Private	-37.4	-97.5	64.8
	Public	61.9	170.8	291.8
	Total	24.5	73.3	356.5
Travel Time Cost (TTC)	Private	-26.7	-47.4	81.9
	Public	79.5	254.4	677.8
	Total	52.7	207.0	759.8
Total	Private	-76.8	-165.9	171.5
	Public	173.3	525.5	1,134.1
	Total	96.5	359.6	1,305.6

La Tabla 18.1-20 muestra el cambio en la velocidad de viaje promedio según el modo. Comparando el modo privado y el modo público, el primero pierde o mantiene la velocidad por el proyecto mientras que el segundo mantiene o consigue más velocidad. Sin embargo, la diferencia no es notable. Lo más importante es que, en la tendencia a largo plazo de velocidad decreciente, el bus troncal y el bus expreso mantienen alta velocidad.

Tabla 18.1-20 Cambio de Velocidad promedio por el proyecto de Sistema de Bus de Troncal

Mode	Year 2000		Year 2005		Year 2015	
	W/o	W/	W/o	W/	W/o	W/
Car	14.9	14.2	14.6	13.9	10.7	10.7
Taxi	12.9	12.7	12.9	12.0	9.8	9.7
Truck	17.5	17.4	18.2	16.9	12.5	12.5
Bus	13.8	13.8	13.3	15.2	9.9	12.0
Trunk Bus	-	28.5	0.0	25.3	-	19.0
Express Bus	-	30.0	0.0	30.0	-	30.0
Average	14.5	14.2	14.3	14.1	10.6	10.9

(2) Resultados de la Evaluación Económica

Como se muestra en el flujo de caja de costo-beneficio del proyecto en la Tabla 18.1-21, la viabilidad económica del proyecto es sumamente alta, reportando 44.6% de TIR y US\$ 3,031 millones de Valor Presente Neto (NPV). Esta alta Tasa Interna de Retorno (IRR) se debe a que el proyecto de sistema de bus troncal implica un componente llamado de software de racionalización de rutas de autobuses. De hecho, a menos que la reestructuración de rutas y la introducción completa se haga, la Tasa Interna de Retorno (IRR) de la sola construcción de la infraestructura de autobuses es de solo 23.7 %, que aún es alta.

Tabla 18.1-21 Flujo de Caja económico del proyecto de Sistema Troncal de Bus

Year	(US\$ 1000)					
	Cash Flow			Discounted Cash Flow		
	Cost	Benefit	B-C	Cost	Benefit	B-C
1999	14,888	0	-14,888	14,888	0	-14,888
2000	146,060	0	-146,060	130,411	0	-130,411
2001	198,064	108,036	-90,028	157,895	86,126	-71,769
2002	224,840	119,560	-105,280	160,037	85,101	-74,936
2003	121,800	159,894	38,094	77,406	101,616	24,210
2004	108,967	177,180	68,213	61,831	100,537	38,706
2005	87,580	211,752	124,173	44,371	107,280	62,910
2006	3,587	454,212	450,625	1,623	205,463	203,840
2007	3,587	548,807	545,220	1,449	221,654	220,205
2008	3,587	643,402	639,815	1,294	232,017	230,724
2009	3,587	737,997	734,410	1,155	237,615	236,460
2010	3,587	832,592	829,005	1,031	239,350	238,319
2011	4,384	927,187	922,803	1,125	237,986	236,861
2012	4,922	1,021,782	1,016,860	1,128	234,166	233,038
2013	4,922	1,116,377	1,111,455	1,007	228,433	227,426
2014	5,718	1,210,972	1,205,253	1,045	221,240	220,195
2015	6,318	1,305,567	1,299,249	1,031	212,966	211,936
2016	7,126	1,400,161	1,393,035	1,038	203,926	202,888
2017	7,126	1,494,756	1,487,630	927	194,378	193,451
2018	7,126	1,589,351	1,582,225	827	184,535	183,707
2019	7,126	1,683,946	1,676,820	739	174,569	173,831
2020	7,126	1,778,541	1,771,415	660	164,621	163,962
Residual	-248,329	0	248,329	-20,523	0	20,523
Total	733,699	17,522,074	16,788,375	642,392	3,673,578	3,031,185

IRR(%)	44.6
B/C	5.72
NPV	3,031,185

(3) Evaluación por Vía de Bus Troncal

Aquí, se evalúa el sistema de bus troncal por grupos de vías, una a una. Para hacer esto, se tomó algunas suposiciones y un enfoque diferente como se describe abajo:

- a) se hizo la comparación de "Con y Sin" entre el caso de " hacer todo proyecto" y el caso de " hacer todo excepto vía para evaluar". Esto significa que el beneficio del sistema de bus troncal sobre la vía para evaluar se define como la acumulación antieconómica, ya que el sistema está fallando únicamente sobre la vía.
- b) En ambos casos anteriores, se asumió la planeada reorganización de las rutas de buses, e introducción de buses largos. Los buses de tamaños largos operan hipotéticamente sobre los carriles comunes junto con los carros y los camiones. En este sentido, el resultado está hablando estrictamente, no de la evaluación del sistema de bus troncal sobre la vía, sino del efecto económico de los carriles segregados para la vía del tema.
- c) El costo económico es la suma del costo de carril/vía de bus troncal y del costo de terminal. El costo de terminal central asigna a cada vía, según el numero de uso de los buses del terminal central.

Tabla 18.1-22 Evaluación Económica del Sistema de Bus Troncal por Vía

Vías de Prioridad para Bus	TIR (%)	B/C	NPV (US\$1000)
1. Av. Caracas, Apt. Norte	17.3	1.9	273,215
2. Av. Quito, Apt. Sur, Av. 1° de Mayo	29.7	4.9	455,398
3. Cra. 7ª, Cra. 10ª	13.7	1.3	4,975
4. Calle 68/100	62.9	54.1	434,061
5. Av. Suba	33.3	11.1	131,882
6. Calle 170	32.9	6.8	41,673

Se muestra el resultado de evaluación en la Tabla 18.1-22. Cada vía está juzgado factible económicamente, mostrando que cada TIR supera 12%. La más alta TIR de 63% se estima para la Calle 68/100, la cual tendrá el tráfico pesado de buses mientras que el costo es menor comparativamente. A pesar de que la Av. Caracas, Autopista Norte y Sur tendrán un enorme numero de pasajeros de buses también, sus TIR son moderadas debido al alto costo de construcción de las estructuras elevadas para una vía de buses y pasos elevados.

Para la Cra.7 y 10, se plantea los carriles de prioridad de buses a bajo costo. La prioridad les dará a los buses solo en la hora pico de la mañana y la tarde. Por lo tanto, se considera el 30% del beneficio diario a este proyecto. Por consiguiente, su TIR es la más baja. La Av. Suba está facilitada con los carriles de prioridad de buses también, pero, se muestra la alta TIR de 33%, porque el volumen del tráfico de buses en la Av. Suba es mucho mayor que Cra.7.

(4) Análisis de Sensibilidad**1) Cambios en el Costo y Beneficio**

Cambiando el costo y beneficio estimado, se hizo un análisis de sensibilidad como se muestra en la Tabla 18.1-23. La viabilidad económica es bastante estable aun ante un aumento extremado del costo o disminución del beneficio. Sólo 20% del beneficio estimado puede hacer factible el proyecto (en tal caso, la Tasa Interna de Retorno (IRR) es 13.6%). La factibilidad del proyecto se perderá únicamente cuando más del 80% del beneficio no se cumpla y, además, los costos se excedan en más del 20 %.

Tabla 18.1-23 Análisis de Sensibilidad de cambios de costo y beneficio

Benefit Decrease	Cost Increase				
	Base Case	20% up	40% up	60% up	80% up
Base Case	44.6	39.1	35.0	31.9	29.4
20% down	38.0	33.4	30.0	27.3	25.1
40% down	31.0	27.3	24.5	22.2	20.4
60% down	23.3	20.4	18.1	16.3	14.7
80% down	13.6	11.4	9.7	8.2	7.0

2) Cambio de Tarifas de Bus

En este estudio, el valor de la tarifa del bus troncal y del bus expreso se ha fijado en Col \$ 600 por trayecto. Sin embargo, si la tarifa de bus sube sobre COL\$600 por trayecto, el número de pasajeros disminuirá y entonces la Tasa Interna de Retorno (IRR) bajará. Otro análisis hecho sobre el aumento del pago de pasajeros y el sistema apropiado de tarifa que está establecido en el capítulo 18.3. Aquí, se examinó la sensibilidad de la Tasa Interna de Retorno (IRR) al cambio de tarifa de bus. El resultado se muestra en la Tabla 18.1-24 y en la Figura 18.1-6.

Como muestra la figura resultante, la Tasa Interna de Retorno (IRR) no es tan sensible a la tarifa inesperadamente. Sólo cuando la tarifa excede Col\$ 1,000, la Tasa Interna de Retorno (IRR) disminuye notablemente. Por debajo de 2,000 pesos por trayecto, la Tasa Interna de Retorno (IRR) cae en un 16.6%. Dos razones se consideran sobre esta baja sensibilidad. Uno es el futuro nivel de ingreso de pasajeros. Como se estableció en el futuro valor, el nivel de ingreso se presume que llegue a ser 1.7 veces el valor presente en 2015. Entonces, el consentimiento del pasajero para pagar también puede llegar a ser 1.7 veces. La otra razón es la abolición de las líneas existentes de bus que compiten con las nuevas líneas troncales de bus explicadas en el capítulo 9. Por hacer esto, algunos pasajeros no tienen ninguna otra alternativa que tomar un bus troncal, no importa qué tan alta sea la tarifa.

Tabla 18.1-24 Análisis de sensibilidad por el cambio de tarifa de bus

Fare Level (Peso/Ride)	Benefit in 2015 (Million US\$)	Economic Evaluation Indicators		
		IRR(%)	B/C	NPV(M.US\$)
430	1,420.7	46.4	6.03	3,230.4
600	1,305.6	44.6	5.72	3,031.1
800	1,286.8	43.5	5.53	2,910.6
1,000	1,234.8	41.4	5.16	2,671.0
1,500	1,001.7	31.0	3.67	1,714.9
2,000	769.9	16.6	1.77	492.0

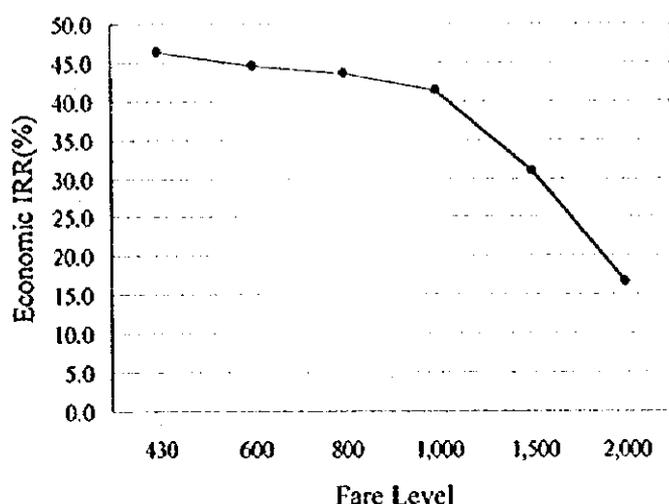


Figura 18.1-6 Tasa Interna de Retorno (IRR) económica del sistema troncal de bus por tarifa diferente

3) Influencia de la Autopista de Anillo Interior

Como se explicó a principios de este capítulo, el proyecto de sistema troncal de bus se evaluó con la condición precedente de que el proyecto de la Autopista de Anillo Interior se abra como programa en el 2006. Si esta condición se niega, la Tasa Interna de Retorno (IRR) del proyecto de sistema troncal de bus es como se muestra en la Tabla 18.1-25. La influencia del Proyecto de Autopista es insignificante, con los indicadores de evaluación ligeramente mejorados.

Tabla 18.1-25 Influencia de la Autopista de Anillo Interior sobre el proyecto de Sistema de Bus Troncal

Item	Expressway exists (Base Case)	Expressway not exists
Benefit in 2005	211.7	211.8
Benefit in 2015	1305.5	1,320.2
IRR(%)	44.6	45.4
B/C	5.72	5.86
NPV(Million,US\$)	3031.1	3,120.2

18.1.6. AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR

(1) Beneficio Económico

El costo de proyecto se estima que sea de US\$ 638.5 millones al precio de mercado y corresponde a US\$ 559.2 millones al precio económico. A esta inversión enorme, el valor de peaje se presume en COL\$2,000 a la apertura de la autopista en el 2006 y gradualmente incrementada según el aumento de capacidad de pago de usuarios de automóvil, hasta COL\$3,000 en el 2015.

Con las condiciones arriba mencionadas, el beneficio del primer año del proyecto de Autopista es de US\$ 51 millones y alcanza US\$ 178 millones en el 2015 (Figura 18.1-7). Este beneficio es aproximadamente 1.3 a 1.5 % del costo total de transporte.

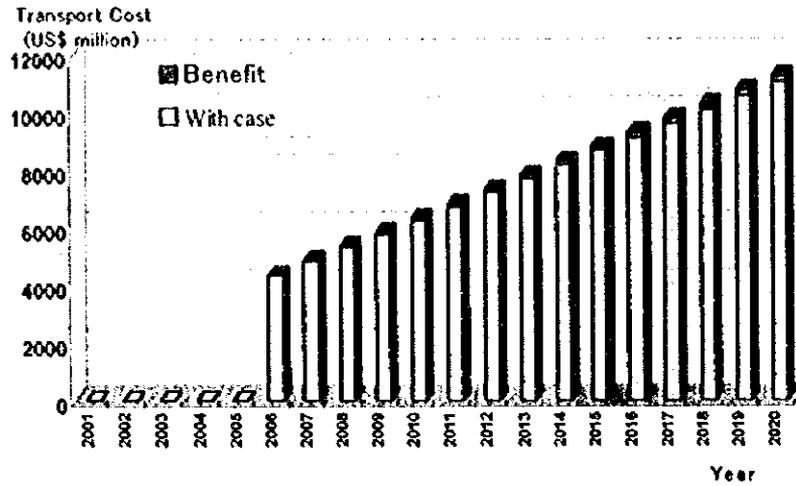


Figura 18.1-7 Costo total del transporte y Beneficio Económico del proyecto de Autopista

La Tabla 18.1-26 muestra el beneficio según la fuente. Aproximadamente 55% se debe a economías en el Costo de Operación del Vehículo (VOC) y 45% en costo del tiempo de viaje (TTC). En el año de apertura, el beneficio asociado a la distancia de vehículos privados es negativo. Esto, es porque algunos conductores toman un desvío para tomar la ruta de la autopista. Aunque los vehículos de transporte público no puedan tomar la autopista, ellos casi no tendrán ninguna desventaja por este proyecto. Por el contrario, ellos obtendrán beneficio en el futuro lejano.

Los cambios en la velocidad promedio se muestran según el modo en la Tabla 18.1-27. Las diferencias entre el caso "con" y el caso "sin" son mínimas. El mejoramiento de velocidad es de un pequeño porcentaje en el promedio. Este se debe a que el volumen de tránsito sobre la autopista no es importante desde el punto de vista del vehículo-kilómetro mientras la extensión total es todavía corta. Otra razón es la tendencia del tránsito hacia un equilibrio. Si un automóvil puede circular sobre la autopista libremente, muchos automóviles tomarán la ruta de autopista. Consiguientemente, la velocidad promedio sobre la autopista se disminuye.

Tabla 18.1-26 Beneficio Económico del proyecto de la Autopista de Anillo Interior según la fuente

Benefit (Savings in)	Transport Mode	(Million US\$/Year)	
		2006	2015
VOC subject to Distance	Private	-5.3	16.0
	Public	0.3	0.9
	Total	-5.0	16.8
VOC subject to Time	Private	23.2	81.0
	Public	0.8	1.1
	Total	23.9	82.1
Travel Time Cost (TTC)	Private	18.2	74.3
	Public	-0.5	4.8
	Total	17.7	79.0
Total	Private	36.1	171.2
	Public	0.5	6.7
	Total	36.6	178.0

Tabla 18.1-27 Cambio de Velocidad promedio por el proyecto de Autopista de Anillo Interior

Mode	Year 2005		Year 2015	
	W/o	W/	W/o	W/
Car	13.5	13.9	10.4	10.7
Taxi	11.8	12.0	9.4	9.7
Truck	16.7	16.9	12.2	12.5
Bus	15.1	15.2	11.9	12.0
Trunk Bus	25.7	25.3	19.0	19.0
Express Bus	30.0	30.0	30.0	30.0
Average	13.8	14.1	10.6	10.9

(2) Evaluación de Resultados

El flujo de caja de la Autopista de Anillo Interior se analiza según se muestra en la Tabla 18.1-28. Las cantidades pequeñas de costo aparecen después del 2005. Este es el costo de operación y mantenimiento de la Autopista.

La Tasa Interna de Retorno (IRR) del proyecto de Autopista se estima en 14.7% y el valor neto actual (PNV) es de US\$ 89 millones. Como la tasa Interna de Retorno (IRR) está sobre la tasa de descuento de 12%, el proyecto se juzga económicamente factible. Sin embargo, el valor de la Tasa Interna de Retorno (IRR) no es tan alto y entonces el análisis de sensibilidad llega a ser importante. Especialmente, como los usuarios de automóvil son sensibles al cargo de peaje, la sensibilidad al cambio en el valor de peaje es significativa.

Tabla 18.1-28 Flujo de caja económico de costo-beneficio de la Autopista de Anillo Interior

(US\$ 1000)

Year	Cash Flow			Discounted Cash Flow		
	Cost	Benefit	B-C	Cost	Benefit	B-C
1999	0	0	0	0	0	0
2000	10,482	0	-10,482	9,359	0	-9,359
2001	24,809	0	-24,809	19,778	0	-19,778
2002	59,834	0	-59,834	42,589	0	-42,589
2003	178,727	0	-178,727	113,584	0	-113,584
2004	178,727	0	-178,727	101,415	0	-101,415
2005	106,622	0	-106,622	54,018	0	-54,018
2006	104	50,746	50,642	47	22,955	22,908
2007	104	64,880	64,776	42	26,204	26,162
2008	104	79,014	78,910	37	28,493	28,456
2009	104	93,148	93,044	33	29,991	29,958
2010	104	107,282	107,178	30	30,841	30,811
2011	259	121,416	121,157	66	31,164	31,098
2012	259	135,550	135,291	59	31,065	31,005
2013	259	149,684	149,425	53	30,628	30,575
2014	259	163,818	163,559	47	29,929	29,882
2015	259	177,952	177,693	42	29,028	28,986
2016	518	192,086	191,568	75	27,976	27,901
2017	518	206,220	205,702	67	26,817	26,749
2018	518	220,354	219,836	60	25,585	25,525
2019	518	234,488	233,970	54	24,309	24,255
2020	518	248,622	248,104	48	23,012	22,964
2021	-158,371	0	158,371	-13,088	0	13,088
Total	405,231	2,245,257	1,840,026	328,416	417,996	89,580

IRR(%)	14.7
B/C	1.27
NPV	89,581

(3) Análisis de Sensibilidad

1) Cambio de costo y beneficio

Como la tasa Interna de Retorno (IRR) del proyecto de Autopista no es tan alto, es sensible a un cambio de costo y beneficio. La Tabla 18.1-29 presenta el resultado de un análisis de sensibilidad. Asumiendo el valor de umbral de la tasa Interna de Retorno (IRR) para ser factible, el proyecto es aún factible contra un 20% de disminución del beneficio o 20% de aumento en el costo. Sin embargo, si sucede que ambos presenten 10% de disminución del beneficio y 20% del aumento del costo, la tasa Interna de Retorno (IRR) será de menos del 12%. Lo mismo ocurre con la condición del 20% de disminución del beneficio y 10% del aumento del costo.

Tabla 18.1-29 Cambio de Costo y beneficio del proyecto de autopista de anillo interior

Benefit Change	Cost Change				
	20% less	10% less	Base Case	10% up	20% up
20% up	20.0	18.4	17.0	15.8	14.7
10% up	18.8	17.2	15.9	14.7	25.1
Base Case	17.6	16.1	14.7	13.6	12.6
10% less	16.2	14.8	13.5	12.4	11.4
20% less	14.8	13.4	12.2	11.1	10.2

2) Cambio de Tarifa de Peaje

El valor propuesto de peaje es de Col \$ 2,000 en el 2006 y Col \$ 3,000 en el 2015. Si este valor de peaje se cambia, la tasa Interna de Retorno (IRR) del proyecto naturalmente se afecta. Un valor más alto de peaje hace que los usuarios de automóvil se desalienten de usar la Autopista y si los usuarios disminuyen, la tasa Interna de Retorno (IRR) económico se rebajará. La Tabla 18.1-30 y la Figura 18.1-8 muestran el cambio de la tasa Interna de Retorno (IRR) a diversos valores de peaje. Si el peaje es tan barato como Col \$ 500, la tasa Interna de Retorno (IRR) es 21.2%. En la medida en que el peaje sube, la tasa Interna de Retorno (IRR) llega a ser inferior y a un valor de peaje entre Col \$ 5,000 a Col \$ 5,500, la tasa Interna de Retorno (IRR) cae bajo el umbral. Desde el punto de vista económico, es deseable un valor inferior de peaje. Sin embargo, el proyecto no puede ser financieramente factible a un nivel de peaje muy bajo.

Tabla 18.1-30 Cambio de valor de peaje del proyecto de autopista de anillo interior

Fare Level (Peso/Ride)	Benefit in 2015 (Million US\$)	Economic Evaluation Indicators		
		IRR(%)	B/C	NPV (M.US\$)
500	114.0	21.2	1.67	221.50
1,000	107.0	18.2	1.52	188.50
1,500	121.5	17.0	1.43	170.20
2,000	149.6	16.5	1.38	130.20
2,500	162.9	16.0	1.30	122.10
3,000	178.0	15.0	1.25	94.00
3,500	175.9	14.0	1.21	69.30
4,000	179.2	13.5	1.17	44.50
4,500	207.9	13.0	1.11	39.00
5,000	201.3	12.6	1.07	21.40
5,500	185.3	11.6	0.96	-14.20
6,000	173.0	10.9	0.88	-40.60
7,000	152.6	9.5	0.74	-84.40
8,000	133.5	8.2	0.62	-124.40
9,000	122.1	7.3	0.55	-148.30
10,000	113.9	6.7	0.50	-165.60

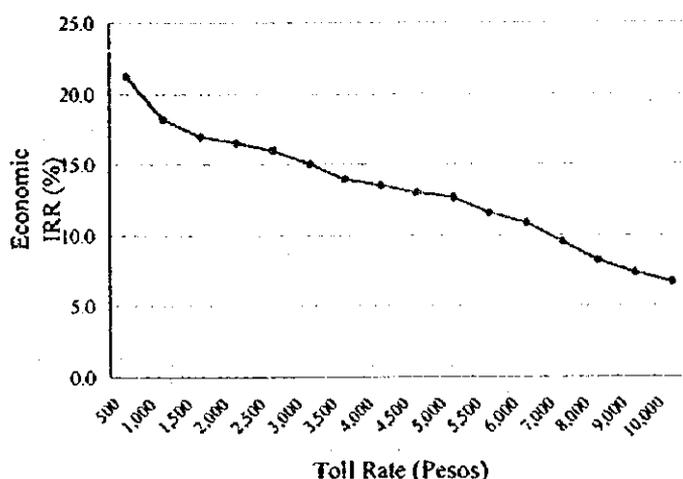


Figura 18.1-8 Relación entre Tasa Interna de Retorno (IRR) económico y valor de peaje de autopista

3) Influencia del proyecto de Sistema Troncal de Bus

El proyecto de autopista de anillo interior se evaluó con la condición precedente de que el proyecto de sistema de troncales se implemente, tal como está programado, entre el 2000 y el 2005. Si esta condición no es cierta y el sistema de troncales no se ejecuta nunca, la tasa Interna de Retorno (IRR) de la Autopista se cambiará como se muestra en la Tabla 18.1-31. La influencia del proyecto de troncales es significativa. la tasa Interna de Retorno (IRR) aumentará en 2.8 puntos y el valor presente Neto (NPV) casi se doblará.

Tabla 18.1-31 Influencia del proyecto de Sistema de Troncales sobre Tasa Interna de Retorno (IRR) del proyecto de Autopista

Item	Trunk bus exists (Base Case)	Trunk bus does not exist
Benefit in 2006	50.7	90.1
Benefit in 2015	178.0	192.6
IRR(%)	14.7	17.5
B/C	1.27	1.54
NPV(Million US\$)	89.6	178.4

18.2. EVALUACION FINANCIERA

18.2.1. LA OPERACIÓN DE LAS TRONCALES

La operación de buses grandes sobre unos carriles privativos o vías de bus es un nuevo negocio de transporte en Bogotá. Los carriles privativos y las vías de bus mejorarán el desempeño de operación de los buses. En este estudio, el valor de tarifa de Col \$ 600 se sugiere para el nuevo servicio de troncales. Estas son condiciones ventajosas a los operadores de troncales. Los precios de una flota de buses grandes son significativamente más altos que los de los buses convencionales. Aquí, se examina la factibilidad financiera del negocio de las troncales, suponiendo que todas las rutas troncales son administradas por una compañía y que los carriles y vías de bus están disponibles gratuitamente.

(1) Demanda y Renta

Según el análisis de simulación presentado en el capítulo 9, la Demanda para el sistema de troncales y también para los servicios existentes se resume como se muestra en la Tabla 18.2-1. La demanda por el nuevo servicio aumenta significativamente en el 2005. Esto es porque muchas líneas troncales comenzarán su servicio en este año y cerca de cinco millones de pasajeros cambiarán al nuevo servicio. El servicio convencional de bus perderá su acción y por lo tanto, más de la mitad de los operadores actuales tienen que ser absorbidos en el nuevo sistema.

Tabla 18.2-1 Pasajeros de Sistema de Troncal de Bus

Year	(1000 pax/day)			
	Trunk Bus	Express Bus	Total	Ordinary Bus
2000	1,198	816	2,014	7,892
2005	6,038	1,356	7,394	2,348
2015	6,980	1,584	8,564	2,589

La tarifa actual de bus es Col \$ 430, en promedio. El valor de tarifa del nuevo sistema se presume en un valor plano de Col\$600 por el trayecto. Esas tarifas se guardan sin cambiar durante el período de evaluación, en términos reales, al precio de 1999. El precio

nominal se cambiará naturalmente según la tasa de inflación. Con base en estas tarifas y el número de pasajeros arriba mencionado, la renta anual por tarifa (las utilidades) se estima fácilmente como se indica en la Tabla 18.2-2, suponiendo un año de 330 días y una equivalencia de US\$ 1.0 a Col \$ 1,580.

Tabla 18.2-2 Renta anual de Sistema Troncal de Bus

Year	(US\$ Million)			
	Trunk Bus	Express Bus	Total	Ordinary Bus
2000	150.1	102.3	252.4	708.8
2006	767.7	172.6	940.3	212.9
2015	874.7	198.5	1,073.2	232.5

Las utilidades totales, incluyendo ventas de autobuses ordinarios, aumentan desde US \$ 962 millones en 2000 a US \$ 1,153 millones en 2005. Una parte de este aumento se atribuye al aumento natural de pasajeros y la otra parte por el aumento de pasajeros de transferencia bajo el nuevo sistema.

(2) Costo de Operación

El precio de mercado de un bus grande con capacidad de 100 pasajeros es US\$ 140,000 y el precio de un bus articulado para 200 pasajeros es US\$ 198,000. El valor es 3 a 4 veces superior, al comparar el precio con los buses convencionales en la gama de US\$ 50,000 - 55,000. Según el análisis de costo de operación del vehículo (VOC) constatable en la sección previa, el costo de operación de estos autobuses es como ilustra la Figura 18.2-1. Ellos son casi proporcionales a su precio.

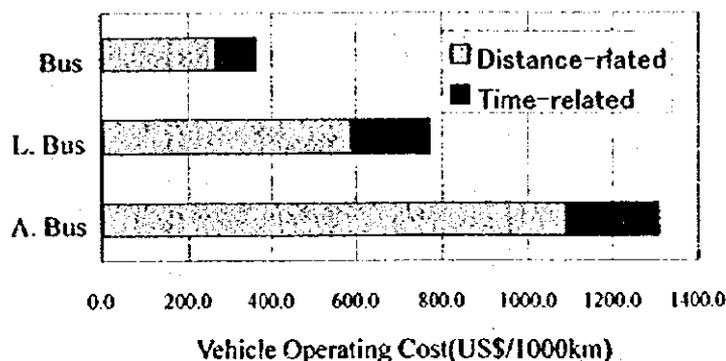


Figura 18.2-1 Comparación del costo de operación de un bus por 10 km

La mencionada unidad costo de operación del vehículo (VOC) incluye costo de depreciación y costo de oportunidad de capital, así como también, costos de operación, tales como, el combustible y costo de reparación. El costo de operación anual de la troncal y los autobuses expresos se pronostica como se muestra en la Tabla 18.2-3

Tabla 18.2-3 Costo anual de operación de buses

Year	(million us\$/yr)					
	Trunk Bus			Express Bus		
	Distance VOC	Time voc VOC	Total	Distance VOC	Time voc VOC	Total
2000	91	29	120	61	12	73
2005	336	129	465	83	17	100
2015	436	211	647	103	21	124

El Gobierno Municipal de Bogotá está planeando establecer una Corporación pública de transporte para administrar y dirigir los operadores de bus en el sector privado. Esta corporación pública se compondrá de 50 a 60 personas cuyo sueldo sumará US \$ 1.2 a 1.8 millones de costo Administrativo.

(3) Flujo de Caja y Balance Acumulado

Comparando el costo y la renta, la Tabla 18.2-4 muestra un flujo de caja del negocio troncal de bus. El costo de inversión para la compra de autobuses y el pago de intereses se incluye en el costo de operación, en forma de depreciación y de costo de capital de oportunidad.

La ganancia y la pérdida están casi equilibradas hasta el 2005 bajo la tarifa propuesta de 600 pesos por trayecto. Después del año 2006 cuando todas las líneas estén abiertas, una pérdida ligera continuará por tres años pero la pérdida acumulada será cancelada en el 2011 y el balance alcanzará US\$ 557 millones en el 2020 que son US\$ 71 millones al valor actual. Para la referencia, si se calcula la Tasa Interna de Retorno (IRR) para este flujo de caja, éste es de 44%. Esto sugiere que este negocio es muy lucrativo. En la actualidad, sin embargo, los operadores de bus en el sector privado tienen que pagar impuesto al valor agregado (IVA) y otros impuestos. Si se toma este factor en cuenta, la Tasa Interna de retorno (IRR) real estaría en la gama del 20% a 25%, que todavía muestra que el negocio es financieramente viable.

Tabla 18.2-4 Flujo de caja de operación del sistema de Troncales

Year	Revenue (Million US\$/Year)			Operating Cost			Overhead Cost	Total Cost	Balance
	Trunk Bus	Exp. Bus	Total	Trunk Bus	Exp. Bus	Total			
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	150.1	102.3	252.4	155.8	94.8	250.6	1.2	251.9	0.5
2001	185.7	105.1	290.8	192.8	97.5	288.8	1.2	290.1	0.8
2002	229.7	108.1	337.8	238.4	100.2	335.4	1.3	336.7	1.1
2003	284.0	111.1	395.2	294.9	103.0	392.5	1.3	393.8	1.4
2004	351.3	114.3	465.6	364.7	106.0	462.4	1.3	463.7	1.9
2005	434.5	117.5	552.0	451.0	108.9	548.2	1.3	549.5	2.5
2006	767.7	172.6	940.3	794.1	176.2	970.4	1.4	971.7	(31.4)
2007	778.9	175.3	954.2	799.1	174.5	973.8	1.4	975.2	(20.9)
2008	790.3	178.0	968.3	804.1	172.7	977.2	1.4	978.6	(10.3)
2009	801.8	180.8	982.7	809.2	171.0	980.6	1.5	982.0	0.6
2010	813.5	183.7	997.2	814.3	169.3	984.0	1.5	985.5	11.7
2011	825.4	186.5	1012.0	819.4	167.6	987.4	1.5	989.0	23.0
2012	837.5	189.5	1026.9	824.6	166.0	990.9	1.5	992.4	34.5
2013	849.7	192.4	1042.1	829.8	164.3	994.3	1.6	995.9	46.2
2014	862.1	195.4	1057.6	835.0	162.7	997.8	1.6	999.4	58.1
2015	874.7	198.5	1073.2	840.3	161.0	1001.3	1.6	1002.9	70.3
2016	887.5	201.6	1089.1	852.5	163.6	1016.1	1.7	1017.8	71.3
2017	900.4	204.8	1105.2	865.0	166.1	1031.1	1.7	1032.8	72.4
2018	913.6	208.0	1121.6	877.6	168.7	1046.3	1.7	1048.1	73.5
2019	926.9	211.2	1138.2	890.4	171.4	1061.8	1.8	1063.6	74.6
2020	940.5	214.5	1155.0	903.4	174.1	1077.5	1.8	1079.3	75.7
Total	14406.0	3551.3	17957.3	14256.3	3139.7	17368.4	31.4	17392.8	557.5

(4) Análisis de Sensibilidad Cambio de Tarifa

La Figura 18.2-2 ilustra los cambios de ganancia neta acumulada (sin impuesto) por el negocio de troncales y vía expresa de bus, bajo varios niveles de tarifa. Con la tarifa actual de COL \$430 pesos, este negocio no pagará los gastos. Por el contrario, una tarifa más alta de COL \$600 pesos producirá una seria reducción de dinero en la etapa temprana,

aunque el balance final será mucho más alto. Según este análisis, puede concluirse que el nivel apropiado de tarifa está en la gama de Col \$ 550 a Col \$ 650.

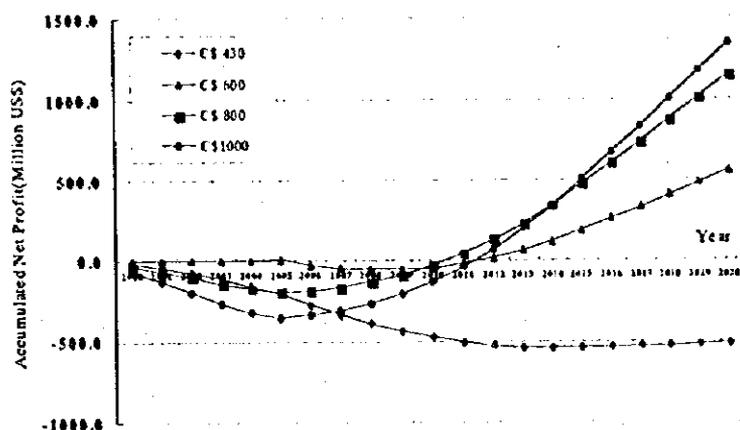


Figura 18.2-2 Saldo Neto Acumulado del proyecto de sistema de Troncales con diversas tarifas

18.2.2. EL TERMINAL DE AUTOBUSES

Suponiendo que el Terminal Central y los otros Terminales Suburbanos sean administrados por una entidad, un análisis financiero se hace sobre el negocio del Terminal de autobuses. El propósito principal del análisis es examinar si el desarrollo del terminal es posible de implementar mediante la introducción de la financiación privada, si el operador puede cobrar un cargo por cada bus que entre en el terminal.

(1) Inversión y Costo Operativo

La cantidad total de inversión es US\$ 82 millones, de la que 73% es para el terminal central. El costo de mantenimiento y la operación de la compañía administradora con cerca de 150 empleados está en la gama de US\$ 1.6 - 1.7 millones por año.

(2) Cobro en el Terminal y Renta

El cargo básico en el terminal se asume de COL\$2,000 por cada entrada de un bus troncal al terminal suburbano y se cobra 1.5 veces el valor por un bus articulado para el servicio expreso. El Terminal Central cobra 1.5 veces lo de un Terminal Suburbano. El uso total será de 30,000 entradas en un día en el 2005 y 40,000 entradas en el 2015. Así, la renta anual será US\$ 15.5 millones y US\$ 20.9 millones, respectivamente (Tabla 18.2-5).

La participación del terminal Central es el 30% en el uso (el número de entradas de bus) y sobre 35% de renta total. Si se comparan los autobuses troncal y los autobuses expresos, los autobuses expresos ocupan un porcentaje del 12% en el 2006 y 18% en el 2015 del uso total; por otra parte generan el 20% de la renta total en el 2015 y el 25% en el 2006.

Tabla 18.2-5 Ocupación y renta de la Compañía Terminal

Year	Number of terminal use by bus (1000 times/day)						Annual Toll Revenue (Million US\$)					
	Central Terminal		Others Terminal		Total		Central Terminal		Others Terminal		Total	
	Express	Trunk	Express	Trunk	Express	Trunk	Express	Trunk	Express	Trunk	Express	Trunk
1999												
2000	0	0	143	473	143	473	0.0	0.0	0.9	2.0	0.9	2.0
2001	0	0	164	620	177	665	0.0	0.0	1.0	2.6	1.0	2.6
2002	0	0	188	813	220	936	0.0	0.0	1.2	3.4	1.2	3.4
2003	0	0	216	1066	273	1316	0.0	0.0	1.4	4.5	1.4	4.5
2004	0	0	248	1397	338	1851	0.0	0.0	1.6	5.8	1.6	5.8
2005	135	771	284	1832	419	2603	1.3	4.8	1.8	7.7	3.0	12.5
2006	143	787	298	1879	441	2666	1.3	4.9	1.9	7.8	3.2	12.8
2007	152	804	312	1927	464	2731	1.4	5.0	2.0	8.0	3.4	13.1
2008	161	821	328	1976	489	2797	1.5	5.1	2.1	8.3	3.6	13.4
2009	171	838	344	2027	514	2865	1.6	5.2	2.2	8.5	3.8	13.7
2010	181	855	360	2079	542	2934	1.7	5.4	2.3	8.7	4.0	14.0
2011	192	873	378	2132	570	3006	1.8	5.5	2.4	8.9	4.2	14.4
2012	204	892	396	2187	600	3078	1.9	5.6	2.5	9.1	4.4	14.7
2013	216	910	416	2243	632	3153	2.0	5.7	2.6	9.4	4.6	15.1
2014	229	929	436	2300	665	3230	2.2	5.8	2.7	9.6	4.9	15.4
2015	243	949	457	2359	700	3308	2.3	5.9	2.9	9.9	5.1	15.8
2016	258	969	479	2419	737	3388	2.4	6.1	3.0	10.1	5.4	16.2
2017	273	989	503	2481	776	3470	2.6	6.2	3.1	10.4	5.7	16.6
2018	290	1010	527	2545	817	3555	2.7	6.3	3.3	10.6	6.0	17.0
2019	307	1031	553	2610	860	3641	2.9	6.5	3.5	10.9	6.4	17.4
2020	326	1053	580	2677	905	3729	3.1	6.6	3.6	11.2	6.7	17.8
Total							32.7	90.7	47.7	167.3	80.4	258.0

(3) Flujo de Caja y la Tasa Interna de Retorno (IRR)

Con el cargo básico de COL\$2,000, se estima la Tasa Interna de Retorno (IRR) en el 7.5% para el terminal central y 48.3% para los terminales suburbanos. Si los reúnen, la Tasa Interna de Retorno (IRR) llega a ser 16.0% y el Valor Presente Neto (NPV) es de US\$ 30.4 millones. Este valor es suficientemente alto como para atraer un capital privado. Debido al alto costo de construcción, la rentabilidad del terminal central es más bien baja, pero es cubierta por la ganancia de los terminales suburbanos. (Tabla 18.2-6 y Tabla 18.2-7)

Tabla 18.2-6 Flujo de Caja de la Compañía Terminal

(US\$ 1000)

Year	Central Terminal				Other Terminals(8)				All Terminals(9)			
	Const. Cost	M&O Cost	Revenue	Cash Flow	Const. Cost	M&O Cost	Revenue	Cash Flow	Const. Cost	M&O Cost	Revenue	Cash Flow
1999	0	0	0	0	179	0	0	-179	179	0	0	-179
2000	20,041	0	0	-20,041	3,723	0	0	-3,723	23,764	0	0	-23,764
2001	19,067	0	0	-19,067	2,443	526.57	5,427	2,458	21,509	526.57	5,427	-16,608
2002	16,315	0	0	-16,315	3,826	1053.1	6,863	1,983	20,341	1053.1	6,863	-14,532
2003	4,129	0	0	-4,129	4,941	1053.1	8,707	2,743	9,069	1053.1	8,707	-1,415
2004	0	554	8,882	8,328	5,678	1079	11,083	4,325	5,678	1634	19,965	12,653
2005	0	554	9,150	8,595	1,476	1095	14,148	11,577	1,476	1650	23,298	20,172
2006	0	554	9,417	8,863	0	1120	14,572	13,452	0	1674	23,989	22,315
2007	0	554	9,694	9,140	0	1120	15,010	13,890	0	1674	24,705	23,030
2008	0	554	9,983	9,428	0	1120	15,462	14,342	0	1674	25,445	23,770
2009	0	554	10,282	9,728	0	1120	15,929	14,809	0	1674	26,211	24,537
2010	0	554	10,593	10,039	0	1120	16,412	15,292	0	1674	27,005	25,330
2011	0	554	10,916	10,362	0	1131	16,910	15,780	0	1685	27,827	26,142
2012	0	554	11,253	10,698	0	1140	17,425	16,286	0	1694	28,678	26,984
2013	0	554	11,602	11,048	0	1140	17,958	16,818	0	1694	29,560	27,866
2014	0	573	11,966	11,393	0	1153	18,508	17,355	0	1726	30,474	28,748
2015	0	573	12,345	11,772	0	1161	19,076	17,915	0	1734	31,422	29,688
2016	0	573	12,740	12,167	0	1171	19,664	18,493	0	1744	32,404	30,660
2017	0	573	13,151	12,578	0	1171	20,272	19,100	0	1744	33,423	31,678
2018	0	573	13,579	13,007	0	1171	20,900	19,728	0	1744	34,479	32,735
2019	0	573	14,026	13,453	0	1171	21,550	20,378	0	1744	35,576	33,831
2020	0	573	14,492	13,919	0	1171	22,221	21,050	0	1744	36,713	34,969
Residual	-23,085	0	0	23,085	-13,576	0		13,576	-36,661	0	0	36,661
Total	36,666	9,554	194,072	147,852	8,690	21,988	318,097	287,419	45,356	31,542	512,169	435,271

Tabla 18.2-7 Resultados de la Evaluación Financiera del proyecto de Terminal de Bus

Evaluation Indicator	Unit	Central Terminal	Other Terminals	All Terminals
IRR	%	11.9	84.3	23.8
B/C	-	1.05	4.48	2.09
NPV	M.US\$	2.4	73.0	75.3

(4) Análisis de Sensibilidad

1) Cambios en Costo y Beneficio

Se hizo un análisis de sensibilidad cambiando el beneficio y el costo, aumentándolos y disminuyéndolos en 20% cada uno. La Tabla 18.2-8 muestra los resultados. El terminal central llega a ser casi factible únicamente cuando el costo es reducido en 20% y el beneficio se aumenta en 20%, mientras que los otros terminales suburbanos son factibles en cada caso. Todos los terminales llegan a ser impracticables únicamente en el caso de que el costo aumente y a la vez el beneficio tenga una disminución. (Tabla 18.2-8)

Tabla 18.2-8 Análisis de Sensibilidad del terminal de bus por el cambio del costo y beneficio

Terminal	Revenue Change	Cost Change				
		-20%	-10%	Base Case	+10	+20%
Central Terminal	+20%	11.9	10.5	9.4	8.4	7.5
	+10 %	10.9	9.6	8.5	7.5	6.7
	Base Case	9.8	8.6	7.5	6.6	5.9
	-10%	8.7	7.5	6.8	5.7	5.0
	-20%	7.5	6.4	5.5	4.7	4.0
Other 8 Terminals	+20%	84.3	71.6	61.9	54.4	48.3
	+10 %	74.7	63.5	55.0	48.3	42.9
	Base Case	65.5	55.7	48.3	42.5	37.8
	-10%	56.7	48.3	41.9	36.9	32.9
	-20%	48.3	41.2	35.8	31.6	28.2
All Terminals	+20%	23.8	21.3	19.2	17.5	16.0
	+10 %	21.9	19.6	17.7	16.0	14.6
	Base Case	20.0	17.8	16.0	14.5	13.2
	-10%	18.1	16.0	14.3	12.9	11.6
	-20%	16.0	14.1	12.5	11.2	10.0

2) Cambio del Cargo por uso del Terminal

El cargo básico del terminal se presume de Col\$2,000. Al cambiar este valor, se hizo una sensibilidad, cuyos resultados se muestran en la Tabla 18.2-9. El terminal central es factible si el cargo básico está sobre Col \$ 3,000. Por otra parte, los terminales suburbanos son factibles aun bajando el cargo básico a Col\$1,000

Si el valor llega a ser menos de \$1,500 pesos, la Tasa Interna de Retorno (IRR) de todos los terminales también será inferior al 12% y la aplicación de un Incentivo Financiero privado (PFI) llegar a ser difícil. No obstante, será todavía financieramente viable si una organización pública, sin ánimos de lucro, emprende el proyecto usando un crédito blando bilateral o internacional.

Tabla 18.2-9 Análisis de Sensibilidad del Terminal de Bus por el cambio del cargo por uso

Terminal Charge	Central Terminal	Other Terminals	All Terminals
500	-1.6	5.9	0.7
1000	2.0	19.2	6.6
1500	5.0	32.9	11.6
2000	7.5	48.3	16.0
2500	9.8	65.5	20.0
3000	11.9	84.3	23.8

18.2.3. AUTOPISTA DE ANILLO INTERIOR

Una nueva organización como la Corporación para La Autopista Metropolitana de Bogotá se asume que construye, mantiene y opera la autopista. La factibilidad financiera de la organización se examinó.

(1) Costo de Inversión y Operación

Una suma de US\$ 638.5 millones se invertirá entre 1999 y el 2005 y la autopista se abrirá iniciando el 2006. El costo de operación y mantenimiento se estima en US\$ 1.4 millones que aumentarán gradualmente hasta los US\$ 2.1 millones en el 2020.

(2) Ocupación y Renta por Peajes

En la apertura en el 2006, el número de vehículos que usan la autopista (ocupación) será 33,200 en Pasajeros Unidad de Vehículo (PCU) y crecerá rápidamente debido a una mayor congestión sobre las vías ordinarias, a 130,000 en el 2015. Asumiendo la tarifa de peaje a COL\$2,000 para el año 2006 y COL\$3,000 para el 2015, la renta de peaje anual será de US\$ 14.6 millones y US\$ 81.3 millones, respectivamente. (Tabla 18.2-10)

Tabla 18.2-10 Ocupación e ingreso de peaje para el proyecto de Autopista de Anillo Interior

Year	PCU/Day				C\$/pcu	Annual Revenue (Million US\$)			
	Car	Taxi	Truck	Total		Car	Taxi	Truck	Total
1999									
2000	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
2001	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
2002	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
2003	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
2004	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
2005	18,539	7,025	3,032	28,596	2000	7.7	2.9	1.3	11.9
2006	21,519	8,283	3,451	33,252	2100	9.4	3.6	1.5	14.6
2007	24,978	9,765	3,927	38,671	2200	11.5	4.5	1.8	17.8
2008	28,993	11,514	4,470	44,976	2300	13.9	5.5	2.1	21.6
2009	33,653	13,575	5,087	52,315	2400	16.9	6.8	2.6	26.2
2010	39,062	16,005	5,790	60,857	2500	20.4	8.4	3.0	31.8
2011	45,341	18,870	6,590	70,801	2600	24.6	10.2	3.6	38.4
2012	52,629	22,248	7,500	82,377	2700	29.7	12.5	4.2	46.5
2013	61,088	26,231	8,536	95,856	2800	35.7	15.3	5.0	56.1
2014	70,908	30,927	9,715	111,550	2900	42.9	18.7	5.9	67.6
2015	82,305	36,464	11,057	129,826	3000	51.6	22.8	6.9	81.3
2016	95,534	42,992	12,584	151,111	3100	61.9	27.8	8.1	97.8
2017	110,890	50,688	14,323	175,901	3200	74.1	33.9	9.6	117.6
2018	128,715	59,763	16,301	204,778	3300	88.7	41.2	11.2	141.1
2019	149,404	70,461	18,552	238,418	3400	106.1	50.0	13.2	169.3
2020	173,419	83,076	21,115	277,609	3500	126.8	60.7	15.4	202.9
Total	1,136,977	507,888	152,031	1,796,895	-	721.9	325.1	95.5	1142.6

(3) Resultados de la Evaluación

Aunque el proyecto de autopista sea económicamente factible, la Tasa Interna de Retorno (TIR) financiero es del 4.9% y el proyecto apenas si parece atractivo en el sector privado. Sin condiciones particulares, ningún capital privado tendrá interés. Sin embargo, como el proyecto implica una Tasa Interna de Retorno Financiero (TIRF) cerca del 5% en términos reales, el proyecto puede sostener un reembolso de capital con el interés, si los términos del préstamo son muy blandos. (Tabla 18.2-11).

Tabla 18.2-11 Flujo de Caja y Tasa Interna de Retorno Financiero (FIRR) de proyecto de Autopista de Anillo Interior

Year	Investment and OM Cost				Toll Revenue	Net Cash Flow
	Construction	Maintenance	Operating	Total		
1999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2000	11.1	0.0	0.0	11.1	0.0	(11.1)
2001	26.1	0.0	0.0	26.1	0.0	(26.1)
2002	68.0	0.0	0.0	68.0	0.0	(68.0)
2003	205.6	0.0	0.0	205.6	0.0	(205.6)
2004	205.6	0.0	0.0	205.6	0.0	(205.6)
2005	122.2	0.0	0.0	122.2	0.0	(122.2)
2006	0.0	0.1	1.1	1.2	14.6	13.4
2007	0.0	0.1	1.1	1.2	17.8	16.6
2008	0.0	0.1	1.1	1.2	21.6	20.4
2009	0.0	0.1	1.1	1.2	26.2	25.0
2010	0.0	0.1	1.1	1.2	31.8	30.6
2011	0.0	0.3	1.1	1.4	38.4	37.0
2012	0.0	0.3	1.1	1.4	46.5	45.0
2013	0.0	0.3	1.1	1.4	56.1	54.6
2014	0.0	0.3	1.1	1.4	67.6	66.1
2015	0.0	0.3	1.1	1.4	81.3	79.9
2016	0.0	0.6	1.2	1.8	84.1	82.3
2017	0.0	0.6	1.2	1.8	86.8	85.0
2018	0.0	0.6	1.2	1.8	89.5	87.7
2019	0.0	0.6	1.3	1.9	92.2	90.3
2020	0.0	0.6	1.2	1.8	94.9	93.1
Residual	-365.2	0.0	0.0	-365.2	0.0	365.2
Total	273.4	5.0	17.0	295.4	849.2	553.9

IRR (%)	4.9%
B/C	0.41
NPV(M.US\$)	-210.2

(4) Análisis de Sensibilidad

1) Análisis de Sensibilidad por el cambio de costo y beneficio

El proyecto llega a ser financieramente factible únicamente reduciendo en un 60% el costo, o en un 40% si se acompaña con el aumento de la renta de más de un 10%.(Tabla 18.2-12)

Tabla 18.2-12 Análisis de Sensibilidad del proyecto de autopista cambiando el costo y beneficio

Revenue Change	Cost Change (percent)				
	-60%	-40%	-20%	Base Case	+20%
+20%	14.1	10.2	7.7	6.1	4.9
+10%	13.2	9.4	7.1	5.5	4.3
Base Case	12.3	8.6	6.4	4.9	3.8
-10%	11.2	7.7	5.6	4.2	3.2
-20%	10.2	6.8	4.9	3.5	2.6

2) Análisis de Sensibilidad cambiando la tarifa de peaje

Si el valor de peaje se cambia, la Tasa Interna de Retorno Financiero (FIRR) varía según se muestra en la Tabla 18.2-13 y la Figura 18.2-3. Si la construcción se aplaza, la curva

cambiará ascendentemente. Puede ser una alternativa el esperar hasta que el proyecto llegue a madurar financieramente.

Tabla 18.2-13 Análisis de Sensibilidad del proyecto de autopista por el valor de peaje

Toll (C\$/use)	Patronage(1000 pcu/day)		IRR (%)	B/C	NPV (M.US\$)
	2006	2015			
500	165	345	0.3	0.27	-274
1,000	89	240	2.3	0.35	-244
1,500	53	193	3.6	0.39	-229
2,000	34	156	4.1	0.41	-224
2,500	22	130	4.4	0.41	-222
3,000	15	130	6.0	0.49	-194
3,500	10	115	6.5	0.51	-186
4,000	7	100	6.7	0.51	-184
4,500	5	86	6.7	0.51	-185
5,000	3	74	6.8	0.50	-187
5,500	2	64	6.7	0.50	-190
6,000	2	55	6.6	0.48	-194
7,000	1	41	6.4	0.46	-204
8,000	0	31	6.1	0.43	-213
9,000	0	23	5.9	0.42	-219
10,000	0	18	5.6	0.39	-228

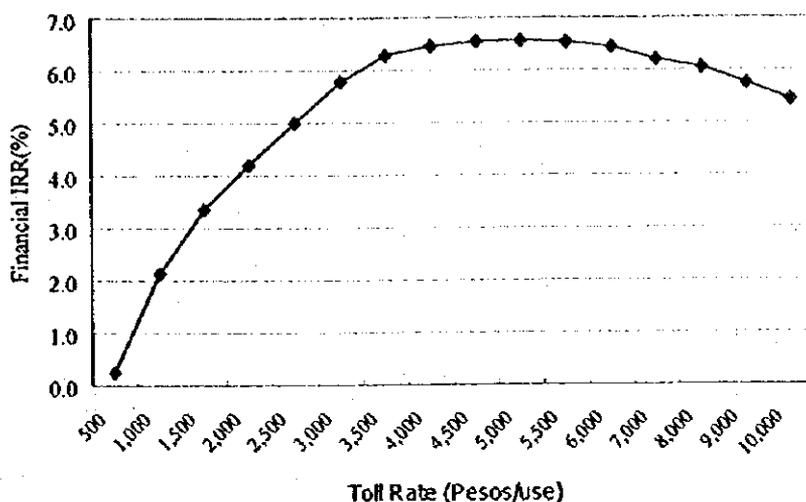


Figura 18.2-3 Cambio de la Tasa Interna de Retorno Financiero (FIRR) de proyecto de Autopista de Anillo Interior por el valor del peaje

(5) Tasa Interna de Retorno Económico (EIRR) y Tasa Interna de Retorno Financiero (FIRR)

La Figura 18.2-4 muestra la relación entre la Tasa Interna de Retorno Económico (EIRR) y la Tasa Interna de Retorno Financiero (FIRR) del proyecto de autopista de anillo interior cambiando el valor de peaje. Por lo general, con este gráfico, se busca la tarifa óptima de peaje financiera y económicamente. Sin embargo, la curva de este proyecto no pasa tal área. Con el paso del tiempo, se espera que la curva gire hacia la derecha y entonces esperar puede ser una solución.

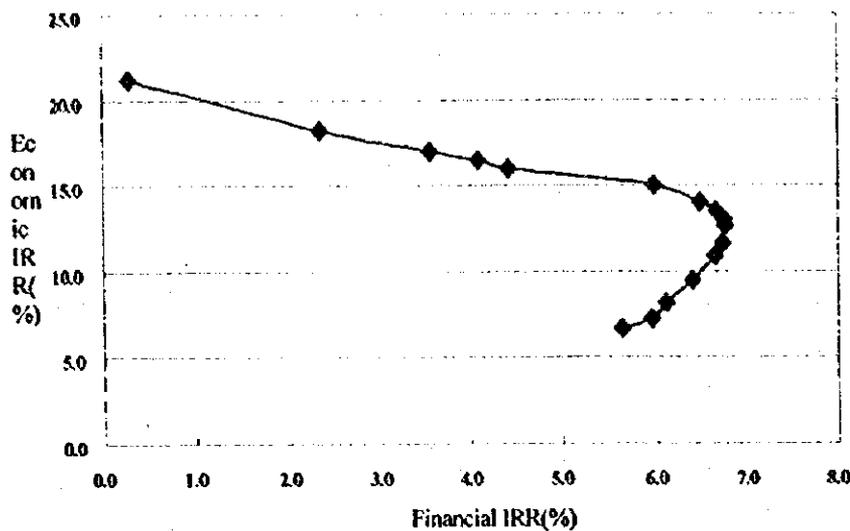


Figura 18.2-4 Tasa Interna de Retorno Económico (EIRR) y Tasa Interna de Retorno Financiero (FIRR) del Proyecto de Autopista de Anillo Interior

18.3. SISTEMA DE TARIFAS DE BUS BAJO EL SISTEMA DE TRONCALES

18.3.1. GENERALIDADES

En el capítulo 5, se examinan las siguientes dos alternativas del sistema de tarifas:

- 1) Alternativa - A: Un sistema de valor fijo con un pago adicional del mismo valor a cada traslado
- 2) Alternativa - B: Un sistema de valor plano sin pago adicional por transferencia

En el estudio, la alternativa - A es empleado en la tarifa propuesta de sistema troncal de bus, en vez de la alternativa B que permite el traslado sin la tarifa adicional cuando los pasajeros transfieren. En la alternativa A, se examinaron las tarifas de troncal y del bus ordinario en la suposición de que las ventas totales con el nuevo sistema deberían equilibrarse con las del sistema actual y se propusieron las tarifas óptimas sobre el sistema troncal de bus. En lo que concierne a la alternativa B, un análisis de sensibilidad se condujo únicamente sobre algunas suposiciones sin considerar algunos puntos prácticos sobre un sistema de tiqueteo.

Según los análisis para el sistema de troncales, es obvio que bajo el nuevo sistema, el número de pasajeros que transfieren en las paradas de bus y terminales aumenta más que bajo el sistema actual. Por lo tanto, la proporción de algunos pasajeros que tienen que transferir al bus troncal será más alta que en la actualidad. En general, se dice que en Bogotá, los pasajeros que pertenecen a una clase de bajo ingreso toman un viaje de largo trayecto. Es necesario estudiar el sistema de tarifas para que no recargue sobre muchos de esos pasajeros. En esta sección, el análisis de viajes por el ingreso familiar se condujo también con base en los datos de la encuesta de los viajes de personas.

18.3.2. TARIFA DE TRONCALES

(1) Tarifa Óptima de Troncales

La Tabla 18.3-1 muestra el cambio de pasajeros de troncal, bajo condiciones básicas y las utilidades totales de las troncales bajo diversos valores de tarifa. Como puede verse, los pasajeros disminuyen en la medida en que la tarifa llega a ser más alta. Por otra parte, las utilidades totales tienen una cresta cerca a un valor de COL\$1000 pesos. La cantidad total de utilidades llega a su máximo valor cerca de esta tarifa.

Sin embargo, la tarifa promedio actual ponderada por un índice de servicio frecuencia-km es aproximadamente \$430 pesos. En el caso de que la tarifa del bus troncal tenga un valor de COL\$1000 pesos, dicho valor será demasiado alto para ser la tarifa de bus, comparándola con el valor actual. Un valor de bus troncal de COL\$600 pesos parece razonable, tomando en cuenta un salto arriba desde su valor actual.

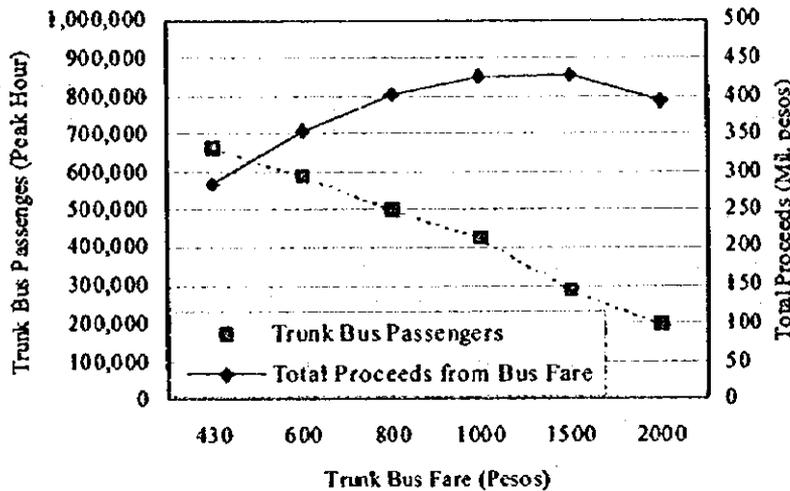


Figura 18.3-1 Distribución de las utilidades totales y pasajeros de troncales.

(2) Tarifa de Autobús Propuesta para el Sistema de Troncales

La Tabla 18.3-1 resume los ingresos totales por los casos con y sin en el 2005. En el caso con, el bus troncal y el bus ordinario usaron tarifas de COL\$600 o COL\$430 pesos, respectivamente. Los ingresos totales en el caso con son aproximadamente COL\$480 millones \$pesos/hora en la hora pico de la mañana, en contraste con COL\$391 millones en el caso sin. La relación de utilidades totales entre los casos con y sin es aproximadamente 1.22 veces. Esto significa que la reducción de costo de hasta 12% es posible para mantener las mismas utilidades.

Las tarifas del bus troncal y del bus ordinario se examinan sobre la suposición de que las ventas totales en el sistema actual se equilibran con las del nuevo sistema y se proponen las tarifas óptimas para el sistema troncal de bus. Asumiendo que un bus ordinario mantiene el valor actual para asegurar la misma renta que en la actualidad, la tarifa de bus troncal se asume en COL\$450 pesos, que es el 82% de COL\$600 pesos (ver Tabla 18.3-2).

Tabla 18.3-1 Ingresos totales por casos con y sin en 2005

	Sin el caso			Tarifa de troncal = COL\$600		
	Tarifa	Pasajeros	Ingresos (\$pesos)	Tarifa	Pasajeros	Ingresos (COL\$)
Autobuses ordinarios	COL\$430	909,910	391,261,300	COL\$430	292,292	125,685,560
Autobuses de troncal		0	0	COL\$600	589,334	353,600,400
Total		909,910	391,261,300		881,626	479,285,960

Tabla 18.3-2 Tarifa propuesta de bus

	Tarifa de troncal = COL\$450		
	Tarifa	Pasajeros	Ingresos (COL\$)
Autobuses ordinarios	COL\$ 430	292.292	125.685.560
Autobuses de troncal	COL\$ 450	589.334	265.200.300
Total		881.626	390.885.860

(3) Pasajeros Transferidos

La Tabla 18.3-3 resume el número de pasajeros de transferencia de 1 y 2 veces en los casos con y sin. Como puede verse, los números de traslados en las paradas de bus y en los terminales llegan a ser mayores que en el sistema actual. La diferencia de los números de pasajeros de traslado entre casos con y sin es 50,000, equivalentes a 7.5% de los pasajeros totales de bus de los que 54,000 pasajeros hacen un traslado, mientras que los pasajeros que transfieren dos veces disminuyen a 4,000.

La Tabla 18.3-4 muestra la diferencia en el número de pasajeros de traslado por el tipo de bus: ordinario y autobuses troncal. Los pasajeros que transfieren de troncal a troncal son predominantes y su relación es aproximadamente 45%, en el contraste a 11% de traslado de ordinario al ordinario.

Tabla 18.3-3 Diferencia en pasajeros de transferencia entre casos con y sin

	caso Sin	caso Con	Diferencia
1 vez	200.492	254.387	53.895
2 veces	23.357	19.358	- 3.999
Total	223.849	273.745	49.896

Tabla 18.3-4 Diferencia en el numero de pasajeros de traslado por el tipo de bus

	Buses Ordinarios	Buses de Troncal	Total
Ordinario	5,484	11,058	16,542
Buses de Troncal	11,058	22,296	33,354
Total	16,542	33,354	49,896

(4) Pasajeros de Bus que Tienen Que Pagar Más

Según la discusión de arriba, es obvio que bajo el nuevo sistema, el número de traslados es más grande que en el caso sin. Por lo tanto, el número de pasajeros que no tienen ninguna elección sino transferir de un bus troncal a otro será más alto que en la actualidad.

La Tabla 18.3-5 muestra la matriz de transferencias de bus por caso de transferencia: no transferir, ordinario a troncal de autobuses y , troncal a troncal. La tarifa total es la más alta en el supuesto de transferencia troncal a troncal. Los pasajeros en esta categoría tienen que pagar COL\$900, en contraste a COL\$860 en el sistema actual. La relación de aumento de tarifa es 1.05 veces. El número de pasajeros en esta categoría se estima 22,000 por hora. La Tabla 18.3-6 resume lo anterior.

Tabla 18.3-5 Tabla de Tarifas de Transferencia por caso de traslado

Desde/a	No - transferir	Ordinario	de Troncal
Ordinario	COL\$ 430	COL\$ 860	COL\$ 880
Troncal	COL\$ 450	COL\$ 880	COL\$ 900

Tabla 18.3-6 Tabla resumen para pasajeros que transfieren de Troncal a Troncal

Items		
(a) Tarifa de bus de ordinario - ordinario Transferencia	860	pesos
(b) Tarifa de troncal - troncal Transferencia	900	pesos
(c) Relación de aumento (b)/(c)	1.05	veces
(d) Pasajeros que transfieren desde la troncal a troncal - troncal, pasajeros de Transferencia	22,296	pasajeros
(e) Relación de pasajeros Aplicables a pasajeros totales	3.4%	

(5) Relación Entre el Ingreso y Longitud de Viaje

En general, se dice que en Bogotá, los pasajeros que pertenecen a un grupo de bajo ingreso hacen los viajes más largos. En esta sección, se analizan las características de viaje, desde el punto de vista de su longitud de viaje por el nivel de ingreso; con base en los datos del Estudio de Viajes de Personas, efectuada en el Estudio del Plan Maestro de JICA en 1996. Se eligen y analizan los datos cuyo propósito es "a trabajar" y el modo de viaje es "bus"

La Figura 18.3-2 muestra la distribución de longitud de viaje para 5 grupos de ingresos. Como puede verse, la longitud de viaje del grupo de bajo ingreso (300,000 o menos \$pesos/mes) es la más larga de todos los grupos. En el grupo de bajos ingresos, el cincuenta por ciento de los viajes tienen una longitud de aproximadamente 10 km, mientras los del grupo de altos ingresos son de 7.5km. Aproximadamente el 50% de los pasajeros totales en el grupo de bajos ingresos están dentro de una longitud de viaje de 10km, en contraste con 7.5km, en el grupo de más altos ingresos (COL\$3'000,000 ó más).

La Figura 18.3-3 muestra la composición de la longitud de viaje por el grupo de ingreso. Esta figura también muestra que entre más larga es la longitud de viaje, es más alta la composición porcentual del grupo de bajos ingresos. En el caso de una longitud de viaje de 20km o más, aproximadamente el 50% de los viajes totales corresponden al grupo de más bajos ingresos. Puede decirse que en Bogotá, los pasajeros que pertenecen a un grupo de bajos ingresos, deben tomar un largo viaje para su transporte.

Si un viaje largo tiene más alta probabilidad de transferencia, la mayor parte de la gente de bajos ingresos se verá forzada a transferir en el nuevo sistema troncal autobuses. , Aproximadamente 11,000 pasajeros, equivalentes al 2% del total, deben efectuar una transferencia extra en el sistema troncal. El 50% de los pasajeros, están en el grupo de bajos ingresos, según la composición de la longitud de viaje por el grupo de ingresos. Ellos tienen que pagar COL\$900. La relación de aumento al sistema actual es aproximadamente 1.05.

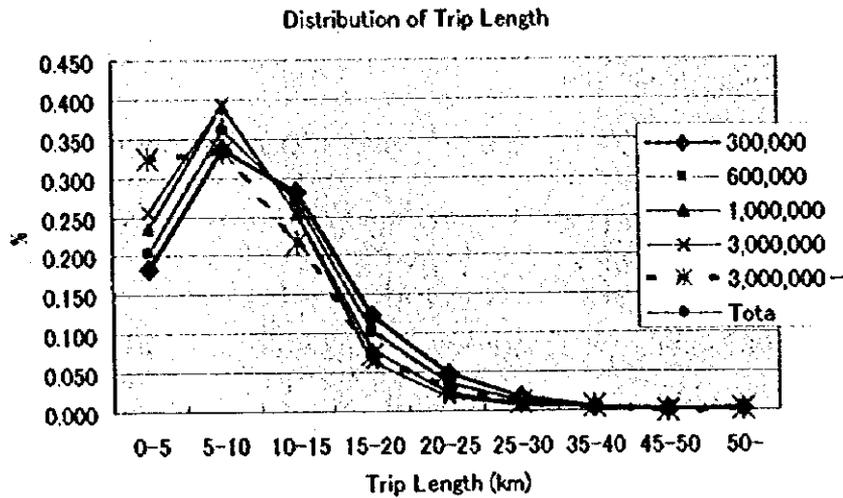


Figura 18.3-2 Distribución de la longitud de viaje por el grupo de ingresos

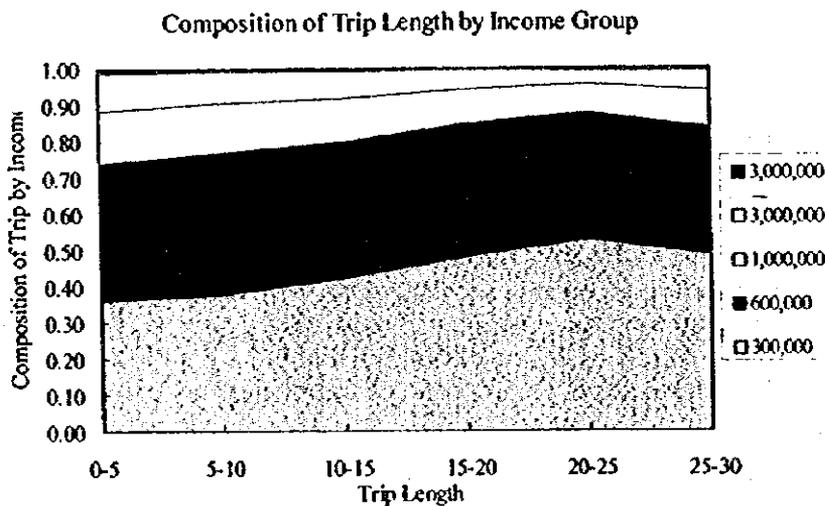


Figura 18.3-3 Composición de la longitud de viaje por el grupo de ingresos

(6) Sistema Tarifario sin el Pago de una Tarifa Adicional

En esta sección, se examina la Alternativa B, que permite la transferencia sin el pago adicional. Un análisis de sensibilidad para el valor de tarifa sobre las siguientes tres (3) suposiciones se conduce aun sin considerar algunos problemas con el sistema actual de tiqueteo.

- 1) Caso - 1: Sistema de tarifas sin el pago adicional cuando se transfiere (sistema de tarifa de transferencia gratuita)

- 2) Caso - 2: Sistema de tarifas de transferencia gratuita únicamente para la gente de bajos ingresos
- 3) Caso - 3: Sistema de tarifas de transferencia gratuita únicamente entre troncal y troncal

La Tabla 18.3-7 resume los tres (3) sistemas de tarifa sin el pago adicional. Las tarifas de todos modos tienen más incremento que en la alternativa A. En el Caso 1 sin el pago cuando alguien transfiere, el valor para el bus troncal sube a COL\$500, en contraste con COL\$450 pesos en la alternativa A. En el Caso 2 y Caso 3, sólo pasajeros algunos no pagan una tarifa adicional cuando transfieren, por lo que el valor llega a tener alguna disminución.

Tabla 18.3-7 Casos de Tarifas sin el pago de una tarifa Adicional

Tipo de bus	Tarifa de Bus (\$pesos)		
	(1) Sistema de tarifas de libre transferencia	(2) Sistema de tarifa de traslado gratis únicamente para la gente de bajos ingresos	(3) Sistema de tarifas de traslado gratis únicamente para del bus de troncal al bus de troncal
Bus de troncal	COL\$ 500	COL\$ 470	COL\$ 470
Bus ordinario	COL\$ 430	COL\$ 430	COL\$ 430

(7) Resumen

La Figura 18.3-4 y la Figura 18.3-5 resumen brevemente los principales aspectos de la discusión del sistema de tarifas de bus, respectivamente. Esas figuras resumen el planteamiento hecho arriba en forma de Diagrama de Flujos.

A flat rate system with additional payment at every transfer point

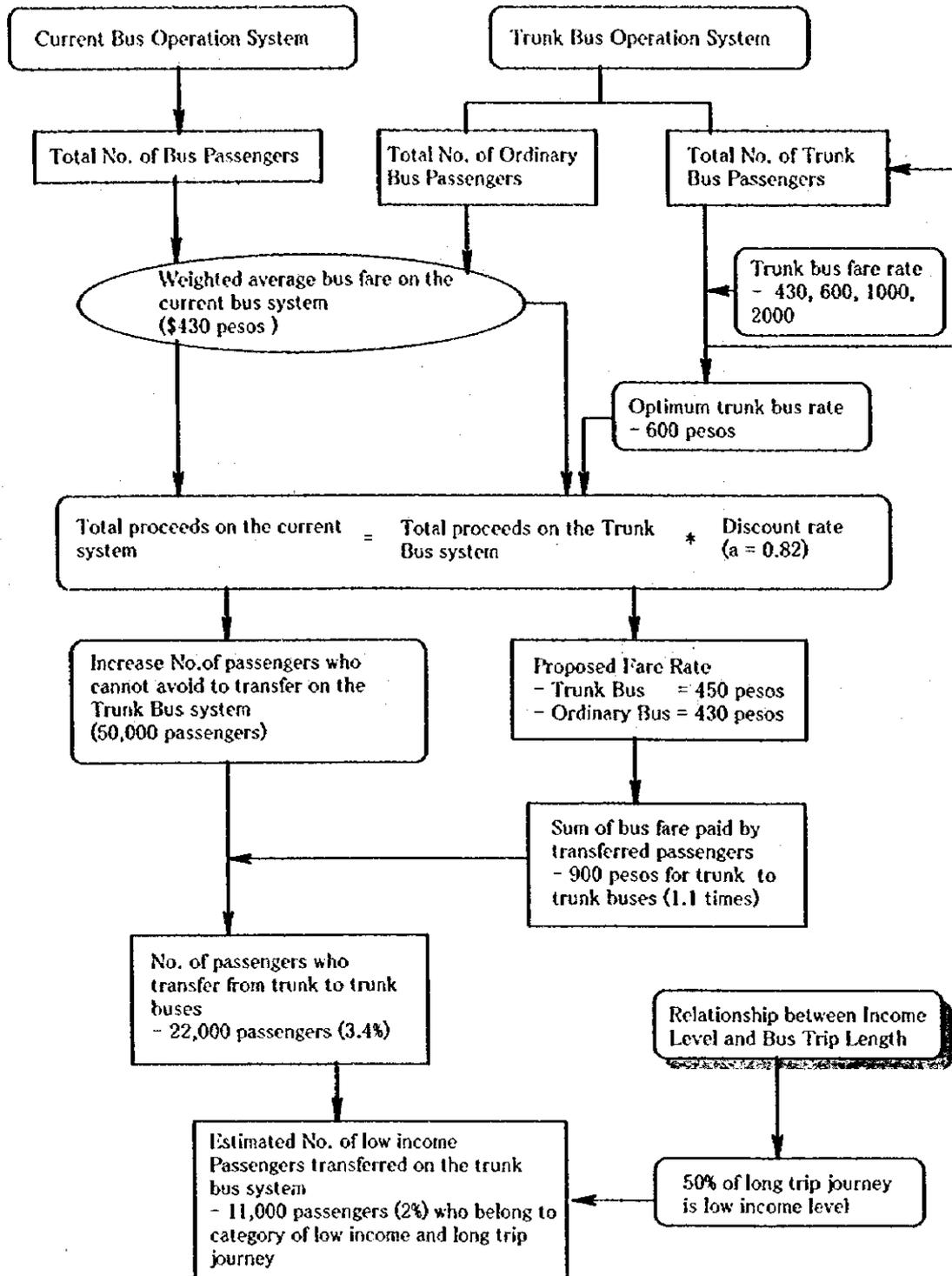


Figura 18.3-4 Resumen de alternativa - A

A flat rate system with no additional payment for transferring

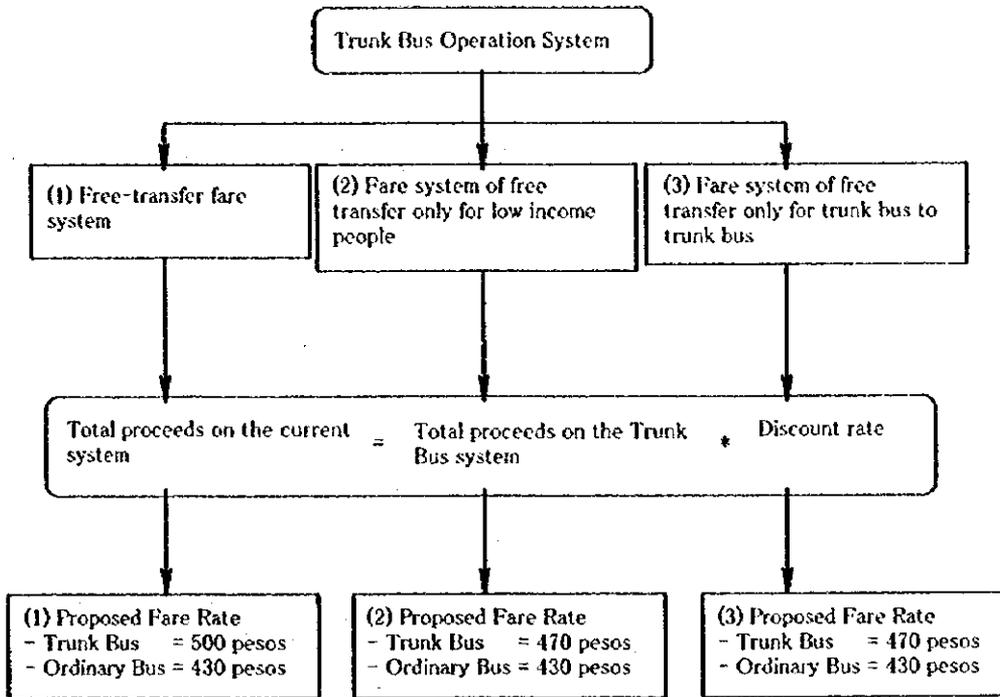


Figura 18.3-5 Resumen de alternativa - B

CAPITULO 19
Evaluacion del Impacto Ambiental

19. EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

19.1. EVALUACION DEL IMPACTO.

19.1.1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la evaluación previa de ingeniería de las tres alternativas propuestas para el proyecto de autopista y descritos en el Capítulo 16, se seleccionó la Ruta Alternativa 3 como la opción preferida, mientras que desde el punto de vista estructural, se escogió la opción de diseño elevado (sin pasos subterráneos, pero sí con una combinación de paso elevado y viaducto). Con el mismo criterio, también se eligió la estructura elevada para la construcción de la vía de buses a lo largo de la Avenida Caracas. Durante el proceso inicial de evaluación de ingeniería, se concluyó que la ruta de la Nueva Circunvalar es todavía una opción de ruta potencialmente buena para el proyecto integral de vías de buses y Autopista de Anillo Interior. De la misma manera, los criterios de la Evaluación del Impacto Ambiental se considerarán en esta ruta y sus resultados estarán adjuntos en el Apéndice. Adicionalmente, se incluyeron en este proceso de evaluación las evaluaciones de siete terminales suburbanos y de una Central Urbana de buses, a lo largo de las rutas de las vías de buses.

Aquí, con base en aquellas rutas seleccionadas como las mejores, se resumen por separado, en la sección siguiente, los planes estructurales y las instalaciones terminales adjuntas de buses y sus impactos con respecto a varios factores ambientales.

19.1.2. VIA EXPRESA Y RUTA SOLOBUS

(1) Suelos

1) *Potencialidad para la erosión del suelo durante y después de la construcción.*

La mayoría de las vías de buses y autopistas, a lo largo de la opción seleccionada de ruta, se construirán dentro del espacio físico de la vía actual, de manera que no ocurrirá ningún impacto importante sobre la erosión de suelo.

(2) Sismicidad

1) *Riesgo de daño por sismo debido a la existencia de una línea de falla (Falla del Piedemonte Llanero)*

Se identifican las fallas principales, tal como la Falla del Piedemonte Llanero que corre paralela a las Montañas Orientales y algunas partes de la opción de ruta seleccionada, que se sobreponen a la línea de falla que corre paralela al piedemonte de las Montañas Orientales en varios puntos. Sería posible que pudieran identificarse más fallas menores alrededor del área de estudio.

(3) Balance Hídrico

1) *Riesgo de contaminación de agua a los tributarios principales durante la construcción.*

Durante el período de construcción, habrá riesgo de contaminación a varios tributarios que corren a través de la ciudad, desde cualquiera de los lugares donde haya actividades de movimiento de suelos que generarían aumento de los sedimentos. Sería prudente prepararse para la contingencia de un derramamiento de hidrocarburos y similares. Es esencial establecer controles estrictos en las operaciones con el almacenaje de todos los

líquidos potencialmente peligrosos tales como hidrocarburos. Deberían desarrollarse procedimientos de emergencia en caso de un derramamiento accidental.

2) Bloqueo excesivo del sistema de drenaje de agua debido a los trabajos de construcción y relacionados con flujos locales o inundaciones.

Durante la construcción, el movimiento de tierras a lo largo de la ruta seleccionada proveerá una exposición a gran escala a la erosión de suelos, que generaría sedimentos extras cuando las lluvias torrenciales afecten el área de estudio, con lo que se generaría el bloqueo del excedente de agua, y en consecuencia se afecta el sistema regional de drenajes. Por esto, debe prestarse especial cuidado para evitar las inundaciones locales ocasionadas por la condición presente de escaso drenaje.

(4) Vegetación y Ecología

1) Destrucción de vegetación a la orilla del camino.

La opción preferida de ruta significará en alguna medida la pérdida de la vegetación a la orilla de la vía. La tabla 19.1-1 resume el número de árboles que van a ser afectados por actividades de construcción a lo largo de cada ruta principal, respectivamente. El Decreto de 1998 especifica la manipulación de árboles, arbustos y matas en el espacio público [DAMA, comunicación personal, 1998]. En dicho Decreto, se especifica que la licencia ambiental de manipulación es necesaria previa a la construcción cuando el volumen estimado total de bosque para ser removido por el proyecto de infraestructura excede de 20 m3.

Tabla 19.1-1 Vegetación a la orilla del camino

Ubicación		Número de Árboles
Avenida 7ª	Calle 127 – Calle 116	5
	Calle 116 – Calle 100	38
Avenida Caracas	Calle 1 – Calle 78	427
	Calle 48 Sur – Calle 1	171
Calle 100	Glorieta – Norte	50
Avenida Quito	Calle 75 – Calle 64ª	4
	Calle 64A – Calle 52	36
	Calle 52 – Calle 22	53
	Calle 22 – Calle 13	26
	Calle 6 – Carrera 2	28
Calle 6	Carrera 24 – Avenida Caracas	33

(5) Perfil Socio-Cultural

1) Adquisición de tierras debido a la alineación de vías y de edificaciones relacionadas con la construcción.

La mayoría de las instalaciones de vías de buses y autopistas se construirán dentro del espacio actual de las vías, de manera que no ocurrirá mayor compra de terrenos. El Terminal Central de Buses Urbanos se planea construir en San Victorino, en un área densamente habitada; así como también los siete terminales suburbanos de buses, que estarán en lugares remotos alrededor de la Ciudad de Bogotá, de manera que se facilita la compra de terrenos para poder obtener áreas mayores. Dentro de este estudio, se estima que deberán expropiarse aproximadamente 117,000 m2 de tierra privada para el proyecto completo. Un análisis más detallado se mostrará en la Sección 19.5.

2) Interrupción al plan desarrollo local.

Hay varios proyectos de desarrollo continuo de infraestructura a lo largo de la Ciudad de Bogotá que puede tener algunas influencias sobre este proyecto de autopistas y vías de bus (Tabla 19.1-2). Deben considerarse su interferencia directa, impactos acumulativos o secundarios sobre este proyecto de autopista y vías de buses. Sobre todo, deberán prestarse cuidados especiales para la integridad estructural del diseño de las vías de buses y la autopista de manera que no interfieran el uno con el otro. Los dos proyectos viales más importantes (autopista de peaje de Cundinamarca y extensión de la Avenida Boyacá) se ubican lejos de este proyecto, por lo que no es tan probable tener mayor interferencia; pero debe tomarse especial cuidado para el impacto acumulado combinado del flujo vehicular total de toda la Ciudad de Bogotá en un futuro. Actualmente, está en consideración, por parte del DAMA, un programa de control de emisiones totales de la ciudad - [DAMA, comunicación personal, 1998].

Tabla 19.1-2 Principales proyectos de desarrollo a lo largo de las rutas de autopista y de vías de buses.

Proyecto	Comentarios
Proyecto de línea de Metro	La principal opción para la ruta de autopista cruzará la línea de Metro en dos puntos.
El Proyecto de Rehabilitación del Ferrocarril Nacional	La principal opción para la ruta de autopista y vía de bus se sobrepone parcialmente sobre esta línea de rehabilitación.
Nuevo cruce elevado	Hay uno nuevo proyecto de cruce elevado en el cruce de la Avenida Quito y la Avenida 6a.
Proyecto de autopista de peaje de Cundinamarca	El proyecto de esta ruta se ubica muy lejos de estas rutas de autopista y vías de buses. Se inducirá el aumento de tránsito.
Proyecto de Extensión de la Avenida Boyacá	Igual que arriba.
Proyecto de renovación del centro	Se planea el Terminal Central de Bus Urbano en San Victorino (Centro), No está incluido en este proyecto actual de renovación.

3) Demolición de viviendas a la orilla del camino.

Como mencionamos anteriormente, la mayoría de las autopistas y vías de buses se construirán dentro del actual espacio vial, y no se efectuará ninguna demolición importante de edificaciones a la orilla de la vía. Sin embargo, se planea ubicar el Terminal Central de Buses Urbanos en San Victorino, un área densamente habitada, por lo que es probable tener un bloque grande de demolición de casas dentro de esta área. Dentro de este estudio, se estima que 215 casas deberán demolerse enteramente para poder implantar el proyecto de autopista y vías de buses. En la Sección 19.5. se discutirá un plan más detallado de reubicación relacionado con este punto

(6) Histórico y Cultural

1) Conflicto con la Implantación de Inmuebles históricos o monumentales

La mayoría de las obras para la autopista y las vías de buses se construirán dentro del espacio actual de las vías, por lo que no habrá ningún conflicto con las edificaciones históricas o instalaciones monumentales. Sin embargo, el Terminal Central de Buses Urbanos, como se menciona anteriormente, se planea en San Victorino, una de las áreas más viejas y densamente habitadas. La Tabla 19.1-3 resume las instalaciones o edificios históricos culturales o monumentales más importantes, que deben ser conservados según el

DAPD [comunicación personal, 1998] alrededor del sitio propuesto para el Terminal Central de Buses Urbanos. Actualmente, está en consideración una investigación más detallada de los antecedentes de esas edificaciones. La localización e información fotográfica de cada una de estas edificaciones se resume en el conjunto de gráficas incluidas en este estudio. Como se muestra en esa gráfica, no es necesaria ninguna reubicación ni demolición edificaciones monumentales, dentro de este proyecto.

Tabla 19.1-3 Principales edificaciones históricas, culturales o monumentales de San Victorino

	Dirección	Número de instalaciones conservadas.
1	Carrera 17, #14-56	2 (Hotel Santa Ana)
2	Carrera 17A, #16-20	4
3	Carrera 17, #16-21	6
4	Carrera 16, #17-10	5
5	Carrera 16, #15-83	1
6	Calle 15, #16-17	5
7	Carrera 15, #15-55	2
8	Calle 16, Carrera 15	4
9	Calle 14, Carrera 15	1 (Teatro SAN JORGE)
10	Avenida Jiménez	2
11	Avenida Jiménez 16-28	2
12	Calle 16, Carrera 17	2
13	Calle 16, entre Carreras 17 y 19	1
14	Carrera 17 - 16	1(Iglesia)

(7) Transporte de Materiales

1) Incremento de los niveles de tráfico durante la construcción de la vía, debido al transporte de materiales de construcción.

Debido al transporte de una gran cantidad de concreto premezclado y de otros materiales que se requieren para la construcción, (Tabla 19.1-4), se espera un incremento en el tráfico temporal o atascamientos de tráfico en varios sitios. Básicamente, el período total de construcción se divide en 2 fases. En la segunda fase, la construcción de la autopista se programa para que sea iniciada de manera que alivie los atascamientos temporales del tráfico, que son ocasionados por la actividad de construcción.

Tabla 19.1-4 Entrega Principal de Materiales

	Concreto [m3]	Asfalto [t]	Excavación [m3]	Relleno [m3]
Vía de buses (vía de Buses + parada de bus)	16,000	343,000	1,111,000 (90,000)	561,000
Vía de buses (Caracas Viaducto)	918,000	55,000	622,000	77,000
Vía de bus (Avenida Sur Paso elevado)	87,000	6,000	72,000	49,000
Total	1,021,000	404,000	1,805,000 (90,000)	687,000
Total en Peso [t]	2,553,000	404,000	2,888,000 (207,000)	1,099,000
Ciclo estimado de transporte	255,000	40,000	289,000 (21,000)	110,000

Asumiendo el uso de camiones de 10 toneladas para el transporte de materiales. El número entre paréntesis indica la cantidad de pavimento existente para remover. Los pesos por unidad de volumen de tierra, asfalto y concreto son de 1.6 t/m³, 2.3 t/m³ y 2.5 t/m³, respectivamente.

Alrededor de Bogotá hay disponibles varias fuentes de materiales tales como asfalto, concreto y plantas de agregados y triturados (descripciones más detalladas se dan en el Capítulo 10). Si las entregas son repartidas a lo largo del período total del proyecto, esto podría no implicar aumentos significativos en el tránsito. Un plan más detallado de entregas se resume en el planeamiento de la construcción (Capítulo 16).

Como se dijo en el Capítulo 16, las siguientes medidas de mitigación se implementarán para aligerar el atascamiento de tráfico ocasionado por la construcción.

- 1) Las actividades totales de construcción se planean para ser desarrolladas durante la Noche cuando la condición urbana de tráfico es relativamente menor.
- 2) Siempre se reservan dos carriles para el transporte de buses durante el período de construcción.
- 3) Se planea emplear temporalmente una cubierta metálica para ser usada a fin de proteger el sitio de construcción durante el día, y así, la vía actual se podrá mantener en buen estado, en la medida de lo posible.

2) Preparación para un botadero de material de excavación

Como se muestra en la Tabla 19.1-4, debido a la pobre calidad del suelo para la construcción, no se usarán todos los materiales de excavación de los 1,805,000 m³ de tierra y los otros 90,000 m³ de escombros de construcción. Por lo tanto tienen que ser descargados en algún sitio de eliminación de escombros. El sitio industrial de disposición debe estar previsto y ser suficientemente grande para recibir esta disposición de materiales. La Tabla 19.1-5 resume varios sitios candidatos para la eliminación de escombros de construcción. No hay ninguna información disponible del volumen de cada sitio. Se requerirá con anterioridad investigación más detallada a cualquier actividad de construcción. Hay varios fosos grandes alrededor del alto cauce del Río Bogotá, donde es probable descargar algunas porciones de los escombros de construcción.

Tabla 19.1-5 Localización de los botaderos de escombros

	Ubicación	Comentarios
1	Santa Fe (Alaska)	Privado
2	Santa Rita	Privado
3	Suba	Público

(8) Ruido

1) Ruido y vibración durante el período de construcción

Debido a las actividades de construcción se causará ruido casi continuo desde la planta mecánica móvil, entre otros. La magnitud del nivel de vibración y ruido será de cierto nivel significativo durante todo el período. Como se planteó en el Capítulo 16, el total de las actividades de construcción se planea para ser iniciadas durante el período nocturno, por lo que deberán considerarse las aplicaciones de mitigación especial de ruidos tales como barreras contra ruido o maquinaria silenciosa de construcción (p. ej., el Martillo HFV) para aliviar la incidencia del ruido y la vibración en torno a las escuelas o áreas residenciales.

2) Ruido generado desde el cruce elevado y la estructura de viaducto.

El diseño estructural elevado (una combinación de cruce elevado y viaducto) se seleccionó como la opción estructural preferida para la construcción de la autopista y vía de buses, de manera que se hace necesaria una barrera de ruido a fin de disminuir el ruido que incide sobre algunas áreas residenciales. El pronóstico de impacto de ruido se efectuará en la sección 19.4, usando el volumen de tránsito pronosticado para el 2015 en varios puntos.

3) Ruido generado en el Terminal Central de Buses Urbanos.

Según la estimación de volumen de tránsito, efectuada en este estudio, 1,731 vehículos (264 del bus expreso, 1,361 del bus troncal, y 106 para el bus local) se concentran en la hora pico en 2005. En este proyecto, un nuevo tipo de bus que será más amistoso con el medio ambiente que los corrientes se usarán para las troncales y buses expresos (la descripción más detallada de este nuevo modelo se da en la sección 7.3.4). Aparte, se planea una zona de amortiguación de 10 mts. alrededor del perímetro de cada edificio del terminal de buses. De esta manera, el ruido que incide sobre la comunidad circunvecina sería menos importante.

(9) Contaminación del Aire

1) Polvo durante el período de construcción

Similar al problema temporal del ruido que se produce durante la construcción, es probable tener problemas de algún alcance con el polvo durante este período. Las actividades de construcción comprenden movimientos de tierras a gran escala, pero que se programan para ser efectuados en un período de tiempo relativamente corto, de manera que la magnitud del nivel de polvo no se incremente durante este período (ver Capítulo 16). Debería recomendarse que las pilas de arena y de material de excavación se protejan bien de las áreas residenciales. El uso de regaderas sería impropio en Bogotá debido a las características de finura del material del suelo (p. ej., Fango o arcilla). Deberían utilizarse Baldes Multi direccionales de caída externa para controlar el nivel de polvo durante el período de construcción.

2) Disminución de la calidad local del aire en torno al Terminal Central de Buses Urbanos

Como se describió anteriormente, se implementará un nuevo tipo de buses que será más amistoso con respecto al medio ambiente (motor de emisión de gases mucho menor); con lo que será mucho menos probable tener una degradación severa de la calidad local del aire, ocasionada por la operación del Terminal Central de Buses Urbanos.

(10) Recursos Hídricos

1) Riesgo de contaminación a la capa conductora del agua freática durante el período de construcción

Durante el período de construcción, sería prudente tomar precauciones para la ocurrencia accidental de algún derrame de hidrocarburos y de cualquier tipo de solventes peligrosos, y su resultante contaminación del agua subterránea regional. De manera que es esencial que todos los líquidos potencialmente peligrosos tales como hidrocarburos deben almacenarse en recipientes seguros en un área restringida. Los procedimientos de emergencia deberían desarrollarse en caso de un derrame accidental. La tabla 19.1-6 resume el número de pozos ubicados dentro de un radio de 50 m, a ambos lados de cada rutas importantes [DAMA, comunicación personal, 1998]

Tabla 19.1-6 Número de Pozos ubicados dentro de un radio de 50 mts a ambos lados.

	Ruta	Número de Pozos
1	Avenida Séptima	16
2	Avenida Caracas	7
3	Avenida Quito	7
4	Autopista Sur	13
5	Suba	3
6	Avenida 68	8

(11)Asuntos Visuales

1) Conflicto Visual con la comunidad circundante

La mayoría de la autopista (Proyecto de una Autopista de Anillo Interior) y las vías de buses (cinco proyectos de vías troncales solobús) se construirán en el actual espacio vial, por lo que no habrá ningún conflicto visual severo con las comunidades circunvecinas. Sin embargo, habría algunos conflictos visuales con el paisaje urbano en la parte de viaducto de la Avenida Caracas así como también en la parte elevada de la autopista interior de la Avenida Quito. La Tabla 19.1-7 sintetiza el resumen estructural del viaducto de la vía de buses de la Avenida Caracas y de la estructura elevada la autopista interior de la Avenida Quito que será diseñada dentro de este estudio. La figura 19.1-1 muestra la vista típica de perspectiva del viaducto que se planea en la vía solobús de la Avenida Caracas.

Tabla 19.1-7 Tipo Estructural

	Avenida Caracas	Avenida Quito
Tipo de Puente	Puente de Concreto	Puente de Concreto
Tipo Estructural	Elevado	Elevado
Luz	30 - 40 m	30 - 40 m
Ancho	10 m	20 m
Alto	7 - 11 m	11 - 14 m
Barrera de Ruido	5 mts de Altura a ambos lados	3 mts de Altura a ambos lados

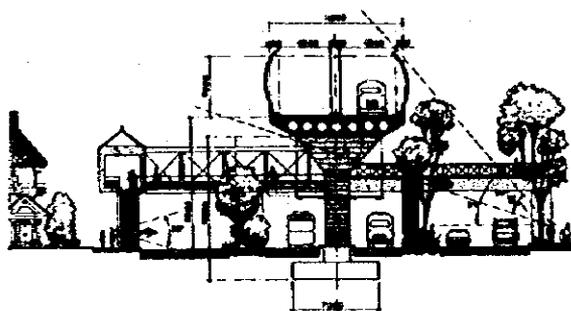


Figura 19.1-1 Estructura de Viaducto de la vía de buses de la Avenida Caracas

En general, la gente considera intolerable cuando su área de visión dentro del ángulo de 60 grados es cubierta por estructuras de edificios mientras que la mayoría de la estructura del viaducto para la vía de buses causa únicamente una cobertura de 30 grados. Luego, desde ese punto de vista, el impacto visual de esa estructura está en un nivel permisible. También, se recomienda que guarde por lo menos 6.5 mts de distancia entre el borde de la estructura elevada y la estructura del edificio más cercano, como una medida común de mitigación. Dentro de este estudio, se mantiene siempre una distancia de 15 mts. Así, puede decirse que no hay impactos visuales mayores de la estructura elevada que se propone sea construida en las Avenidas Caracas y Quito.

El Terminal Central de Buses Urbanos, como se menciona anteriormente, se propone en San Victorino, donde el paisaje urbano es de pobre calidad. Podría ser posible acentuar y mejorar la amenidad de este paisaje urbano, mediante la integración del Terminal Central de Buses Urbanos en el Proyecto de Renovación del Centro, listado en la tabla 19.1-2.

2) Pérdida de continuidad visual del paisaje urbano.

Por este mismo motivo, no ocurrirá ninguna pérdida severa de la continuidad visual del paisaje urbano. Por el contrario, la continuidad visual del paisaje urbano se mejorará y acentuará por la linealidad inherente a la autopista y a las instalaciones de vías de buses, que tendrán una estructura con pavimento de color (ver Capítulo 16) y por el "hito" que representan las instalaciones de terminales de bus. Esto será especialmente cierto para el plan para el Terminal Central de Buses Urbanos en el que la amenidad del espacio urbano está en una condición pobre.

19.2. MITIGACION DE IMPACTOS

19.2.1. INTRODUCCION

La totalidad de las medidas efectivas de mitigación (es decir, prevención, reducción, y eliminación) de los impactos negativos para las fases de pre-construcción y construcción del proyecto se describen en este capítulo. Los objetivos del plan de mitigación, son revisar los impactos identificados mediante la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), e incorporar prácticas de trabajo probables en el plan de mitigación en las fases de pre-construcción y construcción del proyecto a fin de prever aquellos puntos que son susceptibles de requerir una gestión ambiental cercana.

El plan de mitigación se orienta hacia los impactos negativos ocasionados por los trabajos de construcción. Los impactos son mayormente de una naturaleza temporal cuya duración es únicamente durante el período de construcción, de unos 6 años. La descripción detallada de cada medida de mitigación se describe en las tablas 19.2-1 y 19.2-2, y se han recomendado medidas de mitigación eficientes y de costo mínimo. Los propósitos principales de estas medidas de mitigación son los que se indica a continuación:

- 1) El mantenimiento la calidad de aire limpio al costado de la vía y el ambiente estable a todo lo largo del proyecto.
- 2) El alivio de la perturbación de balance hidrológico regional, para disminuir impactos secundarios conexos.
- 3) La armonización de nuevas instalaciones de transporte con las comunidades circundantes.

Las medidas de mitigación deben incorporarse en documentos sencillos, preparados bajo el componente de ingeniería de este proyecto, con el fin de asegurar que el contratista se obligue a cumplir con las medidas del PMI.

19.2.2. IMPLEMENTACION

Las Tablas 19.2-1 y 19.2-2 resumen las medidas de mitigación de los impactos negativos biofísicos y socioculturales de las vías seleccionadas de autopista y bus, identificadas respectivamente en la sección previa. Se identifican las organizaciones responsables de la implementación y verificación del plan.

Tabla 19.2-1 Resumen de Medidas de Mitigación – Autopista

Elemento	Impacto Negativo	Medida de Mitigación	Impacto residual	Responsabilidad	Necesidad de Control	Programa de Implementación
Ambiente Biofísico						
Suelos	Potencial para la erosión de suelos durante y después de la construcción	Todos los trabajos de tierras deben ejecutarse, dentro de lo posible, antes de que se inicie la temporada de lluvias	Erosión de suelos minimizada pero no erradicada	Contratista	Ingeniero para verificar la erosión del suelo	Sobre la marcha de la construcción
Sismicidad	Riesgo de daños por sismo debido a la línea de falla	Debe considerarse la implementación de medidas antisísmicas con el fin de minimizar el potencial de daños por terremoto a las instalaciones. Podría ser necesario perforar hoyos de chequeo o fosas para verificar el potencial de la falla.	Riesgo de Terremoto reducido pero no eliminado.	Ingeniero de diseño, Contratista	N. D.	N. D.
Balance Hídrico	Riesgo de exposición a materiales peligrosos a los tributarios mayores durante la construcción	Debe tenerse especial cuidado para asegurar que los potenciales contaminantes no alcancen ningún tributario. Todos los químicos (aceite, Petróleo, etc.) deben ser guardados en áreas aisladas de protección, con una capacidad mayor que la de los químicos que se van a almacenar. Los desperdicios de hidrocarburos deben guardarse en lugares de almacenamiento apropiados. El contratista deberá presentar procedimientos escritos de emergencia para el caso de un derramamiento accidental.	Riesgo de contaminación reducido pero no eliminado	Contratista	Ingeniero	Sobre la marcha durante la construcción
	Flujo local o inundación causado por el excesivo bloqueo de aguas del sistema de drenaje, debido a los trabajos de construcción	Se diseñan sistemas de drenaje temporales y permanentes para minimizar la ocurrencia de flujos locales o inundaciones y su impacto sobre la calidad del agua de varios tributarios. El sistema de drenaje deberá ser limpiado periódicamente para asegurar un flujo fácil de aguas	Flujo local o inundación minimizado pero no eliminado	Ingeniero de Diseño	Contratista	Sobre la marcha durante la construcción
Vegetación al costado de la vía	Destrucción de la vegetación al costado de la vía	Donde sea posible deberán sembrarse especies nativas que requieran mínimo mantenimiento y puedan demostrar beneficios en el mantenimiento de la integridad del ecosistema, en coordinación con el DAMA. En casos donde las especies no nativas se consideren esenciales, deberá planearse una supervisión cuidadosa.	Traslado o reubicación de la vegetación al borde de las vías reducida a mínimo.	Contratista	Ingeniero	Etapa de preparación en situ
Socio Cultural						
Expropiación de tierras	Debido al alineamiento de las vías se hace necesaria la expropiación de tierras a lo largo de la Autopista	Aproximadamente 5.013 m2 de tierra, (35 casas implicadas) se usarán a lo largo de la ruta. Deberán proveerse viviendas alternativas antes de la expropiación de las tierras. Los asuntos de reasentamiento serán discutidos en el la sección 19.5	Reconstrucción de casas en la ubicación alterna.	Gobierno de Colombia	Gobierno de Colombia	Antes de comenzar la demolición.
Conflicto con planes de desarrollo local	Proyecto de línea de metro	Debe evitarse interferencia directa entre los proyectos	Ambos proyectos coordinados	Ingeniero de Diseño	N.D.	N.D.
	Proyecto Nacional de rehabilitación de vías férreas	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	N.D.	N.D.
	Nuevo paso elevado	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	N.D.	N.D.

Tabla 19.2-1 Resumen de Medidas de Mitigación – Autopista (continuada)

Elemento	Impacto Negativo	Medida de Mitigación	Impacto residual	Responsabilidad	Necesidad de Control	Programa de Implementación
Socio Cultural						
Transporte de materiales	Incrementado el nivel de tráfico durante la construcción por el transporte de materiales	Durante el periodo de construcción, los camiones que transportan materiales deberán ser chequeados completamente para verificar que estén en adecuadas condiciones y los frenos estén en perfecto orden de funcionamiento. Cuando sea posible, los camiones no deberán circular por las áreas residenciales. Los camiones para el transporte de materiales deben reutilizar, en lo posible, el material del piso con el fin de reducir despachos de larga distancia	Riesgo de accidentes reducido pero no eliminado	Contratista	Ingeniero	Sobre la marcha durante la construcción
Ruido	Ruido y vibración durante el periodo de construcción	Se recomienda que sean adheridos los estándares de la ciudad de Bogotá. La maquinaria y los vehículos deberán estar bien mantenidos con el fin de mantener el ruido en el mínimo.	La molestia producida por ruido reducida y controlada	Contratista	Ingeniero	Sobre la marcha durante la construcción
	Ruido generado por la autopista	El ruido vehicular puede ser reducido desde la fuente a través del proceso de construcción del vehículo, selección de llantas y sistema de escape, lo mismo que por el mantenimiento del vehículo. También, por la aplicación de superficies suaves y bien mantenidas, reduciendo el ruido de fricción. Las barreras de ruidos son las mas comunes medidas de mitigación de ruidos. El aislamiento de las fachadas de edificios tal como la doble ventana es una opción para reducir los ruidos en los edificios. Información mas detallada respecto a la predicción de ruidos se presentará en la sección 19.4	Lo mismo que arriba.	N.D.	N.D.	N.D.
Contaminación del Aire	Polvo durante la construcción	Los vehículos de despacho materiales deberán cubrirse para reducir los regueros. Los equipos de mezcla deberán ser muy bien sellados el equipo vibratorio deberá estar equipado con sistemas para la remoción del polvo. Los operarios deberían tener en cuenta su propia salud.	Niveles de polvo controlados	Contratista	Ingeniero	Sobre la marcha durante la construcción
Recursos Hídricos	Contaminación de los pozos existentes	El Contratista deberá tomar las medidas adecuadas para evitar la contaminación, incluyendo el área de trabajo donde se almacenen líquidos peligrosos tales como aceite o petróleo. El Contratista deberá presentar detalles escritos de los procedimientos a seguir en caso de una contaminación accidental.	Riesgo de contaminación de aguas subterráneas o de dispersión minimizada pero no eliminada.	Contratista	Ingeniero	Sobre la marcha durante la construcción
Asuntos Visuales	Pérdida de la continuidad del Paisaje urbano	Se recomienda que el diseño básico y los elementos arquitectónicos (p.e. forma, línea, color y textura) típicamente usados en el espacio circundante, deberán usarse o repetirse con el fin de garantizar la compatibilidad en el área urbana.	Mantener la continuidad del espacio visual urbano.	Ingeniero de Diseño	N. D.	N. D.
	Conflicto visual con la comunidad	Se recomienda proveer de cinturones verdes las zonas del proyecto. También, Proveer de pantallas o barreras visuales apropiadas en las perspectivas para evitar la intrusión visual desde el proyecto es eficiente.	Conflicto visual reducido al mínimo	Gobierno de Colombia	N. D.	N. D.

Tabla 19.2-2 Resumen de medidas de mitigación - vías de Buses

Elemento	Impacto Negativo	Medida de Mitigación	Impacto residual	Responsabilidad	Necesidad de Control	Programa de Implementación
Ambiente Biofísico						
Suelos	Potencial para la erosión de suelos durante y después de la construcción	Todos los trabajos de tierras deben ejecutarse dentro de lo posible antes de que se inicie la temporada de lluvias	Erosión de suelos minimizada pero no erradicada	Contratista	Ingeniero para verificar la erosión del suelo	Sobre la marcha durante la construcción
Sismicidad	Riesgo de daño por sismo debido a la existencia de línea de falla	Debe considerarse la implantación de medidas antisísmicas con el fin de reducir el potencial de daños por sismo en las estructuras. Podría ser necesario excavar pozos de prueba o zanjas para investigar el potencial de la falla.	Riesgos por sismo reducidos pero no eliminados	Ingeniero de diseño, Contratista	N. D.	N. D.
Balance Hídrico	Riesgo de exposición de desechos peligrosos a los tributarios principales durante la construcción	Debe tenerse especial cuidado para asegurar que los contaminantes potenciales no accedan a ningún tributario. Todos los químicos (aceite, petróleo etc. Deben ser guardados en áreas separadas, protegidas con una capacidad mayor que la de los químicos allí almacenados. Los desperdicios de hidrocarburos deben ser almacenados en sitios de desecho adecuados. El contratista deberá presentar por escrito procedimientos de emergencia para ser seguidos en caso de un derramamiento accidental	Riesgo de contaminación reducido pero no eliminado	Contratista	Ingeniero	Sobre la marcha durante la construcción
	Flujos locales o inundaciones causadas por el excesivo bloqueo del sistema de drenaje, debido a los trabajos de construcción.	Se diseñan sistemas de drenaje temporales y permanentes para minimizar la ocurrencia de flujos locales o inundaciones e impacto en la calidad del agua de varios tributarios. El sistema de drenaje debe ser limpiado periódicamente para garantizar un flujo fácil de corrientes de agua.	Flujo local o inundación minimizada pero no eliminada	Ingeniero de diseño	Contratista	Sobre la marcha durante la construcción
Vegetación al costado de la vía	Dstrucción de la vegetación al costado de la vía	Donde quiera que sea posible se deberán plantar especies nativas que son mas aptas por requerir poco mantenimiento y pueden demostrar beneficios en el mantenimiento de la integridad del ecosistema, en coordinación con el DAMA. En casos donde se consideren indispensables especies no nativas, deberá planearse un control cuidadoso.	Traslado o reubicación de la vegetación al borde de las vías reducida a mínimo.	Contratista	Ingeniero	Etapa de preparación en situ
Socio Cultural						
Expropiación de tierras	Expropiación de tierras a lo largo de la ruta de las vías de bus para el alineamiento.	Aproximadamente 18.350 m ² de tierra (47 casas involucradas) se necesitarán a lo largo de la vía. Deben suministrarse alternativas de vivienda previas a la expropiación de las tierras. Los asuntos relativos a la reubicación serán discutidos en la sección 19.5	Reconstrucción de casas en la ubicación alterna.	Gobierno de Colombia	Gobierno de Colombia	Antes de comenzar la demolición.
	Expropiación de tierras para la Terminal Central de Buses Urbanos	Aproximadamente 23.750 m ² de tierra (133 viviendas involucradas) serán empleadas en la localización de este terminal. Deberán suministrarse alternativas de vivienda previas a la expropiación de los terrenos. Los asuntos relativos a la reubicación serán discutidos en la sección 19.5	Lo mismo que arriba.	Lo mismo que arriba.	Lo mismo que arriba.	Lo mismo que arriba.

Table 19.2-2 Resumen de medidas de mitigación - vías de Buses (continuada)

Elemento	Impacto Negativo	Medida de Mitigación	Impacto residual	Responsabilidad	Necesidad de Control	Programa de Implementación
Socio Cultural						
Conflicto con planes de desarrollo local	Proyecto de línea de metro	Debe evitarse la interferencia directa entre los proyectos	Coordinar ambos proyectos	Ingeniero de Diseño	N.D.	N.D.
	Proyecto de rehabilitación de Ferrocarriles Nacionales	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	N.D.	N.D.
	Nuevo paso elevado	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	N.D.	N.D.
	Proyecto de Renovación del centro	El proyecto de terminal de buses debe integrarse dentro de este proyecto de renovación	Lo mismo que arriba	Lo mismo que arriba	N.D.	N.D.
Transporte de Materiales	Volumen de tráfico incrementado debido al transporte de materiales durante la construcción	Durante el período de construcción, los vehículos repartidores de materiales de construcción deben ser revisados cuidadosamente para asegurarse de que están en correcto estado y que sus frenos están en correcto funcionamiento. Cuando sea posible, los camiones deben evitar circulara través de las áreas residenciales. Reutilizar el material de suelos para la construcción de la nueva vía de buses en la medida de lo posible para disminuir los despachos de larga distancia.	Riesgo de accidentes reducido pero no eliminado.	Contratista	Ingeniero	Sobre la marcha durante la construcción
Ruido	Ruido y vibración durante el período de construcción	Se recomienda adherir a las Normas para la Construcción de la ciudad de Bogotá. La maquinaria y los vehículos deben estar en correcto estado de mantenimiento para mantener su nivel de ruido en el mínimo.	La molestia producida por ruido reducida y controlada	Contratista	Ingeniero	Sobre la marcha durante la construcción
	Ruido generado por la vía de buses	El ruido vehicular puede reducirse en la fuente, desde el proceso de fabricación de vehículos, en la selección de las llantas y del sistema de eliminación de los gases de escape, lo mismo que con el mantenimiento del vehículo. También, la aplicación de superficies lisas y bien mantenidas es efectivo para reducir el ruido de fricción. Las barreras antiruido son las medidas de mitigación mas frecuentemente utilizadas. El aislamiento de las fachadas de edificios con medidas tales como la ventanería doble es una opción para evitar el ruido en los edificios. Una discusión mas detallada respecto a la predicción del impacto por ruidos se presentará en la sección 19.4	Lo mismo que arriba	N.D.	N.D.	N.D.
Contaminación del aire	Polvo durante la construcción	Los vehículos que reparten materiales deben cubrirse para evitar el derramamiento de materiales. Los equipos de mezclado deben estar correctamente sellados y los equipos de vibración deben estar equipados con sistemas para la eliminación de polvo. Los operarios deben tener cuidado con su salud.	Niveles de polvo controlados.	Contratista	Ingeniero	Sobre la marcha durante la construcción
Recursos Hídricos	Contaminación de los pozos existentes	El Contratista debe tomar medidas eficaces para evitar la contaminación incluyendo el área vecina a donde se almacenan líquidos peligrosos tales como aceite o petróleo. El Contratista debe presentar detalles escritos de los procedimientos a implementar en el caso de una contaminación accidental.	Riesgo de contaminación de las aguas subterráneas o vertimiento minimizado pero no eliminado.	Contratista	Ingeniero	Sobre la marcha durante la construcción

Table 19.2-2 Resumen de medidas de mitigación - vías de Buses (continuada)

Elemento	Impacto Negativo	Medida de Mitigación	Impacto residual	Responsabilidad	Necesidad de Control	Programa de Implementación
Socio Cultural						
Aspectos visuales	Pérdida de la continuidad visual del paisaje urbano	Se recomienda que el diseño básico y los elementos arquitectónicos (p.ej. forma, línea, color, y textura) usados típicamente en la comunidad circunvecina deben ser utilizados o repetidos con el fin de asegurar la compatibilidad en el área urbana.	Mantener la continuidad de la visual del paisaje urbano	Ingeniero de diseño	N. D.	N. D.
	Conflicto visual con la comunidad circunvecina	Se recomienda proveer de cinturones verdes os alrededores de los lugares del proyecto. También es eficiente la provisión de pantallas o barreras apropiadas en la línea visual para evitar la visibilidad indeseada desde el proyecto.	Conflicto visual reducido al mínimo	Gobierno de Colombia	N. D.	N. D.