

ESTUDIO DE LA INTERSECCIÓN DE ACCESO AL BARRIO LA ENEA DE LA CIUDAD DE MANIZALES

DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO:
INGENIERO SERGIO GARCIA PATIÑO.



PRESENTADO POR:
HERNANDO GRANADA GOMEZ
ARMANDO HENAO BURGOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESPECIALIZACION EN VIAS Y TRANSPORTE
Manizales, Enero de 2001

CONTENIDO

1. INTRODUCCION

2.0 Descripción general del área de influencia del proyecto

2.1 Usos del suelo

2.2 Actividad económica

2.3 Equipamiento urbano

2.4 Inventario vial de la zona

2.5 Plano intersección actual

2.6 Breve descripción del funcionamiento de la intersección actual

3.0 Objetivos del proyecto y descripción de alternativas

4.0 Situación actual

4.1 Análisis de la demanda

4.2 Estudio de los volúmenes de tránsito

4.3 Descripción general de las alternativas

4.3.1 Alternativa cero

4.3.2 Alternativa 1

4.3.3 Alternativa 2

5.0 Análisis de la alternativa cero

5.1 Calculo de la capacidad de la intersección en la hora pico de la tarde.

5.2 Calculo de la capacidad de la intersección en la hora pico de la mañana.

5.3 Aplicación de la distribución de POISSON con control de giro a la izquierda hora pico de la mañana.

5.4 Aplicación de la distribución de POISSON con control de giro a la izquierda hora pico de la tarde.

6.0 Alternativa 1 intersección semafoizada.

6.1 Calculo del volumen de tránsito de la intersección

6.2 Calculo de flujos de Saturación

[6.3 Calculo del flujo vehicular](#)

[6.4 Calculo de la reserva de capacidad](#)

[6.5 Calculo del verde efectivo](#)

[6.6 Calculo de la longitud de cola de los vehículos](#)

[6.7 Calculo del verde para el semáforo](#)

[6.8 Proyección del flujo vehicular hasta el año 2016](#)

[6.9 Calculo del ciclo optimo](#)

[6.10 Calculo de la reserva de Capacidad](#)

[6.11 Calculo del verde efectivo](#)

[6.12 Calculo de la longitud de cola de los vehiculos](#)

[6.13 Calculo del verde para el semáforo](#)

[6.14 Análisis de la distribución de poisson en el control del giro a la izquierda](#)

[7.0 Análisis de la alternativa 2: Glorieta](#)

[7.1 Análisis funcional de los mezclamientos](#)

[7.2 Capacidad de los mezclamientos](#)

[7.3 Flujo de mezclamientos actuales](#)

[7.4 Análisis funcional de los accesos actuales](#)

[7.5 Análisis funcional de los accesos actuales de la Glorieta hora pico de la tarde](#)

[7.6 Análisis de los accesos de la glorieta para el año 2016 Hora pico de la tarde](#)

[8.0 Inversiones en el proyecto](#)

[8.1 Inversiones en la alternativa cero](#)

[8.2 Inversiones alternativa 1 intersección semaforizada](#)

[8.3 Inversiones en la alternativa 2: construcción glorieta](#)

[8.4 Gastos financieros alternativa 2](#)

[8.5 Costos de conservación y mantenimiento](#)

[8.6 Resumen del costo anual de conservación y mantenimiento](#)

[9.0 Fuentes de financiación](#)

[10.0 Evaluación económica](#)

[10.1 Costo básico de operación vehicular](#)

[10.2 Costo básico de tiempo de ocupantes](#)

- [10.3 Costo de operación vehicular y tiempo de ocupantes en la alternativa cero](#)
- [10.4 Costo de operación vehicular y tiempo de ocupantes en la alternativa cero a precios financieros](#)
- [10.5 Costo de operación y tiempo de ocupantes por recorrido alternativa 1 a precios financieros](#)
- [10.6 Costo de operación y tiempo de ocupantes Alternativa 2 a precios financieros](#)
- [10.7 Beneficios del proyecto](#)
- [10.8 Flujo efectivo neto a precios financieros alternativa 1](#)
- [10.9 Flujo efectivo neto a precios financieros alternativa 2](#)
- [10.10 Flujo efectivo neto a precios económicos alternativa1](#)
- [10.11 Flujo efectivo neto a precios económicos alternativa2](#)
- [10.12 Programa tentativo de inversiones económicas iniciales alternativa 1](#)
- [10.13 Programa tentativo de inversiones económicas iniciales alternativa 2](#)
- [10.14 Proyección costos de operación vehicular y tiempo de ocupantes alternativa cero a precios económicos](#)
- [10.15 Proyección costos de operación vehicular y tiempo de ocupantes alternativa 1a precios económicos](#)
- [10.16 Proyección costos de operación vehicular y tiempo de ocupantes alternativa 2 a precios económicos](#)
- [10.17 Ahorros en los costos de operación vehicular tiempo de ocupantes en la alternativa cero. 1 y 2 a precios económicos](#)
- [10.18 Indicadores económicos](#)
- [10.19 Análisis de sensibilidad](#)

[11.0 Evaluación ambiental](#)

- [11.1 Entorno ambiental](#)
- [11.2 Entorno social](#)
- [11.3 Efectos del proyecto en las diferentes alternativas](#)
- [11.4 Predicción del ruido en las diferentes alternativas](#)
- [11.5 Predicción de la concentración de Co y otros contaminantes en la intersección](#)
- [11.6 Calculo de los estándares de calidad del aire](#)
- [11.7 Evaluación de los impactos](#)
- [11.8 Efectos significativos](#)

[12.0 Conclusiones y recomendaciones](#)

13.0 Bibliografía

LISTA DE FIGURAS

[Figura No. 1:](#) Ubicación de la intersección y usos del suelo

[Figura No. 2:](#) Patrón de tránsito

[Figura No. 3:](#) Esquema de la Intersección con sus movimientos

[Figura No. 4:](#) Esquema de la Intersección con el tránsito actual hora pico de La tarde.

[Figura No. 5:](#) Esquema Intersección con el tránsito actual hora pico de la mañana. distribución de POISSON hora pico de la mañana

[Figura No. 6:](#) Esquema Intersección distribución de POISSON hora pico de la mañana.

[Figura No. 7:](#) Esquema Intersección distribución de POISSON hora pico de la tarde.

[Figura No. 8:](#) Diagrama de fases para el semáforo año 2001

[Figura No. 9:](#) Esquema Intersección flujo de la hora pico de la tarde año 2016.

[Figura No. 10:](#) Diagrama de fases para el semáforo año 2001

[Figura No. 11:](#) Flujos de mezclamiento y entremezclamiento para la glorieta.

[Figura No. 12:](#) Costos básicos de operación en recorrido, en función de la velocidad media de operación.

LISTA DE TABLAS

TABLA No. 1: Conteo vehicular Intersección acceso al Barrio La Enea.

TABLA No. 2: Proyección del flujo vehicular hora pico de la tarde.

TABLA No. 3: Costo de una parada en función de la velocidad.

1.0 INTRODUCCION

Con el presente trabajo final del Programa de Especialización en vías y transporte, de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, se pretende analizar la Intersección de Acceso al Barrio la Enea de la Ciudad de Manizales.

- ▶ Aplicar los conocimientos adquiridos sobre ingeniería de tránsito durante el desarrollo del Postgrado, teniendo en cuenta las técnicas relativas al diseño de intersecciones.
- ▶ Analizar si es factible hacer el proyecto desde el punto de vista económico y ambiental, para poder escoger la mejor alternativa, que brinde el mayor beneficio posible a los usuarios.
- ▶ Los objetivos del estudio se determinan por la necesidad de hacer un proyecto de mejoramiento de la Intersección con base en los datos obtenidos a través del patrón de tránsito y con el fin de disminuir la accidentalidad que se presenta en dicha intersección y aumentar el nivel de servicio de la vía.

2.0 DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

La Intersección de Acceso al Barrio La Enea, de la ciudad de Manizales, queda ubicada en el Sur-Oriente de la Ciudad, en las coordenadas 1.048.000 Latitud Norte y 1.177.500 Longitud Este.

Se encuentra esta intersección en la comuna No 7, sobre la Quebrada Manizales, esta intersección tiene influencia directa sobre los Barrios La Enea, Lucitania, San Marcel, Arboletes, El Pinar, el Aeropuerto la Nubia, La Universidad Nacional, el Sena, también está integrada el sector de Juanchito que es la zona industrial de Manizales, como también el Bosque Popular el Prado, zona netamente recreativa.

2.1 USOS DEL SUELO.

Esta intersección esta rodeada de suelos que tienen los siguientes usos, según planeación Municipal:

Zona de protección de microcuencas, que es la quebrada Manizales, sobre la cual se encuentra la intersección, esta zona esta protegida y cualquier trabajo que se acometa en este sector debe llevar un plan de manejo ambiental.

Zona Institucional-Cultural-recreativa, que queda adyacente a la intersección, como lo es el Bosque Popular el Prado, donde se recrea la mayor parte de la población Manizaleña.

También se tiene una zona de actividad residencial, con amplias zonas de desarrollo, lo cual hace que esta intersección sea muy importante para la ciudad.

2.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA.

Esta actividad se encuentra relacionada con el área de influencia de la intersección debido a la gran actividad comercial, a través de pequeños negocios, centros comerciales, supermercados y talleres, ubicados a lo largo de la avenida cumanday, que desemboca directamente sobre la intersección.

También está la zona industrial donde se encuentran las fábricas del sector (Tablemac, derivados del azufre, Progel, Industria licorera, Tejidos Unica, Embotelladora cocacola, Embotelladora Postobón, Manilit, Colombit, Super coco, etc.)

2.3 EQUIPAMIENTO URBANO.

Escuelas: Vargas Vila, Aeropuerto sector 1 y 2, Rocío Jurado.

Colegios: San Pío X, Los Alamos, Julio Flórez.

Iglesias: San Pío X, Niño Jesús de Praga.

Centro de salud: Unidad Intermedia de la Enea

Cami: Centro de administración Municipal

Casa de la Cultura

Cai de la Policía

Estación de Bomberos

Sena Regional Caldas

Universidad Nacional, Seccional manizales.

Aeropuerto La Nubia.

Parque Bosque Popular el Prado

Parque de la Enea

Parque sector 1

Parque sector IV

Parque los Pinos

Parque Villa-Fundemos

Parque Bosque de la Enea

Parque termales del Otoño

Confamiliares.

2.4 INVENTARIO VIAL DE LA ZONA.

Descripción	Calzadas	Ancho	Andenes	Ancho	Separador	Carriles
Avenida cumanday	2	7 m.	2	1.25 m.	2 m.	4
Vía al Magdalena	2	8 m.	1	1.0 m.	1.0 m.	4

2.5 PLANO INTERSECCIÓN ACTUAL

Se presenta un plano donde se ubica la intersección y se colorean los usos del suelo. Ver figura No 1

Figura No 1 Ubicación Intersección y usos del suelo.



Haga click sobre la imagen para ver

2.6 BREVE DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA INTERSECCIÓN ACTUAL.

Esta intersección esta funcionando en el momento como una intersección con señales de PARE y un separador central, no hay ninguna señalización para los giros a la izquierda y a la derecha, además hay un espacio muy reducido para efectuar estas maniobras, no hay bahías, ni control semafórico para que los vehículos puedan hacer los giros en forma segura y sin ninguna espera.

Esta intersección presenta demasiados conflictos para operar de esta manera, por lo tanto se hace necesario entrar a analizar que otros proyectos se pueden desarrollar en ella, con el fin de garantizar la seguridad vial y de los peatones en dicha intersección.

3.0 OBJETIVOS DEL PROYECTO Y DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

La intersección de acceso al Barrio La Enea, esta ubicada sobre la carretera Panamericana en la entrada al Barrio la Enea y el Aeropuerto la Nubia y comunica con la vía al Municipio de Villamaría y Manizales.

- ▶ El objetivo general del proyecto consiste en el mejoramiento de las condiciones de circulación vehicular en la intersección.
- ▶ Establecer los volúmenes actuales y futuros del tránsito que pasa por la Intersección, con el fin de poder comprobar si en la actualidad funciona como tal o si se justifica entrar a semaforizar o a diseñar una glorieta, que mejore las condiciones del tránsito y por consiguiente hacer la respectiva evaluación económica del proyecto.
- ▶ Realizar aforos en los accesos de la Intersección, para obtener el patrón de tránsito de la Intersección.

Como objetivos específicos se identifican los siguientes:

- ▶ Mejoras en la accesibilidad: favoreciendo los flujos que presentan mayor volumen diario, permitiéndoles hacer su paso por la Intersección de una manera más eficiente y rápida.
- ▶ Mejora en el nivel de servicio: Con el proyecto se lograra una considerable mejoría en el orden del tránsito, lo cual conlleva una mayor agilidad en la circulación y menores problemas de congestión.
- ▶ Reducción del Impacto Ambiental sobre el medio Ambiente: los menores niveles de congestión deben producir la disminución de los niveles de contaminación atmosférica, debido a la emisión de gases por parte de los vehículos.

4.0 SITUACIÓN ACTUAL

La Intersección en el momento funciona como una intersección con señal de PARE en algunos de sus accesos y no tiene ningún otro tipo de señalización, además de que tiene unos espacios muy reducidos para hacer los giros a la derecha y a la izquierda.

4.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

En un proyecto urbano como este, se debería utilizar un modelo de transporte. En el presente caso, y en vista de que no se dispone de un modelo que haya sido calibrado para las condiciones de la Ciudad de Manizales y más concretamente de la Intersección, se trabajará con conteos efectuados para la Intersección, con datos de crecimiento de estudios anteriores, teniendo en cuenta los proyectos del plan vial de Manizales en el área de influencia del Proyecto.

4.2 ESTUDIO DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO.

Para el estudio del tránsito de la intersección, se hicieron conteos manuales, en intervalos de 15 minutos durante 12 horas, de 6:30 AM hasta las 6:30 PM, en vista de que no se cuenta con ninguna intersección modelo, que se pueda tomar como patrón de tránsito, se supuso el comportamiento del tránsito durante las otras doce (12) horas restantes, a partir del gráfico de patrón de tránsito que se muestra en la figura No 2, es decir a partir de las 6:30 PM hasta las 6:30 AM del otro día.

Se discriminaron los volúmenes y la composición del tránsito en cada uno de los movimientos que se dan directamente en la intersección.

Los resultados de este conteo se muestran en la tabla No 1. Ver Figura No 3 esquema intersección con sus movimientos

Tabla No 1 Conteo vehicular, para la Intersección de acceso al Barrio La Enea.
febrero 20 de 2001

		1	2	3	4	5	6	7	7^	8	9	10	11	12
	A	0	10	14	1	6	3	0	21	4	5	0	4	6
6:30-6:45AM	B	2	0	10	6	4	2	0	4	3	1	0	0	1
	C	0	0	0	0	0	5	0	8	0	0	0	0	1
	A	1	7	18	4	6	11	7	30	2	1	4	7	4
6:45-7:00AM	B	3	4	10	10	0	4	0	4	0	0	0	0	1
	C	0	1	0	0	0	14	0	11	1	0	0	0	2
	A	2	8	19	9	6	19		26	7	2	8	22	22
7:00-7:15AM	B	1	4	16	9	1	3	4	3	0	0	0	2	3
	C	0	1	1	0	0	4	0	7	0	3	0	0	1
	A	2	11	25	5	5	22	12	42	7	2	2	9	3
7:15-7:30AM	B	2	0	15	9	3	0	0	0	1	0	0	0	2
	C	0	1	3	0	0	5	0	7	2	0	0	2	0
	A	2	15	25	6	11	18	6	36	6	10	0	14	1
7:30-7:45AM	B	3	1	11	9	3	1	0	0	0	0	0	0	3
	C	1	0	1	0	2	10	0	6	0	1	0	0	0
	A	0	10	21	19	10	19	10	31	13	3	3	5	3
7:45-8:00AM	B	1	0	16	13	1	1	0	1	1	0	0	0	2
	C	0	0	2	0	1	7	0	10	0	2	0	0	0
	A	4	6	24	10	14	25	2	33	8	1	1	15	0
8:00-8:15AM	B	2	0	13	9	0	6	0	0	0	0	0	0	3
	C	0	0	0	0	2	17	0	7	0	3	0	0	0
	A	3	15	14	12	15	22	5	32	3	3	5	22	0
8:15-8:30AM	B	3	1	12	13	1	0	0	3	0	0	0	0	0
	C	0	3	1	0	0	9	0	10	0	2	0	0	0
	A	0	7	16	7	11	20	11	24	6	1	4	7	2
8:30-8:45AM	B	1	0	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	4

	C	0	0	0	4	2	16	0	9	1	4	0	0	0
	A	2	10	19	19	13	16	5	18	7	5	2	8	4
8:45-9:00AM	B	1	1	12	16	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	C	0	0	1	0	1	7	1	8	1	3	0	0	0

	A	3	17	18	11	14	20	1	24	10	6	4	9	1
9:00-9:15AM	B	3	0	11	8	1	1	0	1	0	0	0	0	3
	C	0	0	0	1	0	9	0	11	1	3	0	0	0
	A	2	12	20	14	11	15	5	26	9	2	3	4	3
9:15-9:30AM	B	2	8	10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	C	0	1	1	1	2	14	0	5	3	2	2	2	0
	A	1	13	13	14	15	13	3	30	9	4	0	19	4
9:30-9:45AM	B	3	0	10	9	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	C	1	0	1	2	0	8	0	14	2	1	0	3	2
	A	2	11	20	10	18	20	4	17	15	4	8	32	2
9:45-10:00AM	B	2	0	11	10	1	0	0	1	0	1	0	0	3
	C	0	1	1		2	8	0	4	0	2	0	0	0
	A	1	12	10	18	10	9	4	21	8	3	4	13	3
10:00-10:15 ^a M	B	3	0	7	9	0	0	0	1	0	0	0	0	2
	C	0	2	1	0	0	11	0	15	0	2	0	1	0
	A	3	7	12	10	14	12	6	27	12	3	3	16	0
10:15-10:30 ^a M	B	3	0	11	9	0	0	0	5	1	0	0	0	2
	C	0	0	4	2	1	4	0	6	0	2	0	1	0
	A	1	13	19	14	11	10	6	25	8	4	8	9	1
10:30-10:45 ^a M	B	0	0	9	16	0	0	0	1	1	0	0	0	2
	C	0	0	2	3	1	11	0	7	0	2	0	0	0
	A	4	12	12	15	19	21	6	24	9	4	6	10	2
10:45-11:00AM	B	1	0	6	10	0	1	0	1	0	0	0	0	2
	C	1	3		0	1	7	0	7	0	2	0	0	0
	A	3	22	17	15	16	19	7	25	13	5	12	31	1
11:00-11:15 ^a M	B	1	10	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	2

	C	0	1	3	1	0	10	0	16	0	0	0	0	0
	A	0	8	19	23	9	23	3	27	14	5	1	16	0
11:15-11:30M	B	2	0	10	12	1	0	0	1	0	0	0	0	1
	C	0	0	0	0	0	10	0	12	2	0	1	0	0
	A	2	12	20	9	18	16	5	30	14	10	1	11	0
11:30-11:45AM	B	2	1	8	14	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	C	1	0	0	2	0	3	1	7	0	0	0	0	0

	A	4	9	11	13	17	30	6	24	14	2	4	11	1
11:45-12:00M	B	2	0	13	9	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	C	0	2	0	1	1	13	0	14	0	0	0	0	0
	A	2	9	22	26	19	27	1	34	21	4	6	30	1
12:00-12:15PM	B	1	0	12	13	0	0	0	3	2	0	0	0	1
	C	0	0	0	2	0	11	0	6	3	0	0	0	0
	A	2	12	20	33	14	37	5	21	17	5	5	19	3
12:15-12:30PM	B	2	0	12	14	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	C	2	0	0	2	1	5	1	15	1	1	0	0	0
	A	0	7	20	25	7	34	3	16	21	3	4	9	0
12:30-12:45PM	B	1	0	7	20	0	0	0	3	0	1	0	0	1
	C	0	1	1	2	0	3	0	9	1	0	2	0	0
	A	1	15	21	22	10	28	3	35	17	7	4	7	0
12:45-1:00PM	B	2	8	0	17	1	0	0	0	0	0	0	0	5
	C	0	2	3	1	0	10	0	8	1	1	0	2	0
	A	1	9	27	17	8	22	4	24	14	2	1	5	1
1:00-1:15PM	B	2	1	14	10	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	C	0	0	1	1	0	7	1	12	0	0	0	2	0
	A	0	9	41	26	16	20	3	27	11	3	3	12	0
1:15-1:30PM	B	3	1	13	8	0	0	0	1	2	0	0	0	3

	C	1	3	3	0	1	10	1	10	2	1	0	0	0
	A	4	23	42	13	16	11	10	24	13	6	2	11	1
1:30-1:45PM	B	3	1	25	13	0	1	0	5	3	0	0	0	2
	C	1	2	0	0	0	3	0	6	1	0	0	0	0
	A	2	13	42	16	19	11	8	36	9	3	2	8	2
1:45-2:00PM	B	1	0	16	13	0	3	0	1	0	0	0	0	5
	C	0	0	1	1	0	11	0	18	1	0	0	0	0
	A	4	17	29	17	13	14	6	25	7	6	3	8	1
2:00-2:15PM	B	2	1	9	11	1	0	0	2	0	0	1	0	5
	C	0	1	0	1	0	9	0	13	3	0	0	0	0
	A	2	16	18	27	22	16	13	9	7	2	7	31	3
2:15-2:30PM	B	2	4	9	14	0	1	0	1	0	0	1	3	2
	C	0	1	1	0	1	8	0	2	1	0	0	0	0
	A	2	9	29	14	15	20	8	46	16	10	5	22	3
2:30-2:45PM	B	2	2	11	10	1	3	0	4	0	0	1	0	3
	C	2	1	0	1	0	13	0	16	2	1	0	0	1
	A	3	15	29	20	20	34	6	29	16	9	9	11	3
2:45-3:00PM	B	2	0	9	16	1	2	0	0	0	0	0	0	4
	C	2	0	0	2	0	9	0	10	1	0	0	1	0

	A	6	13	29	21	19	27	4	27	9	2	7	17	1
3:00-3:15PM	B	3	2	12	12	1	4	0	17	2	1	0	0	0
	C	0	2	0	2	0	11	0	13	0	0	0	0	0
	A	2	9	21	18	15	24	8	31	15	6	11	19	2
3:15-3:30PM	B	2	0	12	13	0	1	0	2	3	0	0	0	2
	C	0	0	0	3	0	9	0	16	2	1	0	0	0
	A	3	10	17	15	10	23	4	27	13	7	5	15	1
3:30-3:45PM	B	3	0	12	11	0	0	0	2	0	1	0	0	3
	C	1	0	1	0	1	13	0	19	6	0	0	0	0
	A	1	15	23	22	21	22	6	16	17	6	2	8	0
3:45-4:00PM	B	2	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	3

	C	0	0	2	0	1	10	1	11	3	0	0	0	0
	A	1	11	20	14	18	29	1	25	7	4	5	11	4
4:00-4:15PM	B	3	0	9	10	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	C	0	0	0	1	0	18	0	8	0	1	0	0	0
	A	4	13	21	21	22	33	4	39	15	6	3	4	1
4:15-4:30PM	B	2	0	12	7	0	0	0	2	3	0	0	0	1
	C	0	0	1	1	0	8	0	18	0	0	0	1	0
	A	3	13	20	21	42	33	8	42	24	15	6	20	2
4:30-4:45PM	B	2	0	14	14	3	0	0	2	0	0	0	0	3
	C	0	1	1	0	0	17	1	10	1	0	0	0	0
	A	2	10	25	28	26	25	2	28	17	3	2	8	4
4:45-5:00PM	B	2	0	9	10	0	1	0	1	1	0	0	0	1
	C	1	1	1	1	2	13		5	3	0	0	0	0
	A	3	10	36	16	26	35	7	28	18	7	5	34	4
5:00-5:15PM	B	2	0	15	12	0	1	0	5	0	0	0	1	2
	C	0	0	1	1	0	6	0	8	0	1	0	0	0
	A	2	8	21	28	19	24	5	28	17	4	4	30	2
5:15-5:30PM	B	5	2	12	15	0	3	0	3	0	0	0	0	1
	C	0	1	2	1	0	7	1	7	1	0	0	2	0
	A	2	17	28	22	11	17	6	27	17	3	1	34	2
5:30-5:45PM	B	2	0	11	13	1	0	0	0	0	0	0	0	5
	C	1	1	0	0	1	12	0	2	0	0	0	2	0
	A	2	15	19	22	12	18	10	20	13	4	10	32	1
5:45-6:00PM	B	2	1	12	10	0	5	0	1	0	0	0	0	1
	C	0	1	0	1	0	10	0	6	2	0	0	1	0
	A	2	19	19	32	5	23	3	25	10	3	7	25	8
6:00-6:15PM	B	3	1	16	13	0	2	0	0	2	0	0	0	3
	C	1	0	0	0	0	9	0	8	1	0	0	0	0

	A	3	17	29	37	9	22	7	28	22	1	2	8	3
6:15-6:30PM	B	1	1	14	10	0	0	0	1	0	0	0	0	1

C 0 1 0 0 0 12 0 7 0 0 0 0

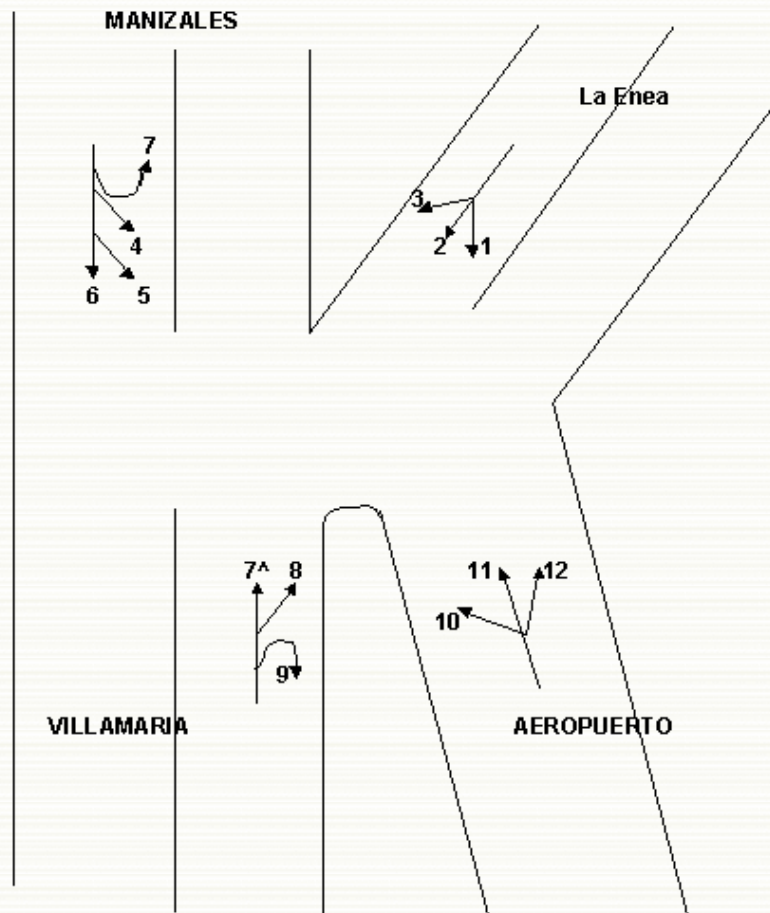
A continuación se identificaron las horas de las 11:30 AM a 12:30 M y las 4:00 PM a 5:00 PM, como las de mayores volúmenes acumulados, durante cuatro (4) cuartos de hora consecutivos (Volúmenes totales en la Intersección). El comportamiento del tránsito durante las veinticuatro (24) horas del día se muestra en la figura No. 2

Figura No. 2 Patrón de Tránsito

ENTRADA DE VEHICULOS A LA INTERSECCION



Figura No 3 Esquema intersección con sus movimientos



MATRIZ ORIGEN Y DESTINO HORA PICO DE LA MAÑANA (11:30 AM - 12:30 PM).
VOLÚMENES AÑO 2001.

O/D	Manizales	Villamaria	La Enea	Aeropuerto	TOTAL
Manizales	19	142	128	70	359
Villamaria	156	0	72	22	250
La Enea	118	45	0	20	183

Aeropuerto	71	16	12	0	99
TOTAL	364	203	212	112	891

MATRIZ ORIGEN Y DESTINO HORA PICO DE LA TARDE (4:00 PM A 5:00 PM).
VOLÚMENES AÑO 2001.

O/D	Manizales	Villamaria	La Enea	Aeropuerto	TOTAL
Manizales	16	177	128	113	434
Villamaria	180	0	71	29	280
La Enea	133	49	0	20	202
Aeropuerto	44	16	20	0	80
TOTAL.	373	242	219	162	996

MATRIZ ORIGEN Y DESTINO PARA EL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO AÑO 2001.

SENTIDO	COMPOSICIÓN VEHICULAR	VEHÍCULOS
Manizales - Manizales	A	351
	B	4
	C	15
Manizales - Villamaria	A	1774
	B	84
	C	662
Manizales- La Enea	A	1634
	B	720
	C	76
Manizales - Aeropuerto	A	829
	B	48

	C	49
Villamaria - Manizales	A	2150
	B	138
	C	656
Villamaria - La Enea	A	1127
	A	43
	C	86
Villamaria - Aeropuerto	A	361
	B	10
	C	50
La Enea -Manizales	A	1716
	B	725
	C	68
La Enea - Villamaria	A	979
	B	78
	C	60
La Enea -Aeropuerto	A	181
	B	153
	C	28
Aeropuerto - Manizales	A	852
	B	7
	C	32
Aeropuerto - Villamaria	A	364
	B	4

	C	5
Aeropuerto - La Enea	A	188
	B	152
	C	7

4.3 DESCRIPCION GENERAL DE ALTERNATIVAS

Se han identificado tres alternativas, técnicamente viables, las cuales serán sometidas a un análisis de factibilidad económica y ambiental, que permitan satisfacer adecuadamente la demanda actual y futura de la Intersección.

4.3.1 ALTERNATIVA CERO

Consiste en dejar la Intersección tal como está funcionando en el momento, con separador central, 2 calzadas de 2 carriles cada una, y señales de PARE en algunos de sus accesos.

4.3.2 ALTERNATIVA UNO

Consiste en semaforizar la Intersección para ver hasta que año funciona y calcular los ahorros en tiempos de recorrido y costo de pasajeros.

4.3.3 ALTERNATIVA DOS

Consiste en diseñar una glorieta para la Intersección, que permita agilizar mas el tránsito y elimine conflictos y calcular cuales son los ahorros en tiempos de recorrido y costo de pasajeros.

5.0 ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA CERO

Analicemos la intersección, actualmente como está funcionando y hasta que año funcionaría, sin que se le haga ningún tipo de mejoramiento.

5.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA INTERSECCIÓN EN LA HORA PICO DE LA TARDE.

Del patrón de tránsito que tenemos para la intersección escogemos, la hora pico de la Tarde o sea de 4:00 PM a 5:00 PM, y tenemos el siguiente esquema de la Intersección representado en la figura No 4

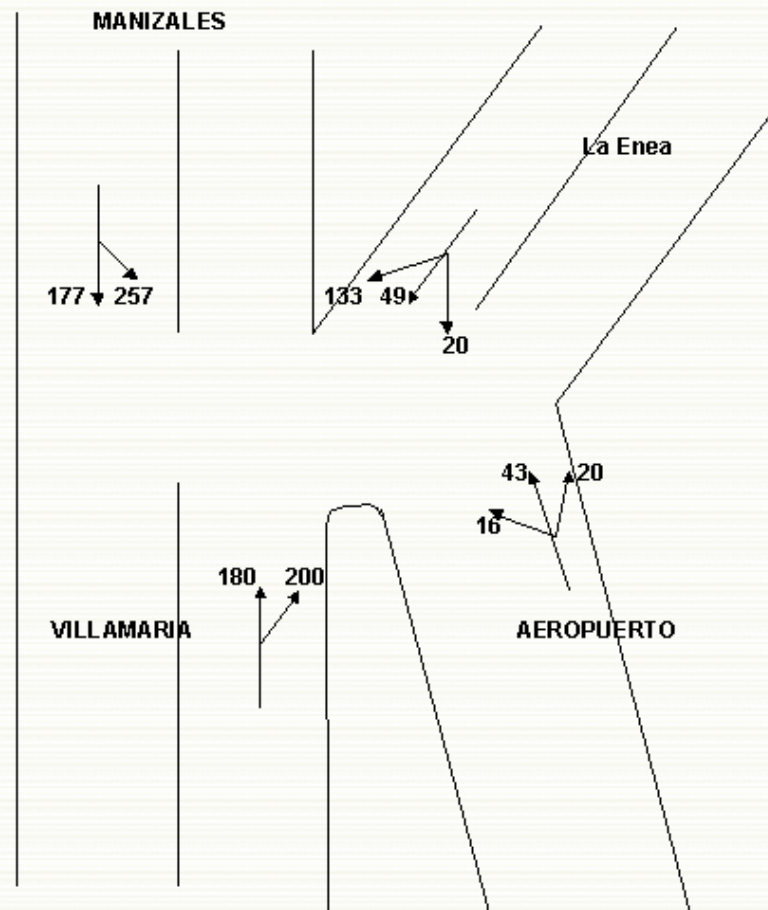


Figura No 4 esquema Intersección, tránsito actual de la hora pico de la tarde

Análisis del giro a la derecha, desde la vía secundaria hacia la vía principal, o sea de los vehículos que se dirigen del barrio La Enea hacia el centro de manizales, es una maniobra de entrada.

Se presenta un giro a la derecha de 133 veh. mixtos/hora que entran en conflicto con 180 veh. mixtos/hora de la vía principal.

Asumimos una velocidad de diseño $V < 65$ KPH

133 Veh, mixtos/hora \geq 180 veh. Mixtos /hora.

Con 180 voy al gráfico Maniobras Flujos en la vía Principal y valores del Intervalo, y escojo el esquema que más se acomode a la intersección. Entonces obtengo un tiempo $t = 4$ seg. y la curva A.

Según el esquema tomamos el 40% del flujo de la vía principal.

Flujo en la vía principal $180 * 0.40 = 72$ veh, mixtos/hora.

En el gráfico Capacidad de Flujo en vía secundaria, nos da que para 500 vph en la vía principal y la curva A, se obtiene un flujo en la vía secundaria de 950 vph.

Capacidad de la vía secundaria = $950 * 0.85 = 808$ vph.

808 vph $>$ 133 vph.

De acuerdo con lo anterior la intersección permite que crucen 808 vph y en este momento están cruzando 133 vph, lo que nos da una muy buena capacidad para este giro en la vía secundaria.

Análisis del giro a la izquierda desde la vía secundaria hacia la vía principal, o sea los vehículos que van desde el barrio La Enea hacia Villamaría o el centro de la ciudad por la carretera Panamericana.

Es una maniobra de cruce y entrada.

Flujo en la vía principal: $180 + 177 + 257 * 5/3 = 785$ vph

Giro a la izquierda en la vía secundaria: 69 vph.

En el gráfico Maniobras de Flujo en la vía principal y valores de intervalos, se asume una velocidad de diseño $V < 65$ kph y se escoge el esquema que más se ajusta a la intersección, obteniendo un tiempo $t = 8$ seg y la curva D.

Luego se busca en la gráfica capacidad de Flujos de la vía secundaria, con 785 vph en la vía principal y la curva D y obtenemos un volumen de 230 vph.

Capacidad de la vía secundaria: $230 * 0.85 = 196$ vph.

196 vph $>$ 69.

De acuerdo con lo anterior la intersección permite que crucen 196 vph y en este momento están cruzando por la intersección 69 vph, lo cual nos da una muy buena capacidad para este giro en la vía secundaria.

5.2 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE LA INTERSECCIÓN EN LA HORA PICO DE LA MAÑANA.

Del patrón de tránsito que tenemos para la intersección escogemos, la hora pico de la Mañana o sea de 11:30 AM a 12:30 M, y tenemos el siguiente esquema de la Intersección representado en la figura No 5

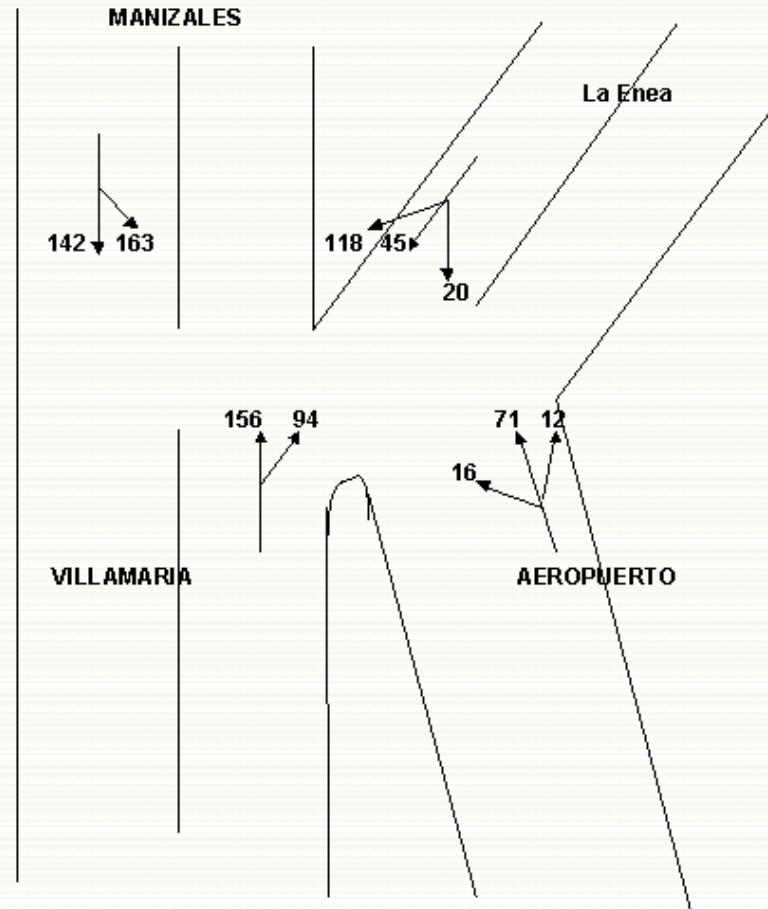


Figura No 5 Esquema Intersección, Tránsito actual hora pico mañana.

Análisis del giro a la derecha desde la vía secundaria.

Es una maniobra de entrada

Asumimos una velocidad de diseño $V < 65$ kph

Flujo en la vía principal: 165 vph

Flujo en la vía secundaria: 118 vph

En la gráfica maniobras de flujos en la vía principal y valores del intervalo escogemos el esquema que más se ajuste a la intersección y obtenemos un intervalo de entrada de 4 seg y la curva A.

Entrando al gráfico Capacidad de Flujos en la vía secundaria con 500 vph que es el valor mínimo obtenemos un flujo en la vía secundaria de 950 vph.

Capacidad de la vía secundaria: $950 * 0.85$: 808 vph.

808 vph $>$ 118 vph, lo que nos da una muy buena capacidad para este giro.

Análisis del giro a la izquierda es una maniobra de cruce y entrada.

Flujo en la vía principal: $156 + 142 + 165 * 5/3$: 573 vph.

Flujo en la vía secundaria: 61 vph.

Asumimos una velocidad $V < 65$ kph.

En la gráfica maniobras de flujo en la vía principal y valores del intervalo, se escoge el esquema que más se acomode a la intersección y obtenemos un tiempo de 8 seg y la curva D.

Ahora entrando en el gráfico capacidad de flujo en la vía secundaria, con 573 vph en la vía principal e interceptando la curva D, obtenemos un flujo en la vía secundaria de 380 vph.





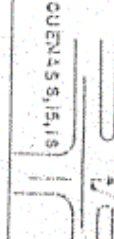





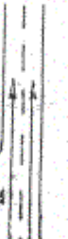
Capacidad de la vía secundaria: $380 * 0.85$: 322 vph.

322 vph $>$ 61 vph, lo que nos da una muy buena capacidad para este giro, con lo cual la intersección no tiene problemas en funcionar en la situación actual como una intersección de prioridad con señal de PARE.

MANIOBRA	FLUJO	CURVA
	VOLUMEN	
(a) Q1 UNA	40% DOS	(a) Q1
	60%	
(b) Q2	Q1 + Q2	(a) Q1
	Q1 PARA Q2 PARA	
(c) Q1 + Q2	ALTERNAT	(a) Q1
	ALTERNAT 60%	

Desde el giro izquierdo desde la intersección 1/2/3 x flujo siempre el flujo de la vía principal

ANIOBRAS FLUOS EN LA VIA PRINCIPAL Y VALORES DEL INTERVALO

EN LA VIA PRINCIPAL		ESPECIFICACIONES ASUMIDAS PARA PRO- POSITOS DE DISEÑO Y CURVA DE CAPACIDAD DE LA FIGURA II VELOCIDAD DE DISEÑO 255 kph		VELOCIDAD DE DISEÑO 255 kph		REPRESENTACION ESQUEMATICA DE LAS MANIOBRAS ESQUEMAS ESTANDAR EN DONDE ELLAS SON EJECUT		
CALZADA	4 SEGS.	5 SEGS.		Q1		Q1		
3 CALZADAS	CURVA A	CURVA C		ESQUEMAS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16	ESQUEMAS 7, 11, 17, 18			
	1	6 SEGS. CURVA C		Q2		ESQUEMAS 6, 13, 16		
	1	4 SEGS. CURVA A	6 SEGS. CURVA C	Q1		ESQUEMAS 5, 15, 16		
PARA 1				ESQUEMAS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 13, 14, 15, 16		ESQUEMAS 5, 15, 16		
2 Y 4	2	6 SEGS. CURVA B	8 SEGS. CURVA D	Q2		ESQUEMAS 9, 9, 10	ESQUEMAS 7, 11, 17, 18	
3				ESQUEMAS 9, 9, 10		ESQUEMAS 7, 11, 17, 18		
	2	8 SEGS. CURVA, D	10 SEGS. CURVA F	Q1		ESQUEMAS 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12		
TIVA (I)	2	8 SEGS. CURVA D	12 SEGS. CURVA G	Q2				
TIVA (II)		6 SEGS. CURVA C	8 SEGS. CURVA E	ALT (I)				
Q2				ALT (II)				

En la vía principal entra en conflicto con el movimiento de la vía
vehicular que gira a la izquierda desde la vía principal se debe
principal.

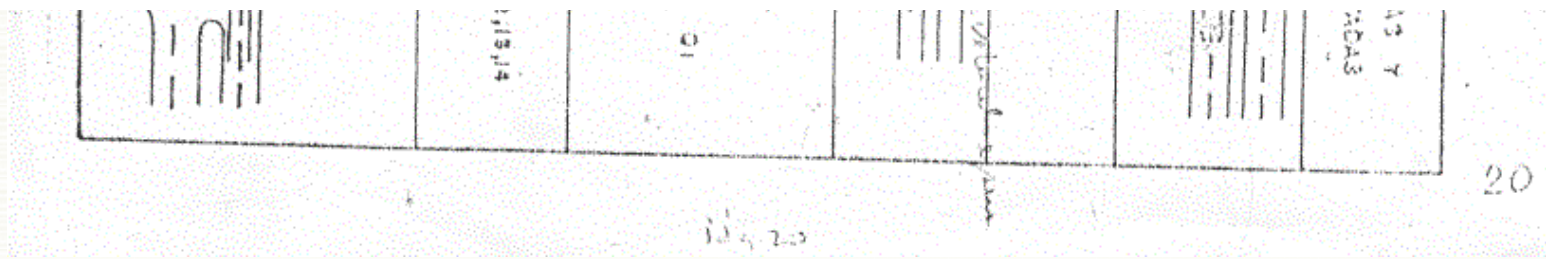
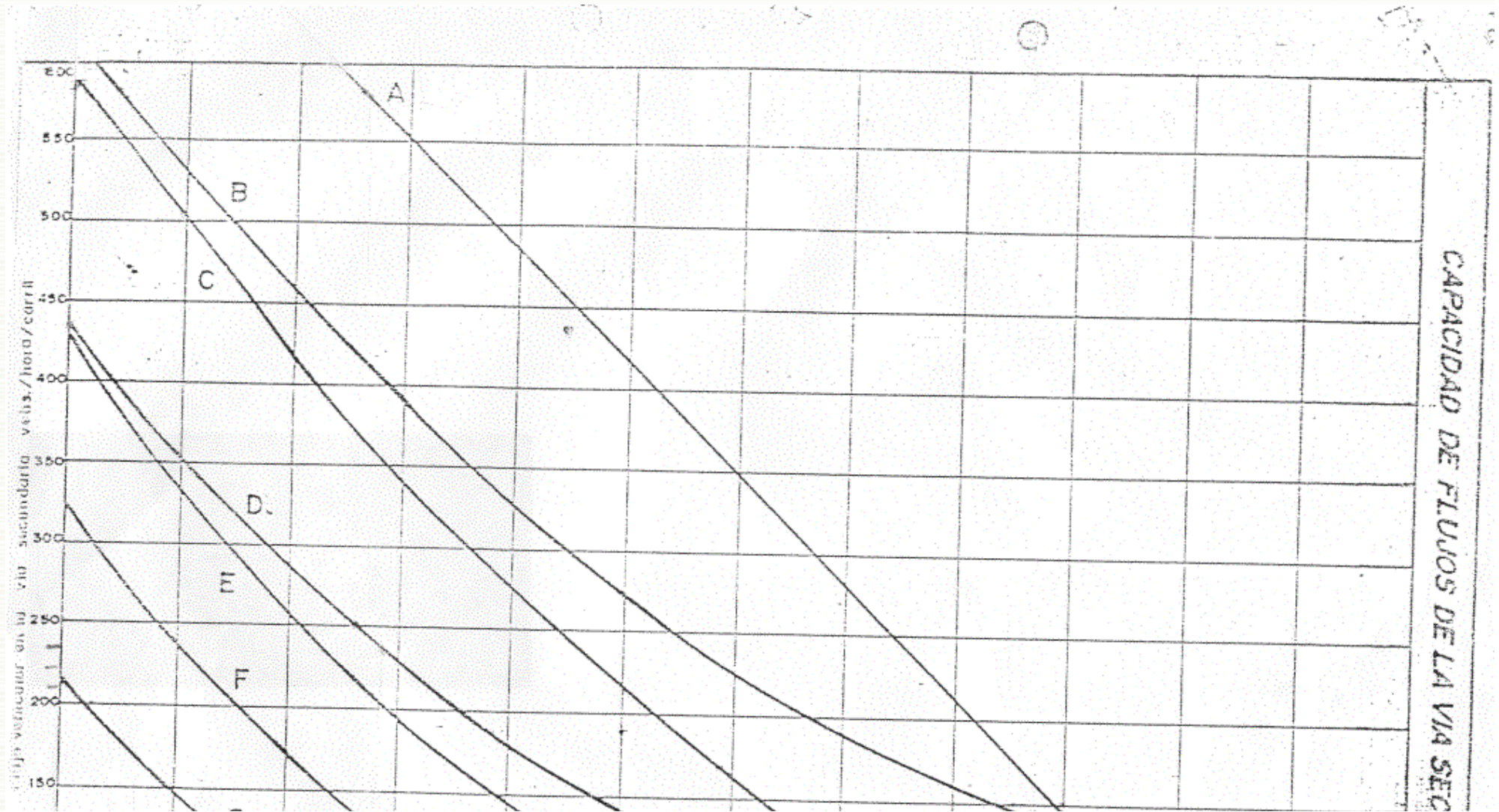


Gráfico Maniobras flujos en la vía principal y valores del Intervalo.



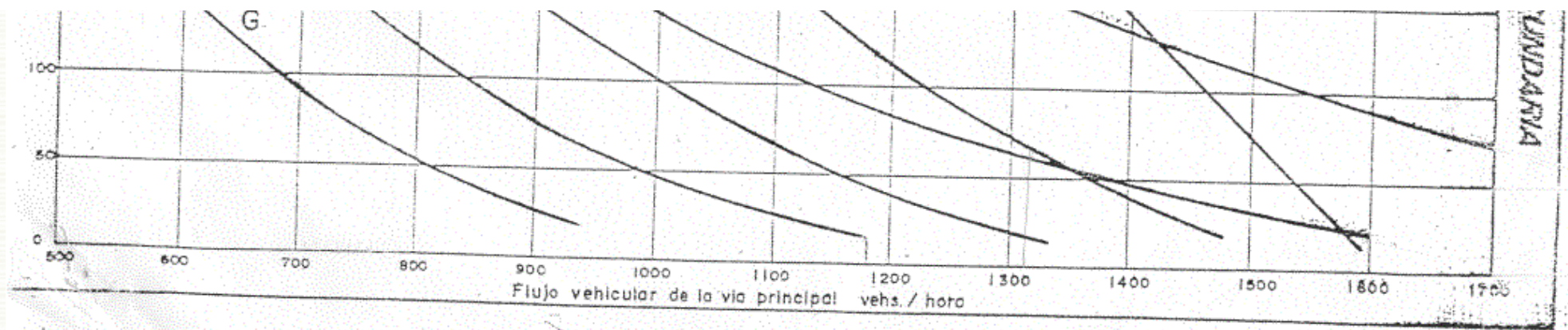


Gráfico Capacidad de Flujos en la vía secundaria.

5.3 APLICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE POISSON EN EL CONTROL DEL GIRO A LA IZQUIERDA. HORA PICO DE LA MAÑANA 11:30 AM A 12:30 M.

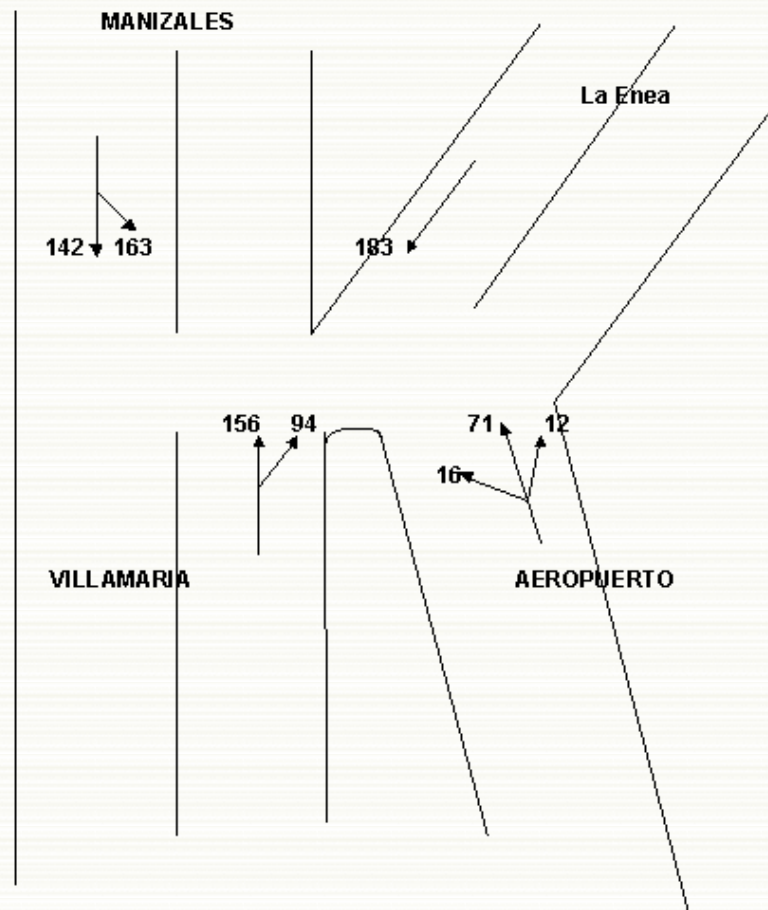


Figura No 6 Esquema Intersección distribución POISSON hora pico mañana.

Q: 555 vph I : 183 vph t: 8 seg

$$m = \frac{555vph * 8seg.}{3600seg.} = 1.23vph$$

Ahora analizando la distribución de POISSON tenemos:

$$P = e^{-im}$$

i : Numero de vehículo agrupados.

m = factor ya calculado.

No de veh. Agrupados	Prob. Cruce grupo i veh.	No veh. cruzan P X Q.
1 o más	0.292	162
2 o más	0.085	47
3 o más	0.025	14
4 o más	0.007	4
5 o más	0.002	1
6 o más	0.0006	0

m = 228 vph.

Capacidad absoluta de cruces m = 228 vph.

Ahora analizamos cuanto tiempo funciona con señal de PARE. De acuerdo a la teoría de filas.

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{183 \text{vph}}{228 \text{vph}} = 0.803$$

Q = 555 vph. m = 228 vph. l = 183 vph.

Tiempo promedio en fila de los vehículos de la vía secundaria E_w .

$$E_w = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{183}{228(228 - 183)} = 0.018h = 64 \text{seg.} = 1'04''$$

Número promedio de vehículos en fila E_M

$$E_M = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{(0.803)^2}{1 - 0.803} = 3.27 \text{veh.} \cong 3 \text{veh.}$$

$$t_p = \frac{3600 \text{seg.}}{228 \text{vph}} = 15.78 \text{seg.} \cong 16 \text{seg.}$$

Tiempo promedio de un servicio = $1 / \mu$

1 veh. → 16 seg.

X → 120 seg. X = 7.5 veh. \cong 8 veh.

Probabilidad de que un vehículo espere 2 o más minutos.

$$P(n \geq 8) = \rho^8 = (0.803)^8 = 0.17 = 17\%.$$

Probabilidad de que un vehículo espere uno o más minutos.

$$P(n \geq 4) = \rho^4 = (0.803)^4 = 0.415 = 41.5\%.$$

Para el futuro

$$P(n \geq 8) = \rho^8 = 0.415 \Rightarrow (\lambda_F / \mu)^8 = 0.415$$

$$0.415 = (\lambda_F / 228)^8 \Rightarrow \lambda_F = 204 \text{ vph.}$$

Año en que la intersección funcionará con una tasa de llegada de $\lambda = 204$ vph.

Asumimos un crecimiento del flujo vehicular del 3% anual.

$$\lambda_F = \lambda_{2001} * (1+r)^n \Rightarrow r = 3\%$$

$$204 = 183 * (1+0.03)^n, \text{ despejando } n, \text{ tenemos que } n = 4 \text{ años.}$$

señal de PARE hasta el año 2005, época en la cual se debe entrar a semaforizar.

sea que la intersección funcionará bien, como una intersección de prioridad con

5.4 APLICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE POISSON PARA EL CONTROL DEL GIRO A LA IZQUIERDA. HORA PICO DE LA TARDE 4:00 PM A 5:00 PM.

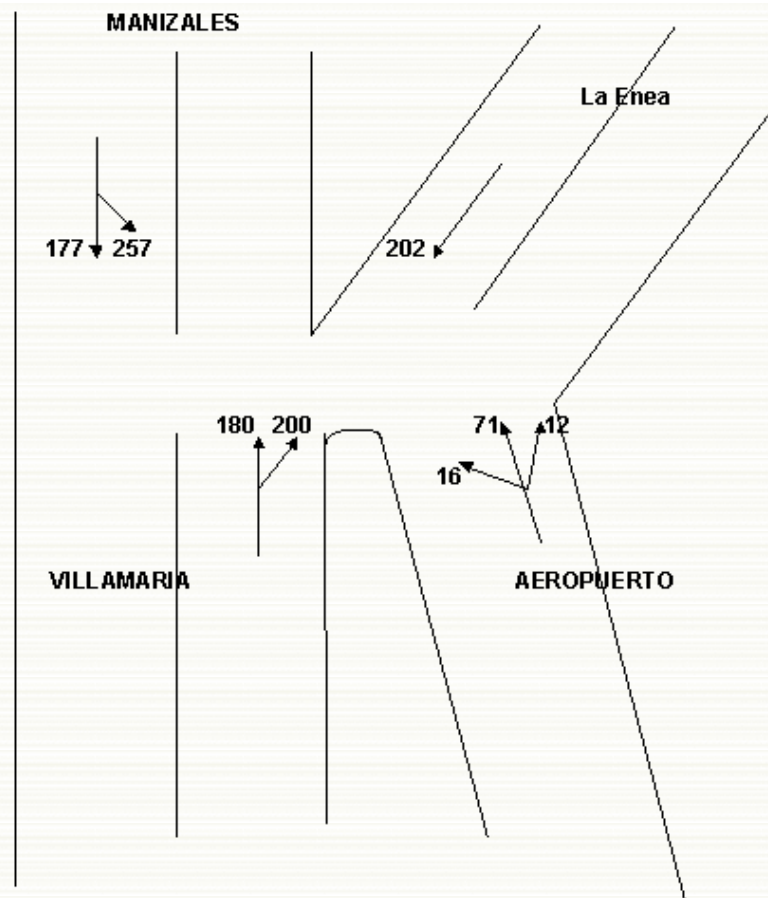


Figura No 7 Esquema Intersección, Distribución POISSON hora pico tarde

$Q = 814$ vph. $\lambda = 202$ vph. $t = 6$ seg

$m = Q * t / 3600 = 814 * 6 / 3600 = 1.36$ vph.

Ahora aplicamos la distribución de POISSON:

$P = e^{-m} \Rightarrow i = 1 \dots n$ y $m = 1.36$ vph.

No vehículos Agrupados	Prob. Cruce grupo i vehículos.	No veh. Que Cruzan $P * Q$
1 o más	0.257	209
2 o más	0.066	54
3 o más	0.017	14
4 o más	0.0043	4
5 o más	0.0011	1

6 o más

0.00028

0

$$m = 282 \text{ vph.}$$

Capacidad absoluta de cruces $m = 282 \text{ vph.}$

Ahora analizamos cuanto tiempo funcionará la intersección, de acuerdo con la teoría de filas.

$$Q = 814 \text{ vph.} \quad \lambda = 202 \text{ vph.} \quad \mu = 282 \text{ vph.}$$

$$\rho_{2001} = \lambda / \mu \Rightarrow \rho_{2001} = 202 / 282 = 0.716$$

Tiempo promedio en fila de los vehículos de la vía secundaria E_W .

$$E_W = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{202}{282(282 - 202)} = 0.009h = 32 \text{ seg.}$$

Número promedio de vehículos en fila. E_M .

$$E_M = \frac{\rho^2}{1 - \rho} = \frac{(0.716)^2}{1 - 0.716} = 1.8 \cong 2 \text{ veh.}$$

Tiempo promedio de un servicio: $1 / \mu = 1 / 282 \times 3600 = 13 \text{ seg.}$

Ahora en 120 seg. Cuantos vehículos pueden pasar:

$$1 \text{ veh.} \rightarrow 13 \text{ seg.}$$

$$X \rightarrow 120 \text{ seg.} \quad X = 9.2 \cong 9 \text{ veh.}$$

Probabilidad de que un vehículo espere 2 o más minutos.

$$P(n > 9) = \rho^9 = (0.716)^9 = 0.049 = 4.9\%$$

Probabilidad de que un vehículo espere uno o más minutos.

$$P(n \geq 5) = \rho^5 = (0.716)^5 = 0.188 = 18.8\%$$

$$\text{Para el futuro } P(n \geq 9) = \rho^9 = 0.188$$

$$(\lambda_F / \mu)^9 = 0.188 \Rightarrow (\lambda_F / 282)^9 = 0.188$$

$$\lambda_F = (0.188)^9 * 282 = 234 \text{ veh.}$$

Año en que la intersección funcionará con una tasa de llegada $\lambda = 234$ veh.

Asumimos un crecimiento normal del flujo vehicular de un 3%.

$$\lambda_F = \lambda_{2001} * (1.03)^n \Rightarrow 234 = 202 * (1.03)^n \Rightarrow n = 5 \text{ años.}$$

Por lo tanto se puede decir que en este momento la intersección tiene una capacidad de funcionamiento de 5 años con la hora pico de la tarde, que es la más desfavorable. Funcionaría hasta el año 2006, como una intersección de prioridad con señal de PARE.

6.0 ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA No 1 – INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA

6.1 CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO DE LA INTERSECCIÓN.

Se calcularon los volúmenes de tránsito de la intersección para cada uno de los movimientos, basándose en los resultados obtenidos en el conteo, realizado el día 20 de Febrero de 2001, para la hora pico de la tarde, que es la más cargada y por lo tanto la más desfavorable.

MATRIZ ORIGEN Y DESTINO HORA PICO DE LA TARDE (4:00 PM A 5:00 PM).

O/D	Manizales	Villamaria	La Enea	Aeropuerto	TOTAL
Manizales	16	177	128	113	434
Villamaria	180	0	71	29	280
La Enea	133	49	0	20	202
Aeropuerto	44	16	20	0	80
TOTAL.	373	242	219	162	996

6.2 CÁLCULO DE LOS FLUJOS DE SATURACIÓN.

$$S = 525 * a \quad a = \text{ancho del carril.}$$

S = flujo de saturación.

$$S_{V-M} = 525 * 7.20 = 3780 \text{ ADES}$$

$$S_{M-V} = 525 * 8.80 = 4620 \text{ ADES}$$

$$S_{A-E} = 525 * 7.80 = 4095 \text{ ADES}$$

$$S_{E-A} = 525 * 6.15 = 3229 \text{ ADES}$$

Ahora efectuamos la corrección por pendiente

$$S_{V-M} = 3780 \text{ ADES}$$

Corrección por pendiente $\rho = +5.0\%$

$$S_{V-M} = 3780 * 0.85 = 3213 \text{ ADES}$$

$$S_{M-V} = 4620 \text{ ADES}$$

Corrección por pendiente $\rho = -8\%$

$$S_{M-V} = 4620 * 1.24 = 5729 \text{ ADES}$$

$$S_{A-E} = 4095 \text{ ADES}$$

Corrección por pendiente $\rho = -2\%$

$$S_{A-E} = 4095 * 1.06 = 4341 \text{ ADES}$$

$$S_{E-A} = 3229 \text{ ADES}$$

Corrección por pendiente $p = -7\%$

$$S_{E-A} = 3229 * 1.21 = 3907 \text{ ADES}$$

Para tener en cuenta el efecto de las características del sitio, se toma la intersección como un sitio o zona de condición promedio, cuyo valor de afectación sería de 1.00 y por lo tanto los flujos de saturación no sufrirían ninguna variación.

6.3 CÁLCULO DEL FLUJO VEHICULAR.

Análisis del Flujo Villamaría – Manizales. V – M.

$q_{(V-M)}$ tiene giro a la derecha

$$q_{(V-M)} T = (180 + 171 + 29) = 380 \text{ veh. mixtos/hora}$$

El 10% de 380 es 38.0

En este movimiento no hay giros a la izquierda, se presentan 2 giros a la derecha por lo tanto se suman.

Giro a la derecha = $171 + 29 = 200$ veh. Mixtos/hora.

→ $200 > 38$ hay un exceso de 162, por lo tanto se debe hacer la corrección.

La composición del tránsito para este movimiento es la siguiente:

A: 79% B: 4% C: 17%

$$q_{(V-M)} T = (180 + 38 + 162 * 1.25)(0.79 * 0.1 + 0.04 * 2.25 + 0.17 * 1.75) =$$

$$q_{(V-M)} T = 196 \text{ ADES/hora.}$$

Análisis del Flujo vehicular Manizales – Villamaría. M – V.

$q_{(M-V)} T$ Tiene giro a la izquierda.

$$q_{(M-V)} T = (177 + 113 + 128 + 16) = 434$$

El 10% de 434 = 43.4 @ 43.0

En este movimiento no hay giros a la derecha, se presentan tres (3) giros a la izquierda, por lo tanto se suman.

Giros a la izquierda = 113 + 128 + 16 = 257 veh. mixtos /hora



257 > 43 Hay un exceso de 214 veh. mixtos/hora, por lo tanto se debe hacer la corrección.

La composición del tránsito para este movimiento es la siguiente:

A: 73% B: 14% C: 13%

$$q_{(M-V)} T = (177+43+214*1.25)(0.73*0.10+0.14*2.25+ 0.13*1.75) =$$

$$q_{(M-V)} T = 271 \text{ ADES / hora.}$$

Análisis del Flujo vehicular Aeropuerto – La Enea. A – E.

$q_{(A-E)T}$ Tiene giro a la derecha y a la izquierda.

$$q_{(A-E)T} = (16 + 43 + 20) = 79$$

El 10% de 79 = 7.9 @ 8.0

Análisis del giro a la izquierda. A la izquierda giran 16 veh. mixtos/hora

16 > 8 Hay un exceso de 8 veh. mixtos/hora, por lo tanto se debe hacer la corrección.

Análisis del giro a la derecha. A la derecha giran 20 Veh. Mixtos/hora.

20 > 8 Hay un exceso de 12 veh. mixtos/hora, por lo tanto se debe hacer la corrección.

Para este movimiento la composición del tránsito es la siguiente:

A: 87% B: 10% C: 3%.

Corrección para giro a la derecha.

$$q_{(A-E)T} = (16 + 43 + 8 + 12 * 1.25)(0.87 * 0.10 + 0.1 * 2.25 + 0.03 * 1.75) =$$

$$q_{(A-E)T} = 30 \text{ ADES/hora.}$$

Corrección para giro a la izquierda.

$$q_{(A-E)T} = (43 + 20 + 8 + 8 * 1.25)(0.87 * 0.10 + 0.1 * 2.25 + 0.03 * 1.75) =$$

$$q_{(A-E)T} = 30 \text{ ADES / hora.}$$

Análisis del Flujo Vehicular La Enea – Aeropuerto. E- A.

$q_{(E-A)T}$ Tiene giro a la derecha y la izquierda.

$$q_{(E-A)} = (133 + 49 + 20) = 202 \text{ veh. Mixtos/hora.}$$

El 10% de 202 = 20.2 @ 20.0

Análisis del giro a la derecha.

A la derecha giran 133 Veh. Mixtos/hora.

$133 > 20$ Hay un exceso de 113, por lo tanto hay que hacer la corrección.

Para este flujo vehicular la composición del tránsito es la siguiente:

A = 71% B = 25% C = 4%

$$q_{(E-A)T} = (49 + 20 + 20 + 113 * 1.25)(0.71 * 0.10 + 0.25 * 2.25 + 0.04 * 1.75)$$

$$q_{(E-A)T} = 162 \text{ ADES / hora.}$$

CUADRO RESUMEN

DIRECCIÓN	q_i	S_i	$Y_i = q_i / S_i$
$S_{V \rightarrow M}$	196	3213	0.061
$S_{M \rightarrow V}$	271	5729	0.047
$S_{A \rightarrow E}$	30	4341	0.008
$S_{E \rightarrow A}$	162	3907	0.04

$$\sum y_i = 0.156$$

Tiempo perdido por fase (TPF) = 5 seg.

Tiempo perdido por ciclo TP/C = $5 \times 4 = 20$ seg.

$$C_0 = \frac{1.5L + 5}{1 - \sum y_i} \Rightarrow C_0 = \frac{1.5 * 20 + 5}{1 - 0.156} = 42 \text{seg.}$$

6.4 CÁLCULO DE LA RESERVA DE CAPACIDAD (RC%)

$$Y_{\text{práctico}} = 0.9 - 0.0075L = 0.9 - 0.0075 * 20 = 0.75$$

$$RC\% = \frac{Y_{\text{práctico}} - \sum y_i}{\sum y_i} \Rightarrow RC\% = \frac{0.75 - 0.156}{0.156} * 100 = 381\%$$

6.5 CÁLCULO DEL VERDE EFECTIVO.

$$g_i = (C_0 - L) \frac{y_i}{\sum y_i}$$

$$g_{V-M} = (42 - 20) \frac{0.061}{0.156} = 9.0 \text{seg.}$$

$$g_{M-V} = (42 - 20) \frac{0.047}{0.156} = 6.0 \text{seg.}$$

$$g_{A-E} = (42 - 20) \frac{0.008}{0.156} = 1.0 \text{Seg.}$$

$$g_{E-A} = (42 - 20) \frac{0.04}{0.156} = 6.0 \text{Seg.}$$

$$\sum g_i = 22 \text{seg.}$$

Para chequear si está bien el ciclo.

$$C_0 - L = 42 - 20 = 22 \text{ seg.}$$

6.6 CÁLCULO DE LA LONGITUD DE COLA DE LOS VEHÍCULOS.

$$L_{V-M} = \frac{196 * 38 \text{seg} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 6.0m.$$

$$L_{M-V} = \frac{271 * 39 \text{seg.} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 9.0m.$$

$$L_{A-B} = \frac{30 * 39 \text{seg.} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 1.0m.$$

$$L_{B-A} = \frac{162 * 39 \text{seg.} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 5.0m.$$

Donde : y_i = Rojo efectivo, se tomó con el nuevo ciclo.

No = Número de carriles, que para este caso es 2

L: Longitud del vehículo, se asume de 6 m.

$$L_{V-M} = \frac{196 * 38 \text{seg} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 6.0m.$$

$$L_{M-V} = \frac{271 * 39 \text{seg.} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 9.0m.$$

$$L_{A-B} = \frac{30 * 39 \text{seg.} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 1.0m.$$

$$L_{B-A} = \frac{162 * 39 \text{seg.} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 5.0m.$$

6.7 CÁLCULO DEL VERDE PARA EL SEMÁFORO.

Se asume un tiempo mínimo de 8 segundos para las fases del semáforo por lo tanto el ciclo pasa a ser 53 seg.

$$g_i = V_i + A - | V_i = g_i - A + |$$

$$V_i = g_i - 3 + 4 = g_i + 1$$

$$V_{V-M} = 9 + 1 = 10 \text{ seg.}$$

$$V_{M-V} = 8 + 1 = 9 \text{ seg.}$$

$$V_{A-E} = 8 + 1 = 9 \text{ seg.}$$

$$V_{E-A} = 8 + 1 = 9 \text{ seg.}$$

CUADRO RESUMEN

Dirección	Q _i	S _i	y _i	g _i (seg.)	L _i (m.)	V _i (seg.)
S _{V-M}	196	3213	0.061	9	6	10
S _{M-V}	271	5729	0.047	8	9	9
S _{A-E}	30	4341	0.008	8	1	9
S _{E-A}	162	3907	0.04	8	5	9

$$\dot{a} = 0.156$$

Como se puede ver la Intersección funcionaría perfectamente bien en este momento con la semaforización. Para ver hasta que año funciona la intersección semaforizada se proyectará el flujo vehicular de la hora pico de la tarde por ser el más desfavorable, hasta el año 2016, con lo cual se tendría una vida útil de la semaforización de 15 años que sería aceptable.

El diagrama de Fases para el semáforo en año 2001 se muestra en la figura No. 8



Figura No 8 Diagrama de Fases para el semáforo año 2001

El flujo vehicular de la hora pico de la tarde de 4:00 PM a 5:00 PM, para todos los flujos de la intersección se proyectará hasta el año 2016 asumiendo un crecimiento del tránsito del 3%, esta información se muestra en la tabla No 2.

Proyección del flujo vehicular hora pico de la tarde 4:00 PM a 5:00 PM													
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	7^	8	9	10	11	12
2001	20	49	133	128	113	177	16	180	171	29	16	43	20
2002	21	50	137	132	116	182	16	185	176	30	16	44	21
2003	21	52	141	136	120	188	17	191	181	31	17	46	21
2004	22	54	145	140	123	193	17	197	187	32	17	47	22
2005	23	55	150	144	127	199	18	203	192	33	18	48	23
2006	23	57	154	148	131	205	19	209	198	34	19	50	23
2007	24	59	159	153	135	211	19	215	204	35	19	51	24
2008	25	60	164	157	139	218	20	221	210	36	20	53	25
2009	25	62	168	162	143	224	20	228	217	37	20	54	25
2010	26	64	174	167	147	231	21	235	223	38	21	56	26
2011	27	66	179	172	152	238	22	242	230	39	22	58	27
2012	28	68	184	177	156	245	22	249	237	40	22	60	28
2013	29	70	190	182	161	252	23	257	244	41	23	61	29
2014	29	72	195	188	166	260	23	264	251	43	23	63	29
2015	30	74	201	194	171	268	24	272	259	44	24	65	30
2016	31	76	207	199	176	276	25	280	266	45	25	67	31

Tabla No 2 Proyección del Flujo Vehicular hora pico de la tarde 4.00 PM a 5:00 PM

6.8 PROYECCIÓN DEL FLUJO VEHICULAR AÑO 2016

El Flujo de la Intersección en la hora pico de la tarde para el año 2016, aparece en el esquema de la intersección representado en la figura No. 9

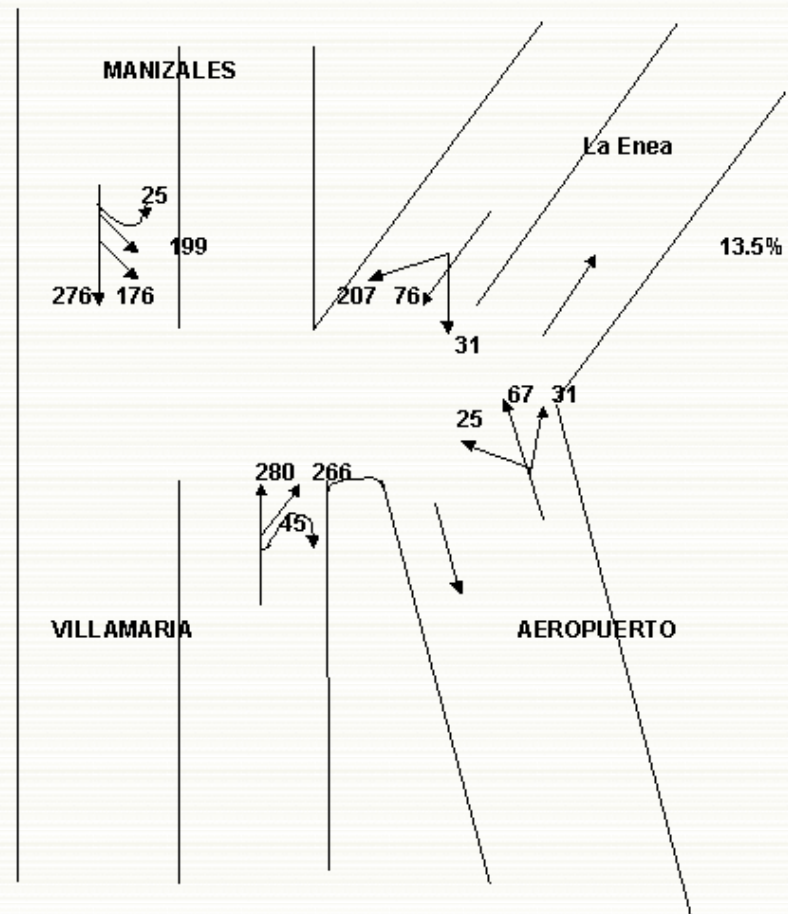


Figura No. 9 Esquema intersección, Flujo de la hora pico de la tarde año 2016.

Análisis del Flujo Villamaría – Manizales. V – M.

$q_{(V-M)}$ tiene giro a la derecha

$$q_{(V-M)} T = (280 + 266 + 45) = 591 \text{ veh. mixtos/hora}$$

El 10% de 591 es 59.10 @ 59

En este movimiento no hay giros a la izquierda, se presentan 2 giros a la derecha por lo tanto se suman.

Giro a la derecha = 266 + 45 = 311 veh. Mixtos/hora.

311 > 59 hay un exceso de 252, por lo tanto se debe hacer la corrección.

La composición del tránsito para este movimiento es la siguiente:

A: 79% B: 4% C: 17%

$$q_{(V-M)}T = (280 + 59 + 252 * 1.25)(0.79 * 0.1 + 0.04 * 2.25 + 0.17 * 1.75) =$$

$$q_{(V-M)}T = 305 \text{ ADES / hora.}$$

Análisis del Flujo vehicular Manizales – Villamaría. M – V.

$q_{(M-V)}T$ Tiene giro a la izquierda.

$$q_{(M-V)}T = (276 + 176 + 199 + 25) = 676$$

El 10% de 676 = 67.6 @ 68.0

En este movimiento no hay giros a la derecha, se presentan tres (3) giros a la izquierda, por lo tanto se suman.

Giros a la izquierda = 176 + 199 + 25 = 400 veh. mixtos /hora

400 > 68 Hay un exceso de 332 veh. mixtos/hora, por lo tanto se debe hacer la corrección.

La composición del tránsito para este movimiento es la siguiente:

A: 73% B: 14% C: 13%

$$q_{(M-V)}T = (276 + 68 + 332 * 1.25)(0.73 * 0.10 + 0.14 * 2.25 + 0.13 * 1.75) =$$

$$q_{(M-V)}T = 467 \text{ ADES / hora.}$$

Análisis del Flujo vehicular Aeropuerto – La Enea. A – E.

$q_{(A-E)T}$ Tiene giro a la derecha y a la izquierda.

$$q_{(A-E)T} = (25 + 67 + 31) = 123$$

El 10% de 123 = 12.3 @ 12.0

Análisis del giro a la izquierda. A la izquierda giran 25 veh. mixtos/hora

25 > 12 Hay un exceso de 13 veh. mixtos/hora, por lo tanto se debe hacer la corrección.

Análisis del giro a la derecha. A la derecha giran 31 Veh. Mixtos/hora.

31 > 12 Hay un exceso de 19 veh. mixtos/hora, por lo tanto se debe hacer la corrección.

Para este movimiento la composición del tránsito es la siguiente:

A: 87% B: 10% C: 3%.

Corrección para giro a la derecha.

$$q_{(A-E)T} = (25 + 67 + 12 + 19 * 1.25)(0.87 * 0.10 + 0.1 * 2.25 + 0.03 * 1.75) =$$

$$q_{(A-E)T} = 47 \text{ ADES / hora.}$$

Corrección para giro a la izquierda.

$$q_{(A-E)T} = (31 + 67 + 12 + 13 * 1.25)(0.87 * 0.10 + 0.1 * 2.25 + 0.03 * 1.75) =$$

$$q_{(A-E)T} = 46 \text{ ADES / hora.}$$

Análisis del Flujo Vehicular La Enea – Aeropuerto. E- A.

$q_{(E-A)T}$ Tiene giro a la derecha y a la izquierda.

$$q_{(E-A)} = (207 + 76 + 31) = 314 \text{ veh. Mixtos /hora.}$$

El 10% de 314 = 31.4 @ 31.0

Análisis del giro a la izquierda. A la izquierda giran 31 veh. Mixtos/hora.

31 = 31 No hay que hacer corrección.

Análisis del giro a la derecha.

A la derecha giran 207 Veh. Mixtos/hora.

207 > 31 Hay un exceso de 176, por lo tanto hay que hacer la corrección.

Para este flujo vehicular la composición del tránsito es la siguiente:

A = 71% B = 25% C = 4%

$$q_{(E-A)}T = (76 + 31 + 31 + 176 * 1.25)(0.71 * 0.10 + 0.25 * 2.25 + 0.04 * 1.75)$$

$$q_{(E-A)}T = 252 \text{ ADES / hora.}$$

CUADRO RESUMEN

DIRECCION	q_i	S_i	$Y_i = q_i / S_i$
S_{V-M}	305	3213	0.094
S_{M-V}	467	5729	0.082
S_{A-E}	46	4341	0.011
S_{E-A}	252	3907	0.064

$$\hat{a} y_i = 0.251$$

Tiempo perdido por fase (TPF) = 5 seg.

Tiempo perdido por ciclo TP/C = 5X4 = 20 seg.

6.9 CÁLCULO DEL CICLO ÓPTIMO DEL SEMÁFORO

$$C_0 = \frac{1.5L+5}{1-\sum y_i} \Rightarrow C_0 = \frac{1.5*20+5}{1-0.251} = 47 \text{seg.}$$

6.10 CÁLCULO DE LA RESERVA DE CAPACIDAD (RC%)

$$Y_{\text{práctico}} = 0.9 - 0.0075L = 0.9 - 0.0075 * 20 = 0.75$$

$$RC\% = \frac{Y_{\text{práctico}} - \sum y_i}{\sum y_i} \Rightarrow RC\% = \frac{0.75 - 0.251}{0.251} * 100 = 199\%$$

6.11 CÁLCULO DEL VERDE EFECTIVO.

$$g_i = (C_0 - L) \frac{y_i}{\sum y_i}$$

$$g_{V-M} = (47 - 20) \frac{0.094}{0.251} = 10.0 \text{seg.}$$

$$g_{M-V} = (47 - 20) \frac{0.082}{0.251} = 9.0 \text{seg.}$$

$$g_{A-B} = (47 - 20) \frac{0.011}{0.251} = 1.0 \text{Seg.}$$

$$g_{B-A} = (47 - 20) \frac{0.064}{0.251} = 7.0 \text{Seg.}$$

$$\sum g_i = 27 \text{seg.}$$

Para chequear si esta bien el ciclo.

$$C_0 - L = 47 - 20 = 27 \text{ seg.}$$

6.12 CÁLCULO DE LA LONGITUD DE COLA DE LOS VEHÍCULOS.

$$L_i = \frac{q_i * y_i * l_{veh}}{N_0 * 3600} \text{ Donde :}$$

No = Número de carriles, que para este caso es 2

L: Longitud del vehículo, se asume de 6 m.

Yl = rojo efectivo, se tomaron de acuerdo al nuevo ciclo

$$L_{V-M} = \frac{305 * 39 \text{seg} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 10.0m.$$

$$L_{M-V} = \frac{467 * 40 \text{seg.} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 16.0m.$$

$$L_{A-E} = \frac{46 * 41 \text{seg.} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 2.0m.$$

$$L_{E-A} = \frac{252 * 41 \text{seg.} * 6m}{2 * 3600 \text{seg.}} = 9.0m.$$

6.13 CÁLCULO DEL VERDE PARA EL SEMÁFORO

Se asume un tiempo mínimo de 8 segundos para las fases del semáforo y el nuevo pasa a ser de 55 seg

$$g_i = V_i + A - I \quad \longrightarrow \quad V_i = g_i - A + I$$

$$V_i = g_i - 3 + 4 = g_i + 1$$

$$V_{V-M} = 10 + 1 = 11 \text{ seg}$$

$$V_{M-V} = 8 + 1 = 10 \text{ seg}$$

$$V_{A-E} = 8 + 1 = 9 \text{ seg}$$

$$V_{E-A} = 8 + 1 = 9 \text{ seg}$$

CUADRO RESUMEN

Dirección	q _i	S _i	y _i	g _i (seg.)	L _i (m.)	V _i (seg.)
S _{V-M}	305	3213	0.094	10	10	11
S _{M-V}	467	5729	0.082	9	16	10
S _{A-E}	46	4341	0.011	8	2	9
S _{E-A}	252	3907	0.064	8	9	9

ã = 0.251

La intersección semaforizada funciona perfectamente bien hasta el año 2016, o sea que tiene una vida útil de 15 años y una reserva de capacidad del 199%, una cola máxima para el flujo vehicular Manizales – Villamaría de 16.0 m. El diagrama de fases para el semáforo en el año 2016 se muestra en la figura No 10

CUADRO DE CANTIDADES DE OBRA.

Intersec.	Dir.	Peat.	Veh.	Col.	Men.	L.cabl.	Cam.	Cam.
La Enea	La Enea	14	4	14	4	1500 m.	4	1

DIAGRAMA DE FASES

AÑO 2016



Figura No 10 Diagrama de fases para el semáforo año 2016.

6.14 ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE POISSON EN EL CONTROL DEL GIRO A LA IZQUIERDA

Q = 400 vph

Fase verde del semáforo = 10 seg.

Tiempo de acumulación = 47 – 10 = 37 seg.

$$P(x) = e^{-m} \times m^x / x!$$

$$m = q \cdot t / 3600 = 400 \cdot 37 / 3600 = 4 \text{ veh.}$$

X	P(X)	∑ P(X)
0	0.183	0.183
1	0.0733	0.092
2	0.15	0.24
3	0.20	0.44
4	0.20	0.64
5	0.16	0.80
6	0.104	0.904
7	0.06	0.964
8	0.03	0.994

$$L_A = 6.50 \cdot 8.0 = 52.0 \text{ m.}$$

$$L_{\text{Transición}} = L_{Tr} = d_{pr} + d_{\text{frenado}} \quad d_{pr} = \text{distancia de percepción}$$

$$L_{Tr} = 0.28V + V^2 / 2g(p + f_i)$$

Asumimos una velocidad de 40 kph.

$$L_{Tr} = 0.28 \cdot 40 + 40^2 / 2.54(0.04 + 0.38)$$

$$L_{Tr} = 11.20 + 15.0 = 26.20 \text{ m.}$$

$$\text{Longitud del refugio: } L_R = 52.0 + 26.20 = 78.20 \text{ m.}$$

Según la distribución de POISSON y con el tiempo de verde que se tiene para el semáforo se puede hacer el giro a la izquierda desde la vía principal hacia la vía secundaria con una cantidad de 8 vehículos.

Siguiente

7.0 ANÁLISIS DE LA ALTERNATIVA 2 – GLORIETA.

7.1 ANÁLISIS FUNCIONAL DE LOS MEZCLAMIENTOS

Características geométricas	Sector E ₁ (V – M)	Sector E ₂ (M – V)	Sector E ₃ (A – E)	Sector E ₄ (E – A)
L(m.)	26.00	28.00	26.00	28.00
W(m.)	10.00	10.00	10.00	10.00
E _i = e ₁ (m)	7.20	8.80	7.80	6.00
A _i = e ₂ (m)	11.00	10.0	11.00	10.00
R ₁ (m)	37.50	31.65	37.50	25.00
E=(e ₁ + e ₂)/2	9.10	9.40	9.40	8.00

Verificación de las relaciones

W(9.1–18.0)	10.00	10.00	10.00	10.00
E/W(0.63-0.95)	0.91	0.94	0.94	0.80
W/L(0.16-0.38)	0.38	0.36	0.38	0.36
E ₁ /e ₂ (0.34-1.14)	0.65	0.88	0.78	0.60

7.2 CAPACIDAD DE MEZCLAMIENTOS

Capacidad de Mezclamiento	M _{V – M}	M _{M - V}	M _{A – E}	M _{E – A}
Q _p (vph)	2207	1380	2242	2122
0.85Q _p	1876	1173	1906	1808

$$Q = \frac{160 * W (1 + e/W)}{1 + W/L} \Rightarrow e = \frac{e_1 + e_2}{2}$$

$$Q_{V-M} = \frac{160 * 10 * (1 + 9.10/10)}{1 + 10/26} = 2207 \text{ vph.}$$

7.3 FLUJOS DE MEZCLAMIENTO ACTUALES.

Flujos de Mezclamiento	M _{V - M}	M _{M - V}	M _{A - E}	M _{E - A}
Hora pico de la mañana	433	370	435	445
Hora pico de la Tarde	663	519	574	441
Estado del mezclamiento	Bien	Bien	Bien	Bien

Los flujos de mezclamiento y entremezclamientos para la glorieta se representan en la figura No. 11

$$A_1 = E_4 S_4 + E_3 S_4 + E_3 S_3 + E_2 S_4 + E_2 S_3 + E_2 S_2$$

$$A_2 = E_1 S_1 + E_4 S_1 + E_4 S_4 + E_3 S_1 + E_3 S_4 + E_3 S_3 \text{ Entremezclamientos}$$

$$A_3 = E_2 S_2 + E_1 S_2 + E_1 S_1 + E_4 S_2 + E_4 S_1 + E_4 S_4$$

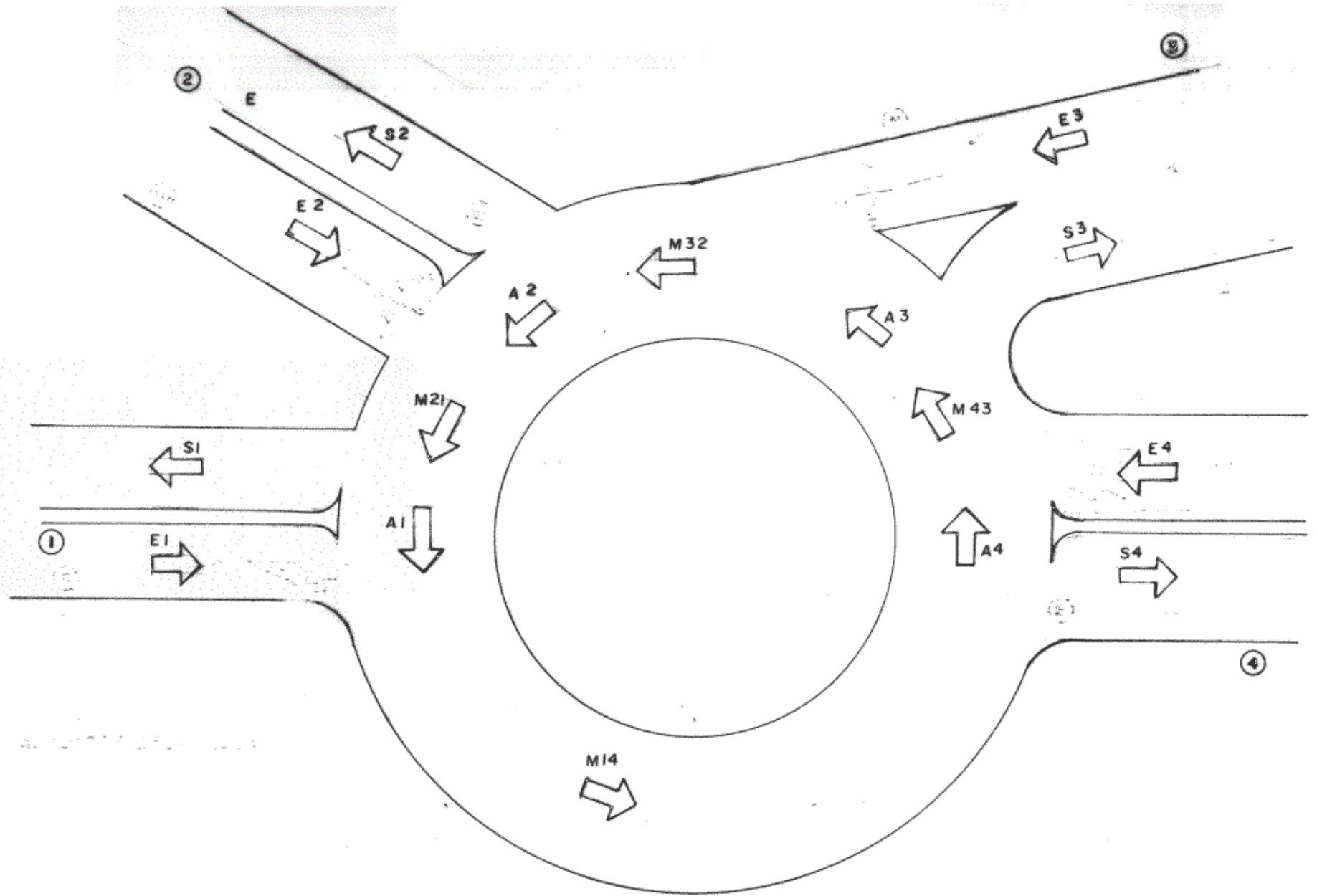
$$A_4 = E_3 S_3 + E_2 S_3 + E_2 S_2 + E_1 S_3 + E_1 S_2 + E_1 S_1$$

$$M_{14} = A_1 + E_1$$

$$M_{43} = A_4 + E_4 \text{ Mezclamientos}$$

$$M_{32} = A_3 + E_3$$

$$M_{21} = A_2 + E_2$$



7.4 ANÁLISIS FUNCIONAL DE LOS ACCESOS ACTUALES

Características geométricas	Sector V – M	Sector M – V	Sector A – E	Sector E – A
L(m.)	26.00	28.00	26.00	28.00
W(m)	10.00	10.00	10.00	10.00
$E_i = e_1$ (m)	7.20	8.80	7.80	6.00
$A_i = e_2$ (m)	11.00	10.00	11.00	10.00
r_i (m)	37.50	31.65	37.50	25.00
$E=(e_1 + e_2)/2$	9.10	9.40	9.40	8.00
Hora pico de la mañana	A_4	A_1	A_3	A_2
$q_c = A_i$ (vph)	183	71	336	262
$q_c = (ade/h)$	221	90	380	338
F (ade/h)	2217	2756	2423	1786
f_c	0.48	0.623	0.533	0.372
Fh	1.21	1.27	1.13	1.29
Q_e (ade/h)	2111	2700	2220	1660
Q_e (vph)	1745	2126	1965	1283
E_i (vph)	250	305	99	183

$F = 233 * e_1 * (1.5 - 1/ r_1) - 255$ donde $r_1 =$ radio de curvatura

$f_c = 0.0449 * (2 * e_1 - W) + 0.282$

$Q_e = F - f_c * q_c$ q_c = Flujo que circula por la glorieta en ades/h.

7.5 ANÁLISIS FUNCIONAL PARA LOS ACCESOS ACTUALES DE LA GLORIETA HORA PICO DE LA TARDE 4:00 PM A 5:00 PM.

Hora pico de la mañana	Sector V – M	Sector M – V	Sector A – E	Sector E – A
$q_c = A_i$ (vph)	277	85	495	239
q_c = (ade/h)	335	108	559	308
F (ade/h)	2217	2756	2423	1786
f_c	0.48	0.623	0.533	0.372
Fh	1.21	1.27	1.13	1.29
Q_e (ade/h)	2056	2689	2225	1671
Q_e (vph)	1699	2117	1881	1295
E_i (vph)	380	434	79	202

Como se puede ver en la hora pico de la tarde que es la más desfavorable la glorieta funciona con una muy buena capacidad, para el tránsito que circula actualmente por esa vía.

Análisis del flujo de la glorieta para el año 2016, o sea que el proyecto tendría una vida útil de 15 años. Tomamos el flujo de la hora pico de la tarde por ser la más desfavorable.

CAPACIDAD DE LOS MEZCLAMIENTOS.

Año	$M_{V \rightarrow M}$	$M_{M \rightarrow V}$	$M_{A \rightarrow E}$	$M_{E \rightarrow A}$
0.85P	1876	1173	1906	1804
2001	663	519	574	441
2016	1022	808	893	711
Estado del mezclamiento	Bien	Bien	Bien	Bien

7.6 ANÁLISIS FUNCIONAL DE LOS ACCESOS DE LA GLORIETA PARA EL AÑO 2016 EN LA HORA PICO DE LA TARDE 4:00 PM A 5:00 PM.

Hora pico de la tarde	Sector V – M	Sector M – V	Sector A – E	Sector E – A
$q_c = A_i$ (vph)	431	132	770	397
$q_c = (ade/h)$	522	168	870	512
F (ade/h)	2217	2756	2423	1786
f_c	0.48	0.623	0.533	0.372
Fh	1.21	1.27	1.13	1.29
Q_e (ade/h)	1966	2651	1959	1596
Q_e (vph)	1625	2087	1734	1237
E_i (vph)	591	676	123	314

Según estos resultados la glorieta puede funcionar en el año 2016 con un 40% de la capacidad del flujo que puede soportar.

[Siguiete](#)

8.0 INVERSIONES EN EL PROYECTO.

8.1 INVERSIONES EN LA ALTERNATIVA CERO

El proyecto no requiere inversiones en la alternativa cero por que esta consiste en no hacer nada, dejando la Intersección tal como existe en la actualidad.

8.2 INVERSIONES EN LA ALTERNATIVA UNO. INTERSECCIÓN

SEMAFORIZADA.

- ▶ Adquisición de predios: De acuerdo con el plano no se prevén inversiones en adquisición de predios.
- ▶ Costos de Construcción:

DESCRIPCIÓN	COSTO EN PESOS
Obras civiles	<ul style="list-style-type: none">▶ Demoliciones \$ 4.000.000.00▶ Excavaciones 5.000.000.00▶ Localización redes de servicio 5.000.000.00▶ Pavimento 25.000.000.00▶ Estructuras complementarias 11.000.000.00
	\$ 70.000.000.00
Semaforizacion	\$120.000.000.00
TOTAL	

- ▶ Costo de la organización Administrativa: Este costo incluye las siguientes actividades:
 - Preparación del concurso de Méritos para estudios y diseños, la interventoria y la preparación de las licitaciones para la construcción de la obra en el caso de que fueren necesarias.
 - Financiación del proyecto: Se tiene previsto la consecución de un préstamo para la ejecución de la obra. Por valor de 155.8 millones de pesos a precios financieros de diciembre del 2000.
 - Evaluación de propuestas, adjudicación, legalización y control administrativo de los contratos.

De acuerdo con esto se estiman los siguientes costos de la organización administrativa:

Costos de la Organización administrativa.

CARGO		CANT.	SALARIO	F.PREST.	DEDIC.- DÍA	VALOR
Secretario Publicas	Obras	1.0	3.000.000.00	1.62	10.0	1.620.000.00
Director Proyectos	Div.	1.0	3.000.000.00	1.62	20.0	3.240.000.00

Ingeniero Proyectista	1.0	2.000.000.00	1.62	40.0	4.320.000.00
Secretaria	1.0	400.000.00	1.62	30.0	648.000.00
Delineante	1.0	500.000.00	1.62	20.0	540.000.00

TOTAL  = 10.368.000.00

Los costos de administraci3n coaccionados por la organizaci3n administrativa del proyecto representan el 8.6% de los costos de construcci3n.

- ▶ Costo de Estudios y Diseños: En este Costo se incluyen los costos de ingeniería del proyecto que comprenden: Levantamiento topográfico y predial, investigaci3n de redes de servicio, investigaciones complementarias de tránsito, diseño general del proyecto (geometría, relocalizaci3n de redes, pavimentos, o paisajismo, Semaforizaci3n y senalizaci3n) y la elaboraci3n de planos, especificaciones técnicas y presupuesto de construcci3n. Este costo se estima en un 5.8% del costo de construcci3n o sea la suma de \$ 6.960.000.00.
- ▶ Costo de equipos: Este costo comprende los elementos de control del tránsito tales como: El sistema de Semaforizaci3n el cual incluye un controlador computarizado exclusivo para la intersecci3n. El estimativo de los costos de los equipos se incluye en los costos de construcci3n.
- ▶ Costos de Interventoría Técnica del proyecto: Se estima que el valor aproximado de la interventoría del proyecto es del orden del 6% de los costos de construcci3n de las obras, es decir la suma de \$ 7.200.000.00
- ▶ Imprevistos: Se estima que el costo de los imprevistos corresponde al 10% de la suma de los costos de los estudios y diseños, construcci3n e interventoria de obras o sea los imprevistos valen \$ 13.416.720.00.

Con base en los costos anteriores, se presenta el siguiente programa tentativo de inversiones del proyecto:

Programa Tentativo de inversiones del proyecto.

Programa tentativo de inversiones fijas iniciales alternativa 1		
(millones de pesos de Diciembre de 2000)		
A precios financieros		
Descripci3n	Año 2001	Año 2002
1. Costo estudios y diseños	6,96	
2. Adquisici3n de predios		
3. Costo de construcci3n		120,00
4. Costos de interventoria		7,20
5. Costo organizaci3n admtniva	10,37	
6. Imprevistos		13,42
SUBTOTAL	17,33	140,62
7. Gastos Financieros	27.90	26.30
TOTAL	45.23	166.92

8.3 INVERSIONES ALTERNATIVA 2 CONSTRUCCIÓN

GLORIETA INVERSIONES INICIALES

► Adquisición de predios

Adquisición de predios construidos.

500 m2 @ \$ 125.000.000.00

► Costos de la organización administrativa.

Se estima que estos costos son aproximadamente iguales a los costos de la organización administrativa de la alternativa 1 o sea \$ 10.370.000.00

► Costo de equipo: Considerando que la alternativa 2 se contempla sin elementos del control del tránsito, no se prevén inversiones en el sistema de Semafización, ni en otros equipos.

► Costo de estudios y diseños:

Cargo	Cant.	Salario	F.prest.	Dedic-dia	Valor
Secretario Obras publicas	1.0	3.000.000	1.62	10	1.620.000
Director División Proy.	1.0	3.000.000	1.62	15	2.430.000
Ingeniero Especialista	1.0	2.500.000	1.62	10	1.350.000
Ingeniero proyectista	1.0	2.000.000	1.62	30	3.240.000
Ingeniero Auxiliar	1.0	1.500.000	1.62	20	1.620.000
Delineante	1.0	500.000	1.62	20	540.000
Comisión topografía	1.0	3.000.000	1.0	1.0	3.000.000
Perforación y ensayos			1.0	1.0	10.000.000
TOTAL					23.800.000

► Costos de construcción

DESCRIPCIÓN	VALOR
Demoliciones	20.000.000
Excavaciones	20.000.000
Relocalización de redes de servicio	10.000.000
Pavimentos	190.000.000
Obras complementarias	50.000.000
TOTAL	\$ 319.000.000

- ▶ Costos de interventoría técnica del proyecto: Se estima que el valor aproximado de la interventoría del proyecto es del orden del 6%, de los costos de construcción de las obras, es decir \$ 19.140.000
- ▶ Imprevistos: Se estima que el costo de los imprevistos corresponde al 10%, de los costos de los estudios y diseños, la interventoría, y la construcción de la obra, es decir \$ 36.114.000

8.4 GASTOS FINANCIEROS ALTERNATIVA 2.

PROGRAMA TENTATIVO DE INVERSIONES FIJAS INICIALES		
(Millones de pesos de diciembre de 2000)		
A precios financieros.		
DESCRIPCIÓN	AÑO 2001	AÑO 2002
Costos de estudios y diseños	28.30	
Adquisición de predios	62.50	62.50
Costos de construcción		319.0
Costos de interventoría		19.14
Costo organización administrativa	5.185	5.185
Imprevistos		36.114
Subtotal	95.985	441.939
Gastos financieros	81.10	177.10
TOTAL	180.085	619.039

8.5 COSTOS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para la evaluación de los costos de conservación y mantenimiento, se puede pensar en medir su influencia a través de la evaluación económica del proyecto.

- ▶ Objetivo Financiero: Asignar el presupuesto necesario para la construcción de las vías.
- ▶ Objetivo operacional: Prever el personal y la maquinaria requeridos para la realización de la conservación.

Para estimar los costos de conservación y mantenimiento, se tuvo en cuenta los lineamientos que presenta el ingeniero Germán Arboleda Velez en su libro " Manual de evaluación y formulación de proyectos de transporte" de junio de 1.988.

Las labores de conservación y mantenimiento de vías se dividen en los siguientes grupos:

- ▶ Conservación y mantenimiento de estructura.
- ▶ Conservación de los elementos del control del tránsito.
- ▶ Embellecimiento y ornato de las vías.

Los resultados de la evaluación de los costos de conservación y Mantenimiento se resumen en los

siguientes cuadros.

COSTO ANUAL DE CONSERVACIÓN DE ESTRUCTURAS

A PRECIOS FINANCIEROS DE DICIEMBRE DE 2000.

Actividad	Un	Precio Unitario	Cant	Valor	Cant	Valor	Cant	Valor
				Alternativa cero	Alternativa 1		Alternativa 2	
1. Pamin. asfáltico	M2	5.000.00	30	150.000.00	60	300.000.00	90	450.000.00
Resello parcial	M2	16.500.00	30	495.000.00	65	1.072.500.00	90	1.485.000.00
Parcheo	M2	45.000.00	30	1.350.000.00	62	2.790.000.00	90	4.050.000.00
Reparación total	GI	2.000.000.00	1	2.000.000.00	1	2.000.000.00	1	2.000.000.00
Insp. Rutinaria	GL	200.000.00	1	200.000.00	1	200.000.00	1	200.000.00
Diagnostico esp.	M2	66.000.00	15	990.000.00	35	2.310.000.00	30	1.980.000.00
2. Pavim. rígido	M2	74.000.00	15	1.110.000.00	37	2.738.000.00	30	2.220.000.00
Parcheo	GI	2.000.000.00	1	2.000.000.00	1	2.000.000.00	1	2.000.000.00
Reconstrucción	GI	200.000.00	1	200.000.00	1	200.000.00	1	200.000.00
Inpec. rutinaria	M2	26.000.00	4	104.000.00	8	208.000.00	25	650.000.00
Diagnostico esp.	Un	100.000.00	2	200.000.00	4	400.000.00	10	1.000.000.00
	GI	1.000.000.00	1	1.000.000.00	1	1.000.000.00	1	3.000.000.00
3. Andenes				9.799.000.00		15.218.500.00		19.235.000.00
4. Sumideros								
5. Taludes								
TOTAL								

COSTO ANUAL DE CONSERVACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL TRÁNSITO.

A PRECIOS FINANCIEROS DE DICIEMBRE DE 2000.

Actividad de Mantenimiento	UND	Precio Unitario	CANT.	VALOR	CANT.	VALOR	CANT.	VALOR
				Alternativa cero	Alternativa 1		Alternativa 2	
1. Demarcación en	ML	2.000.00	100.0	200.000.00	215.0	430.000.00	215	430.000.00
	Un	25.000.00	16.0	400.000.00	25.0	625.000.00	25	625.000.00

Pavimento	GL	1.500.000.00			1.500.000.00	
2. Señales	GL	300.000.00	300.000.00		300.000.00	600.000.00
3. Semáforos						
4. Iluminación.			900.000.00		2.855.000.00	1.655.000.00
TOTAL						

COSTO ANUAL DE EMBELLECIMIENTO Y ORNATO DE VÍAS.

A PRECIOS FINANCIEROS DE DICIEMBRE DE 2000.

Actividad de Mantenimiento	UN	Precio Unitario	CANT	VALOR	CANT	VALOR	CANT	VALOR
			Alternativa cero		Alternativa 1		Alternativa 2	
1. Corte de Arboles	ML	30.000.00	10	300.000.00	10	300.000.00	10	300.000.00
	Un	1.000.00	1000	1000.000.00	1000	1.000.000.00	1000	1.500.000.00
2.Mant.zonas verdes	GL	500.000.00		500.000.00		500.000.00		500.000.00
3Barrido y Limpieza.				1.800.000.00		1.800.000.00		2.300.000.00
TOTAL								

8.6 RESUMEN DEL COSTO ANUAL DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

A PRECIOS FINANCIEROS DE DICIEMBRE DE 2000.

ACTIVIDAD	ALTERNATIVA CERO	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Conservación de Estructuras	9.799.000.00	15.218.500.00	19.235.000.00
Conservación de elementos de control del tránsito	900.000.00	2.855.000.00	1.655.000.00
Embelllecimiento y ornato de vías	1.800.000.00	1.800.000.00	2.300.000.00
Valor Total	12.499.000.00	19.873.500.00	23.190.000.00
Incremento anual		7.374.500.00	10.691.000.00

Siguiente

9.0 FUENTES DE FINANCIACIÓN

- ▶ Se estima que el Municipio de Manizales financiaría el 10% del valor de la inversión inicial en el proyecto.
- ▶ Se considera la obtención de un préstamo con FINDETER, para financiar el 90% restante de la inversión en el proyecto.
- ▶ Condiciones del préstamo de FINDETER.

Plazo : 8 años

Tasa de interés: 29.83% nominal anual

Período de gracia: 2 años a capital.

Comisión de compromisos sobre saldos por desembolsos: 0.5% anual, comienza a regir a los 6 meses después de otorgado el crédito.

Comisión de inspección y vigilancia: 1% del valor del préstamo, para pagar en el primer desembolso, mediante pagos trimestrales iguales.

El préstamo se calculó para cubrir el total de la inversión inicial del proyecto, incluyendo costos de ingeniería, administración, adquisición terrenos, construcción, imprevistos y gastos financieros ocasionados en la fase de inversión.

Para estimar la cuantía del préstamo se cuenta con la siguiente información:

- ▶ Duración fase de preinversión e inversión 18 meses alternativa 1 y 24 meses alternativa 2.
- ▶ El préstamo se otorga a principios del año 2001.
- ▶ FINDETER efectúa desembolsos trimestrales iguales, el primer desembolso sería al comenzar el primer trimestre de 2001.

La cuantía del préstamo se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$PI = rl (1 + \frac{r}{n})^{nKI} PI$$

PI: Cuantía préstamo a solicitar en la fuente de crédito.

rl: Porcentaje de las inversiones a financiar con el préstamo PI.

I: Valor de las inversiones iniciales totales, excluyendo los gastos financieros.

KI: Porcentaje del préstamo equivalente a los gastos financieros en la fase de inversión por concepto del préstamo PI.

El porcentaje de las inversiones a financiar de acuerdo con las condiciones del crédito es de:

FUENTE	PORCENTAJE DE INVERSION A FINANCIAR rl
Recursos propios	10%
FINDETER	90%

El valor de las inversiones totales, sin incluir gastos financieros es de:

Alternativa	Inversiones iniciales sin gastos financieros (millones de pesos de 2000)
1	\$ 157.95
2	537.924

El valor de los gastos financieros se sintetiza a sí:

Descripción	Valor de gastos financieros en la fase de inversión.	
	Alternativa 1	Alternativa 2
Intereses al comienzo		
1 trimestre 2001	0.0746 ($P_1/6$)	0.0746 ($P_2/8$)
2 trimestre 2001	0.0746 ($2P_1/6$)	0.0746 ($2P_2/8$)
3 trimestre 2001	0.0746 ($3P_1/6$)	0.0746 ($3P_2/8$)
4 trimestre 2001	0.0746 ($4P_1/6$)	0.0746 ($4P_2/8$)
1 trimestre 2002	0.0746 ($5P_1/6$)	0.0746 ($5P_2/8$)
2 trimestre 2002	0.0746 (P_1)	0.0746 ($6P_2/8$)
3 trimestre 2002		0.0746 ($7P_2/8$)
4 trimestre 2002		0.0746 (P_2)
Comisión de compromiso al comienzo del:		
1 trimestre 2001	0.005 ($5P_1/6$)	0.005 ($7P_2/8$)
2 trimestre 2001	0.005 ($4P_1/6$)	0.005 ($6P_2/8$)
3 trimestre 2001	0.005 ($3P_1/6$)	0.005 ($5P_2/8$)
4 trimestre 2001	0.005 ($2P_1/6$)	0.005 ($4P_2/8$)
1 trimestre 2002	0.005 ($P_1/6$)	0.005 ($3P_2/8$)
2 trimestre 2002		0.005 ($2P_2/8$)
3 trimestre 2002		0.005 ($P_2/8$)
Inspección y vigilancia	0.01 P_1	0.01 P_2
Total Año 2001	0.146 P_1	0.117 P_2
Año 2002	0.1376 P_1	0.2462 P_2
TOTAL	0.2836P_1	0.3632P_2

Con base en el cuadro anterior se producen los siguientes resultados, con valores en millones de pesos de diciembre de 2000.

Descripción	Alternativa 1	Alternativa 2
-------------	---------------	---------------

Expresión para deducir el valor del préstamo.	$P_1 = 0.9(157.95 + 0.2836P_1)$	$P_2 = 0.9(537.924 + 0.3632P_2)$
Cuantía del préstamo que se solicitara a FINDETER	$P_1 = 190.9$	$P_2 = 719.2$
Valor de los gastos financieros en		
2001	$0.146P_1 = 27.9$	$0.117P_2 = 84.1$
2002	$0.1376P_1 = 26.3$	$0.2462P_2 = 177.1$

Siguiente

10.0 EVALUACIÓN ECONÓMICA

El cálculo de la rentabilidad del proyecto, depende de sus costos y beneficios y de la obtención de índices que reflejen en términos económicos, que el proyecto sea rentable.

Los costos del proyecto comprenden los costos de operación de los vehículos y el costo del tiempo de ocupantes.

Los beneficios del proyecto comprenden los ahorros que recibe el usuario, con proyecto y sin proyecto.

Para la evaluación económica de este proyecto se emplean:

- ▶ El valor presente neto VPN(I), la relación beneficio costo B/C(I) y la tasa interna de retorno TIR(I) donde I es la tasa de interés o la tasa de actualización.
- ▶ Se ha tomado un período de análisis de 15 años, tiempo en el cual se espera que la alternativa 1 y la alternativa 2, estén funcionando a su máxima capacidad. El proyecto debe entrar en funcionamiento en el año 2002.
- ▶ Se estima que el proyecto al terminar el año 2016, tenga un valor residual equivalente al 20% de la inversión inicial de la alternativa 1 y la alternativa 2. El valor residual se considera como un beneficio del proyecto.
- ▶ La tasa de actualización es la tasa de interés a la cual los valores futuros se traen al momento actual. En el presente estudio se emplea una tasa de actualización del 12%, que es la tasa que se utiliza en la gran mayoría de proyectos de inversión en obras públicas.
- ▶ Como se tienen precios financieros, los cuales no reflejan los costos reales, entonces se utiliza la relación Precio- Cuenta, presentada en el Libro del ingeniero Germán arboleda Velez " Evaluación Y Formulación de Proyectos de Transporte".

Estudios e Investigaciones	0.963
Costos de construcción	0.783
Imprevistos y obras complementarias	0.783
Interventoría	0.967
Administración	0.988
Tiempo de viaje de los usuarios	0.799
Costo básico de operación vehicular por recorrido y por parada	0.752

10.1 COSTOS BÁSICOS DE OPERACIÓN VEHICULAR

Los costos de operación vehicular se determinaran con base en los datos de INVIAS, en función del tipo de vehículo, de la superficie de rodadura, de la pendiente de la vía, y la velocidad de operación. Como solamente se cuenta con información de costos de operación vehicular hasta mayo de 1.997 y proyectándola hasta el mes de Diciembre del año 2000. Se deducen los costos básicos de operación vehicular así:

- ▶ Costo de operación del vehículo liviano es igual a la suma de los siguientes costos: 50% autos pequeños, 20% taxis, 20% autos grandes, y 10% pick ups.
- ▶ Costo de operación del Bus es igual a la suma de los costos de: 50% buses pequeños, y el 50% buses grandes.
- ▶ Costo de operación de los camiones es igual a la suma de los costos de: 60% camiones C2, 20% del tipo C3, 5% de los tipos C4, C2-S1, C3-S2, y C3-S3.
- ▶ El crecimiento anual del costo de los vehículos se estimo en un 25%

Los costos básicos de operación del recorrido de los vehículos para el proyecto se describen a continuación:

COSTO BÁSICO DE OPERACIÓN VEHICULAR

TIPO	ENERO/93	DICIEMBRE/95	MAYO/97	DICIEMBRE/00
------	----------	--------------	---------	--------------

VEHIC.				
LIVIANO	113.28	220.74	214.30	298.00
BUS	300.46	586.80	600.55	836.00
CAMION	392.06	765.73	901.53	1254.00

Para calcular los costos básicos de operación en recorrido, en función de la velocidad media de operación y de la pendiente longitudinal de las vías, para los diferentes tipos de vehículos, se utiliza la Figura No. 12

Para calcular los costos básicos de operación de los vehículos en la condición de parada se estima que la parada de un vehículo produce un consumo adicional de combustible, llantas y frenos. El costo de una parada en función de la velocidad a la cual se aplica el freno, aparece en la Publicación "A Report on Road user Benefit analyses for Highway Improvements", estos datos aparecen en la tabla No 3, para el año 1996 y proyectada esta información al año 2000, con una inflación del 8%

Tabla No. 3 Costo adicional de operación por una parada

Velocidad de operación al frenar (Km/h)	Costo adicional de operación por una parada (\$/veh.)			
	Liviano	Bus	Camion	Mixto
15	2.42	7.10	13.45	3.20
20	3.33	9.68	18.41	4.39
25	4.26	12.31	23.346	5.60
30	5.14	14.92	28.37	6.77
35	6.50	18.84	35.86	8.58
40	7.80	22.73	43.23	10.34
45	9.32	27.02	51.41	12.29
50	10.77	31.30	59.47	14.23

Fuente: "A Report on Road user Benefit analyses for Highway Improvements"

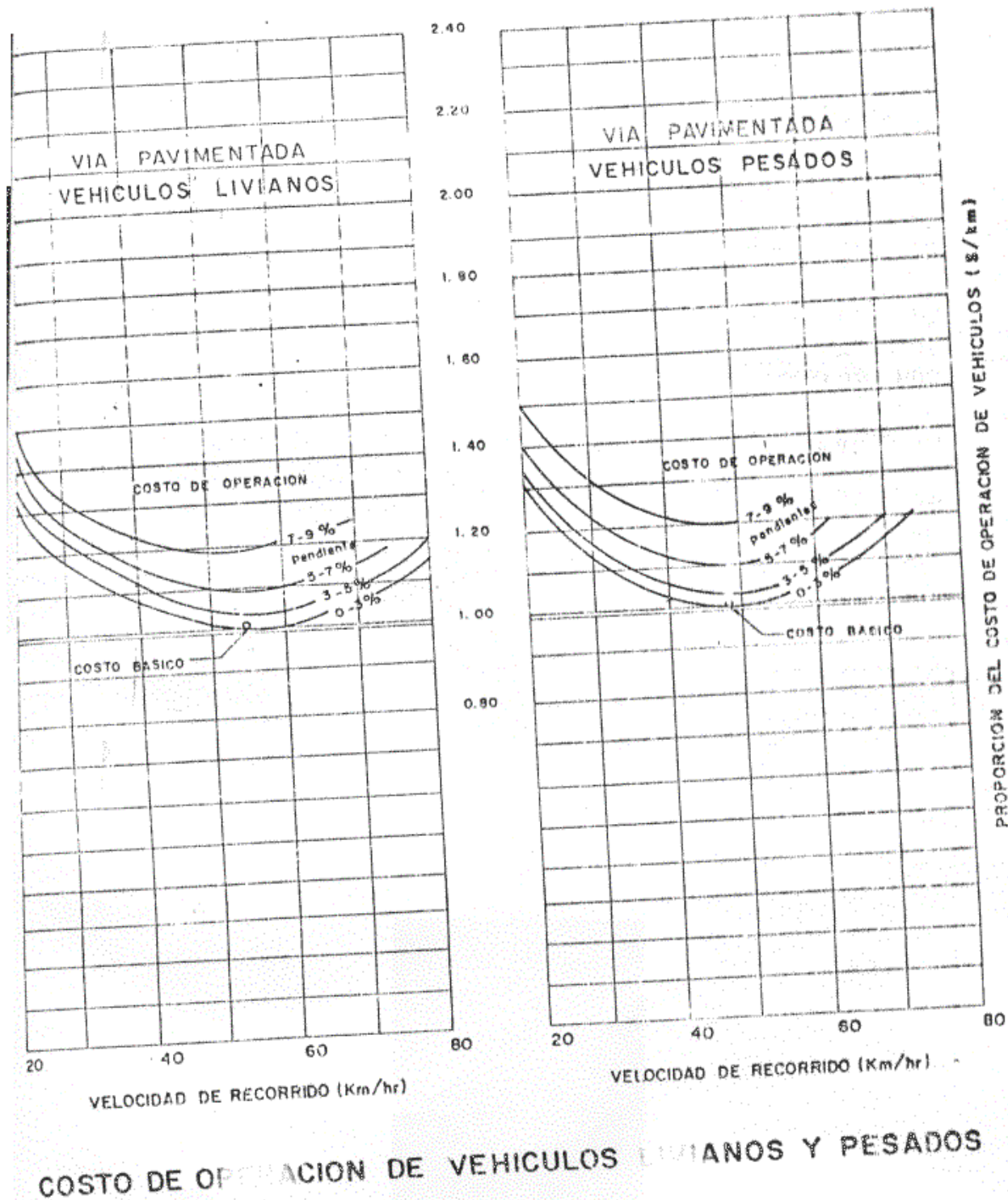


Figura No 12 Costos básicos de operación en recorrido en función de la velocidad media de operación y de la pendiente.

10.2 COSTO BÁSICO DEL TIEMPO DE OCUPANTES

El tiempo de ocupantes se calcula así:

Valor hora: $PIB/(365 \cdot 24)$

Para poder calcular el PIB del año 2000 se tomo el PIB del año 1995 = 2.500.000 y se proyecto hasta el año 2000.

Durante el recorrido el valor del tiempo de ocupante en función de la velocidad de operación quedará así:

Veh. Liviano = $297.99/15: 19.87 \cdot 2.0 : \$ 39.74/veh-Km$

Bus = $297.99/15 : 19.87*30.0 : \$ 595.98 /\text{Veh-Km}$

Valor Tiempo de Ocupantes.

Veloc. Operación	Valor tiempo de ocupantes en recorrido (\$/veh-km)			
	Km./hora	Liviano	Bus	Mixto
		2 ocupantes	30 ocupantes	
15		39,73	595,98	74,26
20		29,80	446,99	55,69
25		23,84	357,59	44,56
30		19,87	297,99	37,13
35		17,03	255,42	31,83
40		14,90	223,49	27,85
45		13,24	198,66	24,75
50		11,92	178,79	22,28

Durante las paradas el costo del tiempo de ocupantes en función de la duración de las paradas es de:

Veh. Liviano = $297.99/ 3600 = 0.0827 *2 *10 \text{ seg} = \$ 1.66 / \text{veh.-parada.}$

Bus = $297.99/ 3600 = 0.0827 *30 *10 \text{ seg} = \$ 24.83 / \text{veh.-parada.}$

Costo del tiempo de ocupantes en parada.

Duración	Costo del tiempo de ocupantes en parada			
	Parada	(\$/veh.-parada.)		
Segundos	Veh.liviano	Bus	Camión	Mixto
	2 ocupantes	30 ocupantes	0 ocupantes	
10	1,66	24,83		3,09
20	3,31	49,67		6,18
30	4,97	74,50		9,27
40	6,62	99,33		12,36
50	8,28	124,16		15,45
60	9,93	149,00		18,54
90	14,90	223,49		27,81
120	19,87	297,99		37,08
180	29,80	446,99		55,62

10.3. COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR Y DEL TIEMPO DE OCUPANTES EN LA ALTERNATIVA CERO

Asumiendo una velocidad de operación de 40 Km/hora, tanto para la aproximación como para la intersección, de la Figura No 12, se deducen las proporciones del costo básico de operación

Proporción costo básico de operación

Tipo Vehículo	Proporción del costo básico de operación			
	Pendiente	Pendiente	Pendiente	Pendiente
	0-3%	3-5%	5-7%	7-9%
Livianos	1,09	1,12	1,17	1,23
Pesados	1,04	1,06	1,12	1,22

El costo de operación ponderado para vehículos mixtos en función de la composición vehicular es:

Pendiente del 0 – 3%: $0.87 * 298 * 1.09 + 0.1 * 836 * 1.04 + 0.03 * 1254 * 1.04 = \$ 408.66 / \text{veh. mixto-Km.}$

Costo de operación vehicular ponderado.

Pendiente	Costo de operación vehicular ponderado
%	\$/veh.mixto-Km.
0-3%	408.66
3-5%	540.51
5-7%	551.66
7-9%	576.41

Costo adicional de operación por una parada ponderado para vehículos mixtos en función de la composición vehicular:

$V - M = 0.79 * 7.8 + 0.04 * 22.73 + 0.17 * 43.23 = \$ 14.42 / \text{veh. mixto-parada}$

Costo adicional de operación por una parada.

Acceso	Costo adicional de operación por una parada ponderado (\$/veh.mixto-parada)
V – M	14.42
M – V	14.49
A – E	10.36
E – A	12.95

Costo del tiempo de ocupantes en recorrido ponderado, para vehículos mixtos en función de la composición vehicular.

$V - M = 0.79 * 14.9 + 0.04 * 223.49 = \$ 20.71 / \text{Veh. mixtos-recorrido}$

Costo del tiempo de ocupantes en recorrido ponderado

Acceso	Costo del tiempo de ocupantes en recorrido ponderado (\$/veh.mixto-Km.recorrido)
V – M	20.71
M – V	42.17
A – E	35.31
E – A	66.45

Costo del tiempo de ocupantes en parada, ponderado para vehículos mixtos en función de la composición vehicular considerando

una parada de 1.5 minutos.

$$V - M = 0.79 * 14.90 + 0.04 * 223.49 = \$ 20.71 /veh.Mixto-parada$$

Costo del tiempo de ocupantes en Parada/1.5 minutos.

Acceso	Costo del tiempo de ocupantes en parada ponderado/1.5 minutos (\$/veh.mixto-parada/1.5 minutos.)
V - M	20.71
M - V	42.17
A - E	35.31
E - A	66.45

10.4. COSTO DE OPERACIÓN Y DEL TIEMPO DE OCUPANTES EN LA ALTERNATIVA CERO PARA EL TRÁNSITO ACTUAL DE LA INTERSECCIÓN VALORES A PRECIOS FINANCIEROS DE DICIEMBRE DE 2000.

Costos de operación y tiempo de ocupantes alternativa cero

Costos de Operación y tiempo de ocupantes en la Alternativa cero											
Valores a precios financieros de 2000.											
Maniobra	No	Long.	Pen.	Vel.op.	Volumen	Costo básico	Costo de operación		Costo tiempo de ocupantes		Costo diario
		Km.	%		Transito	De operación	\$/veh.		\$ / veh.		Hábil (miles)
					24 horas	\$/ km.	Recorrido	Parada	Recorrido	Parada	Op. Y tiempo
E - A	1	0,06	7-9%	40	362	576,41	34,58	12,95	3,99	66,5	42,71
	2	0,05	7-9%	40	1117	576,41	28,82	12,95	3,32	66,5	124,59
	3	0,04	7-9%	40	2509	576,41	23,06	12,95	2,66	66,5	263,73
M - V	4	0,05	3-5%	40	2430	540,51	27,03	14,49	2,11	42,2	208,48
	5	0,1	3-5%	40	926	540,51	54,05	14,49	4,22	42,2	106,42
	6	0,07	3-5%	40	2520	540,51	37,84	14,49	2,95	42,2	245,57
	7	0,03	3-5%	40	370	540,51	16,22	14,49	1,27	42,2	27,43
V - M	7^	0,1	5-7%	40	2944	551,66	55,17	14,42	2,07	20,7	271,93
	8	0,06	5-7%	40	1256	551,66	33,10	14,42	1,24	20,7	87,26

	9	0,03	5-7%	40	421	551,66	16,55	14,42	0,62	20,7	22,02
A – E	10	0,04	0-3%	40	373	408,66	16,35	10,36	1,41	35,3	23,66
	11	0,08	0-3%	40	891	408,66	32,69	10,36	2,82	35,3	72,34
	12	0,03	0-3%	40	347	408,66	12,26	10,36	1,06	35,3	20,47
											1516,60

El costo anual de operación por recorrido y tiempo de ocupantes para la alternativa cero, para el tránsito actual que utiliza la intersección se estima así:

$52 \text{ semanas} \times 6.6 \text{ días hábiles} \times 1516.6 / 1000 \text{ millones } \$/\text{día hábil} = 520.5 \text{ millones de pesos de diciembre del 2000.}$

Este valor se considera constante durante todo el período de análisis.

El costo de operación por recorrido y tiempo de ocupantes se resume en el cuadro siguiente, teniendo en cuenta que el crecimiento de los costos de operación por recorrido y tiempo de ocupantes es del 3%.

Costo de operación y tiempo de ocupantes alternativa cero			
A precios financieros de diciembre de 2000			
Tránsito actual de la intersección			
Año	Actual	Crec 3%	Total
2000	520,5	0	520,5
2001	520,5	15,62	536,12
2002	520,5	31,70	552,20
2003	520,5	48,26	568,76
2004	520,5	65,33	585,83
2005	520,5	82,90	603,40
2006	520,5	101,00	621,50
2007	520,5	119,65	640,15
2008	520,5	138,85	659,35
2009	520,5	158,63	679,13
2010	520,5	179,01	699,51
2011	520,5	199,99	720,49
2012	520,5	221,61	742,11
2013	520,5	243,87	764,37
2014	520,5	266,80	787,30
2015	520,5	290,42	810,92
2016	520,5	314,75	835,25

10.5. COSTOS DE OPERACIÓN Y TIEMPO DE OCUPANTES POR RECORRIDO ALTERNATIVA 1 A PRECIOS FINANCIEROS DE DICIEMBRE DE 2000.

Costos de operación y tiempo de ocupantes por recorrido en la alternativa 1									
Valores a precios financieros de diciembre de 2000									
Manio	No	Long.	Pen.	Vel.op.	Volumen	Costo	Costo de	Costo	Costo

					básico de	operación	tiempo	diario	
		Km.	%		Transito	Operación	\$/veh.	\$/veh.	Hábil (miles)
					24 horas	\$/ km.	Recorrido	Recorrido	Op.Y tiempo
E – A	1	0,055	7-9%	40	362	576,41	31,70	3,65	12,80
	2	0,044	7-9%	40	1117	576,41	25,36	2,92	31,60
	3	0,035	7-9%	40	2509	576,41	20,17	2,33	56,45
M – V	4	0,043	3-5%	40	2430	540,51	23,24	1,81	60,88
	5	0,09	3-5%	40	926	540,51	48,65	3,80	48,56
	6	0,058	3-5%	40	2520	540,51	31,35	2,45	85,16
	7	0,028	3-5%	40	370	540,51	15,13	1,18	6,04
V – M	7^	0,09	5-7%	40	2944	551,66	49,65	1,86	151,66
	8	0,052	5-7%	40	1256	551,66	28,69	1,08	37,38
	9	0,027	5-7%	40	421	551,66	14,89	0,56	6,51
A – E	10	0,036	0-3%	40	373	408,66	14,71	1,27	5,96
	11	0,072	0-3%	40	891	408,66	29,42	2,54	28,48
	12	0,027	0-3%	40	347	408,66	11,03	0,95	4,16
									535,64

Costo de operación y tiempo de ocupantes por parada.

Costo de operación y tiempo de ocupantes por parada alternativa 1											
Maniobra	Volumen	No paradas	Cantidad de	Valor por	Costo total	Duración	Costo tpo	Costo tpo	Total costo	Costo total	
	24 horas	por veh.	paradas/día	parada	diario (miles)	parada	ocupantes	ocupantes	tiempo-parada	por parada	
		ri/c					en 90 seg..	\$/parada	(miles)	día habil	
E – A	3988	0,83	3310	12,95	42,87	39	66,45	28,80	95,31	138,18	
M-V	6246	0,809	5053	14,49	73,22	38	42,17	17,81	89,97	163,19	
V-M	4621	0,787	3637	14,42	52,44	37	20,71	8,51	30,96	83,41	
A-E	1611	0,83	1337	10,36	13,85	39	35,31	15,30	20,46	34,31	
											419,08

El costo anual de operación y tiempo de ocupantes para la alternativa 1 se estima en:

52 semanas/año * 6.6 días hábiles /semana * 0.536 + 0.419 = 184.37 millones de pesos a precios financieros de diciembre del

2000.

El costo total de operación y tiempo de ocupantes durante el período de análisis, creciendo a una tasa anual del 3%, se tiene:

Costo de operación y tiempo de ocupantes alternativa 1			
a precios financieros de diciembre de 2000			
Año	Actual	Crec 3%	Total
2000	184,37	0,00	184,37
2001	184,37	5,53	189,90
2002	184,37	11,23	195,60
2003	184,37	17,10	201,47
2004	184,37	23,14	207,51
2005	184,37	29,37	213,74
2006	184,37	35,78	220,15
2007	184,37	42,38	226,75
2008	184,37	49,18	233,55
2009	184,37	56,19	240,56
2010	184,37	63,41	247,78
2011	184,37	70,84	255,21
2012	184,37	78,50	262,87
2013	184,37	86,38	270,75
2014	184,37	94,51	278,88
2015	184,37	102,87	287,24
2016	184,37	111,49	295,86

10.6 COSTOS DE OPERACIÓN Y TIEMPO DE OCUPANTES ALTERNATIVA 2.

Costos de operación y tiempo de ocupantes en la alternativa 2										
Valores a precios financieros de diciembre de 2000										
Maniobra	Long.	Pen.	Vel.op.	Volmen	Costo basico	Costo de operación		Costo tiempo de ocupantes		Costo diario
	Km.	%		Transito	De operación	\$/veh.		\$ / veh.		habil (miles)
				24 horas	\$/ km.	Recorrido	Parada	Recorrido	Parada	Op. Y tiempo
E1 –S1	0,11	3-5	40	316	540,51	59,46	14,49	4,64	42,17	38,16
E1 –S2	0,1	3-5	40	2430	540,51	54,05	14,49	4,22	42,17	279,28
E1 –S3	0,083	3-5	40	926	540,51	44,86	14,49	3,50	42,17	97,25
E1 –S4	0,055	3-5	40	2520	540,51	29,73	14,49	2,32	42,17	223,54
E2 –S1	0,03	7-9	40	2509	576,41	17,29	12,95	1,99	66,45	247,60
E2 –S3	0,083	7-9	40	362	576,41	47,84	12,95	5,52	66,45	48,06
E2 –S4	0,055	7-9	40	1117	576,41	31,70	12,95	3,65	66,45	128,18
E3 –S1	0,04	0-3	40	891	408,66	16,35	10,36	1,41	35,31	56,52
E3 –S2	0,028	0-3	40	347	408,66	11,44	10,36	0,99	35,31	20,16
E3 –S4	0,1	0-3	40	373	408,66	40,87	10,36	3,53	35,31	33,59

E4 -S1	0,055	5-7	40	2944	551,66	30,34	14,42	1,14	20,71	196,10
E4 -S2	0,04	5-7	40	1256	551,66	22,07	14,42	0,83	20,71	72,88
E4 - S3	0,03	5-7	40	421	551,66	16,55	14,42	0,62	20,71	22,02
										1463,34

El costo anual de operación y tiempo de ocupantes para la alternativa 2 se estima así:

52 semanas * (6.6 días hábiles * 1.463 millones de pesos) = 502.1 millones de pesos.

Costo de operación y tiempo de ocupantes durante el periodo de análisis, creciendo a una tasa anual del 3%, se estima así:

Costo de operación y tiempo de ocupantes alternativa 2

Costo de operación y tiempo de ocupantes alternativa 2			
A precios financieros de diciembre de 2000			
Año	Actual	Crec 3%	Total
2000	502,1	0,00	502,1
2001	502,1	15,06	517,16
2002	502,1	30,58	532,68
2003	502,1	46,56	548,66
2004	502,1	63,02	565,12
2005	502,1	79,97	582,07
2006	502,1	97,43	599,53
2007	502,1	115,42	617,52
2008	502,1	133,95	636,05
2009	502,1	153,03	655,13
2010	502,1	172,68	674,78
2011	502,1	192,92	695,02
2012	502,1	213,77	715,87
2013	502,1	235,25	737,35
2014	502,1	257,37	759,47
2015	502,1	280,16	782,26
2016	502,1	303,62	805,72

10.7 BENEFICIOS DEL PROYECTO.

BENEFICIOS DEL PROYECTO					
Costos de operación y tiempo de ocupantes				Ahorros	
Año	Alter 0	alter 1	Alter 2	alter 1	alter 2
2000	520,50	184,37	502,10		
2001	536,12	189,90	517,16		
2002	552,20	195,60	532,68	178,30	19,52
2003	568,76	201,47	548,66	367,30	20,11
2004	585,83	207,51	565,12	378,32	20,71
2005	603,40	213,74	582,07	389,67	21,33
2006	621,50	220,15	599,53	401,36	21,97
2007	640,15	226,75	617,52	413,40	22,63

2008	659,35	233,55	636,05	425,80	23,31
2009	679,13	240,56	655,13	438,57	24,01
2010	699,51	247,78	674,78	451,73	24,73
2011	720,49	255,21	695,02	465,28	25,47
2012	742,11	262,87	715,87	479,24	26,23
2013	764,37	270,75	737,35	493,62	27,02
2014	787,30	278,88	759,47	508,43	27,83
2015	810,92	287,24	782,26	523,68	28,67
2016	835,25	295,86	805,72	539,39	29,53

10.8 FLUJO EFECTIVO NETO A PRECIOS FINANCIEROS Ler LTERNATIVA 1

FLUJO EFECTIVO NETO A PRECIOS FINANCIEROS ALTERNATIVA 1									
Valores en millones de pesos de diciembre de 2000									
ENTRADAS DE EFECTIVO				SALIDAS DE EFECTIVO					
Préstamo	Ahorros	Valor residual	Total entradas	Inversion inicial	Incr.cost.construc.	Pago interés	Pago prest.	Total salidas	Beneficio neto
95,45			95,45	157,95		27,90		185,85	-90,40
95,45	173,11		268,56	0	7,4	26,30		33,70	234,86
	356,60		356,60		7,4	26,38	40,62	48,02	308,58
	367,30		367,30		7,4	28,25	40,62	48,02	319,28
	378,32		378,32		7,4	30,46	40,62	48,02	330,30
	389,67		389,67		7,4	32,74	40,62	48,02	341,65
	401,36		401,36		7,4	25,18	40,62	48,02	353,34
	413,40		413,40		7,4	37,80	40,62	48,02	365,38
	425,80		425,80	0	7,4			7,40	418,40
	438,57		438,57		7,4			7,40	431,17
	451,73		451,73		7,4			7,40	444,33
	465,28		465,28		7,4			7,40	457,88
	479,24		479,24		7,4			7,40	471,84
	493,62		493,62		7,4			7,40	486,22
	508,43		508,43		7,4			7,40	501,03
	523,68	31,59	523,68		7,4			7,40	516,28

10.9 FLUJO EFECTIVO NETO A PRECIOS FINANCIEROS ALTERNATIVA 2

FLUJO DE EFECTIVO NETO A PRECIOS FINANCIEROS ALTERNATIVA 2		
(Valores en millones de pesos de Diciembre de 2000)		
AÑO	ENTRADAS DE EFECTIVO	SALIDAS DE EFECTIVO

	Prestamo	ahorros	Valor residual	Total entradas	Inversion inicial	Incr.cost.construc.	Pago interes	Pago prest.	Total salidas	Beneficio neto
2000										
2001	359,6			359,6	107,58		84,10		191,68	167,92
2002	359,6	9,76		369,36	430,34		177,10		607,44	-238,08
2003		20,11		20,11		10,69	99,39	153,02	163,71	-143,60
2004		20,71		20,71		10,69	106,80	153,02	163,71	-143,00
2005		21,33		21,33		10,69	114,76	153,02	163,71	-142,38
2006		21,97		21,97		10,69	123,32	153,02	163,71	-141,74
2007		22,63		22,63		10,69	132,52	153,02	163,71	-141,08
2008		23,31		23,31		10,69	142,40	153,02	163,71	-140,40
2009		24,01		24,01	0	10,69			10,69	13,32
2010		24,73		24,73		10,69			10,69	14,04
2011		25,47		25,47		10,69			10,69	14,78
2012		26,23		26,23		10,69			10,69	15,54
2013		27,02		27,02		10,69			10,69	16,33
2014		27,83		27,83		10,69			10,69	17,14
2015		28,67		28,67		10,69			10,69	17,98
2016		29,53	107,58	137,11		10,69			10,69	126,42

10.10 FLUJO EFECTIVO NETO A PRECIOS ECONÓMICOS ALTERNATIVA 1

FLUJO DE EFECTIVO NETO A PRECIOS ECONÓMICOS ALTERNATIVA 1										
(Valores en millones de pesos de Diciembre de 2000)										
AÑO	ENTRADAS DE EFECTIVO			SALIDAS DE EFECTIVO						
	Préstamo	Ahorros	Valor residual	Total entradas	Inversión inicial	Incr.cost.construc.	Pago interés	Pago prest.	Total salidas	Beneficio neto
2000										
2001	77,03			77,03	127,46		22,52		149,98	-72,95
2002	77,03	178,30		255,33	0	5,5	21,22		26,72	228,61
2003		367,30		367,30		5,5	21,28	32,78	38,28	329,02
2004		378,32		378,32		5,5	22,80	32,78	38,28	340,04
2005		389,67		389,67		5,5	24,58	32,78	38,28	351,39
2006		401,36		401,36		5,5	26,42	32,78	38,28	363,08
2007		413,40		413,40		5,5	28,39	32,78	38,28	375,12
2008		425,80		425,80		5,5	30,50	32,78	38,28	387,52
2009		438,57		438,57	0	5,5	0		5,50	433,07
2010		451,73		451,73		5,5			5,50	446,23
2011		465,28		465,28		5,5			5,50	459,78
2012		479,24		479,24		5,5			5,50	473,74
2013		493,62		493,62		5,5			5,50	488,12
2014		508,43		508,43		5,5			5,50	502,93
2015		523,68		523,68		5,5			5,50	518,18
2016		539,39	25,49	564,88		5,5			5,50	559,38

10.11 FLUJO EFECTIVO NETO A PRECIOS ECONÓMICOS ALTERNATIVA 2

FLUJO DE EFECTIVO NETO A PRECIOS ECONÓMICOS CON FINANCIACIÓN ALTERNATIVA 2										
(Valores en millones de pesos de Diciembre de 2000)										
AÑO	ENTRADAS DE EFECTIVO				SALIDAS DE EFECTIVO					
	Préstamo	ahorros	Valor residual	Total entradas	Inversión inicial	Incr.cost.construc.	Pago interés	Pago prest.	Total salidas	Beneficio neto
2000										
2001	290,20			290,20	86,82		67,87		154,69	135,51
2002	290,2	7,57		297,77	347,28		142,92		490,20	-192,43
2003		15,60		15,60		8,63	80,21	123,49	132,12	-116,52
2004		16,07		16,07		8,63	86,19	123,49	132,12	-116,05
2005		16,55		16,55		8,63	92,61	123,49	132,12	-115,57
2006		17,05		17,05		8,63	99,52	123,49	132,12	-115,07
2007		17,56		17,56		8,63	106,94	123,49	132,12	-114,56
2008		18,09		18,09		8,63	114,92	123,49	132,12	-114,03
2009		18,63		18,63	0	8,63			8,63	10,00
2010		19,19		19,19		8,63			8,63	10,56
2011		19,76		19,76		8,63			8,63	11,13
2012		20,36		20,36		8,63			8,63	11,73
2013		20,97		20,97		8,63			8,63	12,34
2014		21,60		21,60		8,63			8,63	12,97
2015		22,25		22,25		8,63			8,63	13,62
2016		22,91	86,82	109,73		8,63			8,63	101,10

10.12 PROGRAMA TENTATIVO DE INVERSIONES ECONÓMICAS INICIALES ALTERNATIVA 1 VALORES EN MILLONES DE PESOS A DICIEMBRE DE 2000.

Precios económicos

Descripción	año 2001.	Año 2002.
1. Costo de estudios y diseños	\$ 6.96	\$ 6.70
2. Adquisición de predios	0	0
3. Costo de construcción	120.00	93.96
4. Costo de interventoría	7.20	6.96
5. Costo de organización administrativa	10.37	10.25
6. Imprevistos	13.42	10.51
SUBTOTAL	\$ 157.95	\$ 128.38

10.13 PROGRAMA TENTATIVO DE INVERSIONES ECONÓMICAS INICIALES ALTERNATIVA 2 VALORES EN MILLONES DE PESOS A DICIEMBRE DE 2000.

A precios económicos

Descripción	año 2001.	año 2002.
1. Costo de estudios y diseños	\$ 28.30	\$ 27.25
2. Adquisición de predios	61.87	61.88
3. Costo de construcción	0	249.80
4. Costo de interventoría	0	18.51
5. Costo de organización administrativa	5.122	5.122
6. Imprevistos	0	28.28
SUBTOTAL	\$ 94.25	\$ 363.59

10.14 PROYECCIÓN COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR Y TIEMPO DE OCUPANTES ALTERNATIVA CERO A PRECIOS ECONÓMICOS.

Proyección costos de operación vehicular y tiempo de ocupantes alternativa cero			
A precios económicos diciembre de 2000			
año	Actual	Cerc 3%	Total
2000	403,91	0,00	403,91
2001	403,91	12,12	416,03
2002	403,91	24,60	428,51
2003	403,91	37,45	441,36
2004	403,91	50,69	454,60
2005	403,91	64,33	468,24
2006	403,91	78,38	482,29
2007	403,91	92,85	496,76
2008	403,91	107,75	511,66
2009	403,91	123,10	527,01
2010	403,91	138,91	542,82
2011	403,91	155,20	559,11
2012	403,91	171,97	575,88
2013	403,91	189,25	593,16
2014	403,91	207,04	610,95
2015	403,91	225,37	629,28
2016	403,91	244,25	648,16

10.15 PROYECCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR Y TIEMPO DE OCUPANTES. ALTERNATIVA 1 A PRECIOS ECONÓMICOS.

Se multiplica el precio financiero por el promedio del factor de costos de operación vehicular y tiempo de ocupantes.

Proyección de costos de operación vehicular y tiempo de ocupantes alternativa 1
A precios económicos

Año	Actual	Crec 3%	Total
2000	143,07	0,00	143,07
2001	143,07	4,29	147,36
2002	143,07	8,71	151,78
2003	143,07	13,27	156,34
2004	143,07	17,96	161,03
2005	143,07	22,79	165,86
2006	143,07	27,76	170,83
2007	143,07	32,89	175,96
2008	143,07	38,17	181,24
2009	143,07	43,60	186,67
2010	143,07	49,20	192,27
2011	143,07	54,97	198,04
2012	143,07	60,91	203,98
2013	143,07	67,03	210,10
2014	143,07	73,34	216,41
2015	143,07	79,83	222,90
2016	143,07	86,52	229,59

10.16 PROYECCIÓN DE COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR Y TIEMPO DE OCUPANTES ALTERNATIVA 2 A PRECIOS ECONÓMICOS.

Proyección de costos de operación vehicular y tiempo de ocupantes alternativa 2			
A precios económicos			
año	Actual	Crec 3%	Total
2000	389,63	0,00	389,63
2001	389,63	11,69	401,32
2002	389,63	23,73	413,36
2003	389,63	36,13	425,76
2004	389,63	48,90	438,53
2005	389,63	62,06	451,69
2006	389,63	75,61	465,24
2007	389,63	89,57	479,20
2008	389,63	103,94	493,57
2009	389,63	118,75	508,38
2010	389,63	134,00	523,63
2011	389,63	149,71	539,34
2012	389,63	165,89	555,52
2013	389,63	182,55	572,18
2014	389,63	199,72	589,35
2015	389,63	217,40	607,03
2016	389,63	235,61	625,24

10.17 AHORROS EN LOS COSTOS DE OPERACIÓN

VEHICULAR Y TIEMPO DE OCUPANTES EN LA ALTERNATIVA CERO, UNO Y DOS A PRECIOS ECONÓMICOS. MILLONES DE DICIEMBRE DE 2000.

Ahorros en los costos de operación vehicular y tiempo de ocupantes					
A precios económicos			Ahorros		
Año	Alter 0	Alter 1	Alter 2	alter 1	Alter 2
2000	403,91	143,07	389,63		
2001	416,03	147,36	401,32		
2002	428,51	151,78	413,36	138,36	7,57
2003	441,36	156,34	425,76	285,02	15,60
2004	454,60	161,03	438,53	293,57	16,07
2005	468,24	165,86	451,69	302,38	16,55
2006	482,29	170,83	465,24	311,45	17,05
2007	496,76	175,96	479,20	320,80	17,56
2008	511,66	181,24	493,57	330,42	18,09
2009	527,01	186,68	508,38	340,33	18,63
2010	542,82	192,28	523,63	350,54	19,19
2011	559,10	198,04	539,34	361,06	19,76
2012	575,88	203,99	555,52	371,89	20,36
2013	593,15	210,10	572,18	383,05	20,97
2014	610,95	216,41	589,35	394,54	21,60
2015	629,28	222,90	607,03	406,38	22,25
2016	648,15	229,59	625,24	418,57	22,91

10.18 INDICADORES ECONÓMICOS CON FINANCIACIÓN

A precios financieros:

Alternativa 1 Alternativa 2

VPN (12%) = 2115.3 -457.4

B / C (12%) = 27.21 0.30

TIR (12%) = 241% 92%

A precios económicos:

Alternativa 1 alternativa 2

VPM(12%) = 1696.20 -373.20

B / C(12%) = 27.04 0.27

TIR(12%) = 240% 92%

10.19 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad permite variar los resultados de la evaluación económica de acuerdo con los valores asignados a las variables utilizadas en los cálculos.

Las variables que más influyen en la evaluación son:

- ▶ Los costos de operación vehicular
- ▶ Los costos de construcción
- ▶ El crecimiento del tránsito
- ▶ Las tasas de interés del capital
- ▶ El valor atribuido al tiempo de espera
- ▶ Los gastos financieros
- ▶ El valor residual.

El análisis de sensibilidad se efectuó así:

Variando las tasas de descuento: 10%, 20%, 30% a precios financieros Alternativa 1:

INDICADOR	TASA DCTO10%	TASA DCTO20%	TASA DCTO30%
VPN	2456.86	1255.35	743.17
TIR	248%	219%	194%
B/C	30.86	17.66	11.69

Variando las tasas de descuento: 10%, 20%, 30% a precios financieros Alternativa 2:

INDICADOR	TASA DCTO10%	TASA DCTO20%	TASA DCTO30%
VPN	-493.72	-334.73	-227.55
TIR	95%	79%	65%
B/C	0.30	0.31	0.38

Variando las tasas de descuento: 10%, 20%, 30% a precios económicos Alternativa 1:

INDICADOR	TASA DCTO: 10%	TASA DCTO: 20%	TASA DCTO: 30%
VPN	1968.41	1005.43	594.71
B/C	30.68	17.54	11.60
TIR	246%	217%	193%

Variando las tasas de descuento: 10%, 20%, 30% a precios económicos Alternativa 2:

INDICADOR	TASA DCTO: 10%	TASA DCTO: 20%	TASA DCTO: 30%
VPN	-403.14	-272.60	-185.14
B/C	0.30	0.32	0.37
TIR	96%	80%	66%

[Siguiete](#)

11.0 EVALUACIÓN AMBIENTAL

El objeto de este análisis es identificar los efectos e impactos del proyecto sobre el medio ambiente, su evaluación, y algunas medidas para su mitigación.

11.1 ENTORNO AMBIENTAL

► Medio biótico:

Flora : árboles

Fauna : aves

► Medio Abiótico

Aire : producción de polvo y ruido y otros contaminantes

Agua : es la relocalización de redes de acueducto y alcantarillado.

11.2 ENTORNO SOCIAL

- Paisaje: Es el espacio público y las zonas verdes
- Tránsito: vehicular y peatonal
- Suelo: uso comercial y residencial
- Población : usuarios.

11.3 EFECTOS DEL PROYECTO EN LAS DIFERENTES

ALTERNATIVAS.

RECURSO AGUA: Por el sitio del proyecto cruza la quebrada Manizales y cruzan redes de acueducto y alcantarillado.

RECURSO FLORA Y FAUNA: En el sitio del proyecto se carece de diversidad de flora, se presentan taludes estabilizados con un 90% sembrado en grama, en cuanto a la fauna es escasa.

RECURSO AIRE: Uno de los mayores contaminantes es el ruido producido por el tráfico vehicular, el nivel de ruido se mide en decibeles y se toma, con un receptor ubicado a diferente distancia de la intersección, la medida del ruido se tomó con base en metodología establecida, por el Laboratorio Nacional de Física y el Laboratorio de Investigación sobre transporte y vías de la gran breña. Dicha metodología la tradujo el Ingeniero Germán Arboleda Velez con el título " Cálculo del ruido producido por el tránsito"

11.4 PREDICCIÓN DEL RUIDO EN LAS DIFERENTES

ALTERNATIVAS

TRÁNSITO AÑO 2001 Y 2016.

PREDICCIÓN RUIDO ALTERNATIVA 0					
Descripción	unidad	M - V	V - M	E - A	A - E
1. Datos					
Flujo año 2001(18 horas)	veh	4685	3466	2991	1208
Flujo año2016(18 horas)	veh	7518	5562	4800	1938
Velocidad	kms/h	50	50	50	50

Vehículos pesados	%	27	21	29	13
Pendiente vía	%	4	5,5	7,4	2
Distancia línea fuente	m	78	55	36	24
Tipo de superficie		dura	Dura	Dura	dura
Altura punto de recepción	m	8	8	8	8
2. Nivel del ruido					
Año 2001	dB(A)	65	63	63	59
Año 2016	dB(A)	67	66	65	61
3. Corrección					
Velocidad vehíc. Pesados		3	2	3	1
Pendiente		1	1	1	0
Superficie y distancia		-9	-7	-5	-3
Reflexiín por otros efectos		1	1	1	1
4.predicción nivel ruido					
Año 2001		60	61	64	59
Año 2016		62	63	66	61

PREDICCIÓN RUIDO ALTERNATIVA 1					
Descripción	unidad	M – V	V - M	E - A	A – E
1. Datos					
Flujo año 2001(18 horas)	veh	4685	3466	2991	1208
Flujo año2016(18 horas)	veh	7518	5562	4800	1938
Velocidad	kms/h	50	50	50	50
Vehículos pesados	%	27	21	29	13
Pendiente vía	%	4	5,5	7,4	2
Distancia línea fuente	m	80	60	40	20
Tipo de superficie		Dura	dura	dura	Dura
Altura punto de recepción	m	8	8	8	8
2. Nivel del ruido					
Año 2001	dB(A)	65	63	63	59
Año 2016	dB(A)	67	66	65	61
3. Corrección					
Velocidad vehíc. Pesados		3	2	3	1
Pendiente		1	1	1	0
Superficie y distancia		-9	-8	-5	-2
Reflexiín por otros efectos		1	1	1	1
4.predicción nivel ruido					
Año 2001		60	60	63	59
Año 2016		62	62	65	62

PREDICCIÓN RUIDO GLORIETA ALTERNATIVA 2					
Descripción	Unidad	M – V	V – M	E - A	A - E
1. Datos					
Flujo año 2001(18 horas)	veh	4685	3466	2991	1208
Flujo año 2016(18 horas)	veh	7518	5562	4800	1938
Velocidad	kms/h	50	50	50	50
Vehículos pesados	%	27	21	29	13
Pendiente vía	%	4	6	7	2
Distancia línea fuente	m	85	67	25	44
Tipo de superficie		dura	Dura	dura	dura
Altura punto de recepción	m	8	8	8	8
2. Nivel del ruido					
Año 2001	dB(A)	65	63	63	59
Año 2016	dB(A)	67	66	65	61
3. Corrección					
Velocidad vehíc. Pesados		3	2	3	1
Pendiente		1	1	1	0
Superficie y distancia		-10	-8	-3	-6
Reflexión por otros efectos		1	1	1	1
4.predicción nivel ruido					
Año 2001		60	59	66	55
Año 2016		62	62	68	57

De acuerdo al diagrama que se presenta adjunto, la intersección en estudio presenta un nivel de ruido entre la oficina en plena actividad y automóvil a 60 Km./hora a 7 m. de distancia, Podemos decir que el nivel de ruido es tolerable y no representa ninguna amenaza para la integridad física de las personas que por allí transitan.

11.5 PREDICCIÓN DE LA CONCENTRACION DE CO Y OTROS CONTAMINANTES EN LA INTERSECCION FLUJO DE TRANSITO AÑO 2001.

Estándares de la calidad del aire:

Contaminantes	Estándar	Recomendado por	Tiempo de exposición	
Monóxido de carbono	9 PPM	EE.UU.	8 HORAS	No debe excederse más de una vez al año.
	35 PPM	EE.UU.	1 HORA	No debe excederse más de una vez al año
	10 PPM	OMS	8-24Horas	Seleccionado para prevenir que los niveles de carboxihemoglobico en la población no fumadora exceda de 2.5 – 3%
	13PPM	OMS	1-8Horas	
	25PPM	OMS	½ - 1 hora	
	50 PPM	OMS	15 – 30 min.	
	100 PPM	OMS	15 minutos	Exposición máxima permitida aun en periodos cortos
Bióxido de nitrógeno	0.05 PPM	EE.UU.	1 año	No debe exceder mas de una vez al mes.
	0.17 PPM	OMS	1 hora	

Plomo	2 ug.m-3	G.B.	1 año	No debe excederse en donde la gente este continuamente expuesta por periodos largos.
-------	----------	------	-------	--

PPM : partes por millón

EE.UU. : Estados unidos.

G.B. : Gran bretaña-

Ug.m-3 : microgramos /m3

OMS : Organización Mundial de la salud.

Fuente: TRRL. Laboratory report 1052.

11.6 CÁLCULO DE LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL AIRE.

PREDICCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CO Y OTROS CONTAMINANTES				
ALTERNATIVA CERO TRÁNSITO AÑO 2001				
Descripción	tramo de vía			
	M - V	V - M	E - A	A - E
Distancia más corta entre				
El receptor y la vía en m	65	50	30	20
Concentración de CO para				
1000 veh/h a 100 km/h en p.p.m.	0.29	0.4	0.7	0.92
Flujo vehicular de la hora pico				
2001 en veh/h	434	380	202	79
2016	676	591	314	123
Concentración de CO para				
El flujo esperado a 100 k/h en p.p.m				
2001	0,13	0,15	0,14	0,07
2016	0,20	0,24	0,22	0,11
Velocidad de flujo vehicular				
En km/h	40	40	40	40
Factor de corrección por velocidad	2	2	2	2
Concentración de CO para				
El flujo y la velocidad				
Específica, en ppm				
2001	0,25	0,30	0,28	0,15
2016	0,39	0,47	0,44	0,23
Concentración promedio				
De CO en hora pico en p.p.m				
2001	0,98			
2016	1,53			
CO8 :Concentración de CO				
En 8 horas excedida una				

Veza al año, en ppm	3,0			
	4,0			

Los anteriores cálculos de la calidad del aire deben emplearse como guía y no como estimación numérica exacta,

Observando el cuadro anterior la intersección en el año 2001, presenta un límite más bajo que los estándares dados en la tabla de la calidad del aire y para el año 2016 se debe hacer un estudio más riguroso de la intersección.

11.7 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

Identificando los efectos del proyecto sobre cada uno de los principales factores ambientales, se estima la gravedad del mismo el cual debe considerar la acción antropica, construcción y operación.

Se hace una matriz general de la evaluación del impacto con las siguientes estimaciones.

- ▶ A cada factor ambiental se le asigna un peso de importancia que va del cero al 100.
- ▶ La magnitud de los efectos sobre los factores ambientales se califica de la siguiente manera:

MAGNITUD DEL EFECTO	CALIFICACIÓN
NULA	0
INSIGNIFICANTE	1
POCA	2
MEDIA	3
ALTA	4
MUY ALTA	5

El impacto total sobre el medio ambiente se evalúa como la suma de los productos del peso de importancia por la magnitud del efecto en cada factor:

ACTIVIDADES ANTRÓPICAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN							
Variables del medio	Importancia	Alternativa cero		Alternativa 1		Alternativa 2	
		Magnitud	Impacto	Magnitud	Impacto	Magnitud	Impacto
MEDIO BIÓTICO							
Flora	5	0	0	3	15	3	15
Fauna	5	0	0	0	0	0	0
MEDIO ABIÓTICO							
Aire: ruido	8	3	24	3	24	4	22
Polvo	5	0	0	0	0	3	15
Otros	5	0	0	2	10	3	15
Agua	8	0	0	1	8	2	8
Tránsito	30	4	120	3	90	4	120

Paisaje	8	0	0	2	16	2	16
Suelo	5	0	0	2	10	4	20
Población	20	4	80	3	60	3	60
Impacto Total			224		218		301

11.8 EFECTOS SIGNIFICATIVOS

Observando la ventaja económica de la alternativa 1 y la alternativa 2 con respecto a la alternativa cero, evaluamos los efectos más significativos sobre el medio ambiente,

12.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ▶ Se hizo el estudio haciendo un conteo vehicular en la intersección, el día 20 de Febrero de 2001 de 6:30 AM a 6:30 PM.
- ▶ La Intersección funcionará como una intersección de prioridad con señales de PARE, durante 5 años o sea hasta el año 2006.
- ▶ Se hizo el cálculo para la alternativa semáforica hasta el Año 2016 y se encontró que en esa época estaría funcionando con un 50% de su capacidad, la Semaforización tendrá una vida útil de 15 años, pero en este caso específico ésta puede durar otros años más, Según se vea la funcionalidad de la intersección.
- ▶ Para la glorieta se analizó la capacidad de los mezclamientos y de sus accesos hasta el año 2016 donde estaría operando con un 40% de su capacidad.
- ▶ La baja rentabilidad de la glorieta o alternativa 2 se debe a que los costos de construcción y sus gastos de financiación, son mucho mayores que los de la alternativa 1 y sus beneficios no alcanzan a compensar dichos costos en el período de análisis, esta alternativa es Rentable para una vida útil mucho mayor.
- ▶ En cuanto al ruido y contaminación por emisión de gases según los cálculos la intersección no presenta ningún Problema.
- ▶ Las alternativas 1 y 2 se pueden recomendar porque tienen una vida útil mucho mayor de 15 años, la alternativa 1 es mas económica que la alternativa 2, pero se podría pensar en ejecutar primero la alternativa 2, porque esta sería más funcional debido a su capacidad de mezclamiento y entremezclamiento y a la agilidad que proporcionaría para el tránsito.

13.0 BIBLIOGRAFÍA

ARBOLEDA VELEZ, Germán. Formulación y evaluación de proyectos de transporte, Instituto de posgrado en vías e Ingeniería Civil Universidad del Cauca. 1988.

ARBOLEDA VELEZ, Germán. Criterios de diseño geométrico de vías urbanas, segunda edición. Santiago de Cali. 1988.

CAL Y MAYOR, Rafael. Ingeniería de tránsito, séptima edición. 1998.

VALENCIA ARBELAEZ. Eduardo. Decisiones Financieras para Ingenieros. Medellín. 1992

MINISTERIO DEL TRANSPORTE, INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Volúmenes de tránsito 1997.

BECERRA CHAVEZ, Carlos Alberto. Diseño en planta y perfil de Glorietas ideales. Universidad del Cauca. 1995. Descripción del método de Wardrop para determinar la capacidad de la glorieta.

DOMINGUEZ POMMERENCKE, Luis. Método de Webster para determinar la capacidad de una intersección vial semaforizada. Unam, México.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACION METROPOLITANA.

Anuario estadístico metropolitano. Medellín, 1993

Estudio de Transito de las Intersecciones de la avenida 80 con calles 30, 33, 35 y 50. Medellín 1995. Consultor: Hugo Correa Roldán.