



**UNIVERSIDAD PANAMERICANA
SEDE GUADALAJARA**

**Metodología para la Evaluación Social
de Transporte Vial Interurbano**

**Caso Práctico:
Evaluación Social a Nivel Perfil del Proyecto
"Construcción de la Autopista Cardel - Poza
Rica", en el Estado de Veracruz.**

Rodrigo Navarro Guerrero

Tesis Presentada para optar por el Título de LICENCIADO EN
INGENIERO CIVIL ADMINISTRADOR con Reconocimiento de
Validez Oficial de Estudios de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
PÚBLICA, según acuerdo número 871472 con fecha 7-X-87

Zapopan, Jalisco: Marzo del 2001

CLASIF: _____
ADQUIS: 49817
FECHA: 16/05/03
DONATIVO DE _____
\$ _____



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
SEDE GUADALAJARA

Metodología para la Evaluación Social
de Transporte Vial-Interurbano

Caso Práctico:
Evaluación Social a Nivel Perfil del Proyecto
“Construcción de la Autopista Cardel - Poza
Rica”, en el Estado de Veracruz.

Rodrigo Navarro Guerrero

Tesis Presentada para optar por el Título de LICENCIADO EN
INGENIERO CIVIL ADMINISTRADOR con Reconocimiento de
Validez Oficial de Estudios de la SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
PÚBLICA, según acuerdo número 871472 con fecha 7-X-87.

Zapopan, Jalisco; Marzo del 2001.



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

Guadalajara, Jalisco, a 2 de abril de 2001

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL ESCOLAR
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA.
PRESENTE**

Por medio de la presente me permito hacer de su conocimiento que el Señor **RODRIGO NAVARRO GUERRERO** de la licenciatura de Ingeniería Civil y Administración ha concluido satisfactoriamente su trabajo de titulación con la opción de TESIS titulado: **“METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL DE TRANSPORTE VIAL INTERURBANO, CON EL CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN SOCIAL A NIVEL PERFIL DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE LA AUTOPISTA DE CARDEL – POZA RICA” EN EL ESTADO DE VERACRUZ”**.

Manifiesto que después de haber sido dirigida y revisada previamente, reúne todos los requisitos técnicos y académicos para solicitar fecha de Examen Profesional.

Agradezco de antemano la atención que puedan brindar a la presente, reiterándome a sus órdenes.

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'V. Germán', written over a light blue circular stamp.

**ING. VÍCTOR GERMÁN ÁLVAREZ ALEMÁN
DIRECTOR DE TESIS**



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

Guadalajara, Jalisco, a 2 de abril de 2001

ING. PEDRO ÁNGEL GONZÁLEZ LÓPEZ
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE
EXÁMENES PROFESIONALES
UNIVERSIDAD PANAMERICANA,
GUADALAJARA
PRESENTE

El que suscribe, hace constar que la tesis “**METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL DE TRANSPORTE VIAL INTERURBANO, CON EL CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN SOCIAL A NIVEL PERFIL DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE LA AUTOPISTA DE CARDEL – POZA RICA” EN EL ESTADO DE VERACRUZ**” presentada por el Señor **RODRIGO NAVARRO GUERRERO**, para optar por el título de Ingeniero Civil Administrador, ha concluido en esta fecha, por lo que se presenta a usted debida revisión ante la Comisión de Exámenes Profesionales.

Agradeciendo la deferencia de la Escuela a su cargo para la asesoría de la investigación realizada, quedo a sus ordenes.

Atentamente,

ING. VÍCTOR GERMÁN ÁLVAREZ ALEMÁN
DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

SEDE GUADALAJARA

Guadalajara, Jalisco, a 2 de abril de 2001

DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

C. SR. RODRIGO NAVARRO GUERRERO
PRESENTE

En mi calidad de Presidente de Comisión de Exámenes Profesionales y después de haber analizado el trabajo de titulación en la alternativa de tesis titulado con el tema **METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL DE TRANSPORTE VIAL INTERURBANO, CON EL CASO PRÁCTICO: EVALUACIÓN SOCIAL A NIVEL PERFIL DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE LA AUTOPISTA DE CARDEL – POZA RICA” EN EL ESTADO DE VERACRUZ** presentado por usted, le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen Profesional por lo que deberá entregarse seis ejemplares como parte del expediente al solicitar el examen.

Atentamente,

ING. PEDRO ÁNGEL GONZÁLEZ LÓPEZ
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE
EXÁMENES PROFESIONALES
UNIVERSIDAD PANAMERICANA,
GUADALAJARA

DEDICATORIA

A MI FAMILIA: MAGDALENA,
ARTURO, ANA PAULA Y
MALENA QUE SON LA RAZÓN
DE SER DE MI ESFUERZO
DIARIO.

A MIS ABUELOS QUERIDOS,
QUE SON CIMIENTOS EN
DONDE MIS PADRES SON
LAS COLUMNAS EN LAS
CUALES YO ME SOSTENGO.

A TODAS AQUELLAS
PERSONAS QUE HAN DEJADO
HUELLA EN MI PERSONA POR
SU CONFIANZA, ENSEÑANZAS
Y AMISTAD.

Y A TODOS AQUELLOS QUE
ROMPEN ESQUEMAS Y
CREEN EN SÍ MISMOS.

AGRADECIMIENTOS

AGRADEZCO A LA
UNIVERSIDAD
PANAMERICANA Y A MIS
MAESTROS, QUE CON SUS
CONOCIMIENTOS, PACIENCIA
Y ENTREGA, LOGRARON QUE
CONOCIERA EL MUNDO DE LA
INGENIERÍA CIVIL.

AL INSTITUTO
TECNOLÓGICO AUTÓNOMO
DE MÉXICO Y AL CENTRO DE
PREPARACIÓN Y
EVALUACIÓN DE PROYECTOS
POR PERMITIRME UTILIZAR
EL PROYECTO DEL 5TO.
CURSO COMO TESIS
PROFESIONAL, MUY
ESPECIALMENTE AL M.E.
SILVANO ESPÍNDOLA FLORES
Y A LA LIC. IRENE ESPINOZA
CANTELLANO.

GRACIAS.
RODRIGO NAVARRO GUERRERO.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	I
JUSTIFICACIÓN.....	III
OBJETIVOS.....	IV
METODOLOGÍA.....	V
CAPITULO I INTRODUCCIÓN A LA EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS.....	1
1.1 Preparación y Evaluación del proyecto	1
1.1.1 ¿ Que es un Proyecto?	1
1.1.2 Preparación de Proyectos	1
1.1.3 Evaluación de Proyectos	2
1.2 Evaluación Social (Socioeconómica) y Privada (Financiera)	4
1.3 El Ciclo del Proyecto	7
1.3.1 Perfil	7
1.3.2 El Estudio de Prefactibilidad	8
1.3.3 El Estudio de Factibilidad	9
1.3.4 La Ejecución del Proyecto	9
1.3.5 Las Etapas de un Proyecto	9
1.3.6 Evaluación Expost	10
CAPITULO II ORIGEN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	11
2.1 Ubicación Geográfica	11
2.2 Origen del Proyecto	12
2.3 Descripción del Proyecto	13
2.4 Origen y Objetivo del Estudio	14
CAPITULO III METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE TRANSPORTE VIAL INTERURBANO.....	15
3.1 Tipo de proyectos	15
3.2 Proyectos de Transporte Vial Interurbano	16
3.2.1 Mercado del Transporte	16
3.3 Metodología de Evaluación	18
3.3.1 Medios de Transporte Alternativos a la carretera	19

3.3.2	Carreteras	21
3.3.3	Separabilidad de Proyectos	24
3.3.4	Programa de Inversiones	26
3.3.5	Definición de la Situación Sin Proyecto	27
3.3.6	Definición de la Situación Con Proyecto	30
3.3.7	Evaluación	32
3.3.8	Criterios de Rentabilidad	35
CAPITULO IV EVALUACIÓN DE PROYECTOS.....		36
4.1	Proyecto Libramiento Cardel (Tramo A1)	36
4.1.1	Definición de Proyecto	36
4.1.2	Situación Sin Proyecto	37
4.1.3	Situación Con Proyecto	40
4.1.4	Evaluación Social	40
4.1.5	Proyecto Alternativo	43
4.2	Proyecto Cardel – Laguna Verde (Tramo A2)	47
4.2.1	Definición de Proyecto	47
4.2.2	Situación Sin Proyecto	48
4.2.3	Situación Con Proyecto	50
4.2.4	Evaluación Social	50
4.2.5	Proyecto Alternativo	53
4.3	Proyecto Laguna Verde – Vega de Alatorre (Tramo A3)	57
4.3.1	Definición de Proyecto	57
4.3.2	Situación Sin Proyecto	58
4.3.3	Situación Con Proyecto	60
4.3.4	Evaluación Social	60
4.4	Proyecto Vega de Alatorre – El Palmar (Tramo BC)	64
4.4.1	Definición de Proyecto	64
4.4.2	Situación Sin Proyecto	65
4.4.3	Situación Con Proyecto	69
4.4.4	Evaluación Privada y Social	72
4.4.5	Análisis de Sensibilidad	76
4.5	Proyecto Libramiento Poza Rica (Tramo D)	78
4.5.1	Definición de Proyecto	78
4.5.2	Situación Sin Proyecto	79
4.5.3	Situación Con Proyecto	84
4.5.4	Evaluación Privada y Social	85
CAPITULO V CONCLUSIONES.....		90
5.1	Conclusiones, Recomendaciones y Limitaciones de la Evaluación	90
5.1.1	Conclusiones y Recomendaciones	90

5.1.2	Limitaciones	91
5.2	Conclusiones de la Tesis	92

BIBLIOGRAFÍA.....	93
--------------------------	-----------

ANEXO No. 1	Tamaño de la Muestra y Encuesta	Origen
	Destino.....	95

ANEXO No. 2	Capacidad Vial.....	97
--------------------	----------------------------	-----------

ANEXO No. 3	Insumos de VOC-MEX.....	101
--------------------	--------------------------------	------------

INTRODUCCIÓN

En el entorno general de la globalización económica internacional, así como en el contexto particular del Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, los rezagos en infraestructura se han convertido en una desventaja competitiva para nuestro país; por ello es tan importante desarrollar una política de carácter público que involucre explícitamente a todos los agentes económicos en la concertación de esfuerzos y recursos, en el diseño, la construcción, la administración y el mantenimiento de las obras públicas y los servicios que necesitamos para ser productivos, eficientes y competitivos.

En este sentido, en el presente estudio, se observará el tema de infraestructura carretera, realizando la Evaluación Social a nivel perfil de la carretera Cardel - Poza Rica, en el Estado de Veracruz, haciendo hincapié en la importancia que tiene el evaluar socialmente los proyectos carreteros, la relación que tienen con la evaluación privada y el papel que desempeña el Ingeniero Civil en la evaluación de proyectos de esta índole.

En la actualidad, el sistema de transporte de México moviliza anualmente más de dos mil 600 millones de pasajeros y alrededor de 600 millones de toneladas de carga. De este total, al autotransporte, le corresponde 98.5 por ciento de los usuarios de servicios de pasajeros y turismo y el manejo del 85 por ciento de la carga que se moviliza por tierra¹.

Se estima que el requerimiento de infraestructura carretera para el año 2000 es de 6,500 Km, con una inversión estimada de 1,200 millones de dólares.² Por otra parte, los requerimientos no solamente son para infraestructura nueva, sino también existen numerosos tramos pendientes por modernizar. Del total de la red carretera, 14,894 Km, casi la mitad necesita modernizarse².

Siguiendo ahora con datos sobre el impacto de la construcción de infraestructura en la economía, es importante notar que dicha actividad absorbe gran parte de la capacidad instalada de la Industria de la Construcción Mexicana. Así pues, durante el primer trimestre del año

•
¹ Secretaría de Comunicación y Transportes

² Arganiz Díaz Leal, Jorge. Infraestructura de Transporte y Comunicaciones. Revista Ingeniería Civil, No. 306, Octubre 1994.

1995, año de la crisis económica y año en el cual se suspendieron la mayoría de las construcciones de autopistas en el país, solamente 57.3 % de las compañías constructoras del país estaban en operación, aprovechándose únicamente un 41% de la capacidad instalada en el país³.

Uno de los problemas más grandes que enfrenta México para optimizar sus inversiones, es la falta de una evaluación adecuada y la falta de complementariedad entre el aspecto económico y técnico durante la vida del proyecto, especialmente al momento de evaluarlo, creando infraestructura carretera sobredimensionada y arrojando momentos de inversión y operación erróneos.

Tampoco se puede olvidar que la Evaluación Social va muy ligada a la Evaluación Privada, pues dependiendo del cobro de cuota por vehículo, que son los ingresos del privado, puede variar la asignación vehicular de la carretera en estudio y así afectar la rentabilidad social del proyecto carretero en estudio.

•
³ Cabezut Boo, Jorge, *Obra Publica. Revista Mexicana de la Construcción*, No. 488, Septiembre de 1995.

JUSTIFICACIÓN

Dados estos antecedentes, se necesita encontrar indicadores objetivos sobre la conveniencia de ejecutar un proyecto carretero en términos de su aportación a la riqueza de una región o país y su momento óptimo de realizarlo; y soluciones que sean capaces de satisfacer las necesidades del país, siendo atractivo tanto para el sector público, como para los inversionistas del sector privado.

El Ingeniero Civil, debe de estar en la toma de decisiones para la realización de infraestructura carretera del país. Primero, porque la creación de infraestructura carretera tiene impacto muy importante en la fuente de trabajo de la industria de la construcción y segundo, porque conjuga la capacidad para realizar infraestructura carretera logrando que sea económica, técnica y administrativamente eficiente.

OBJETIVOS

La importancia que representa la infraestructura carretera para el desarrollo del país, el porcentaje de la inversión pública que se asigna a la infraestructura carretera con respecto al presupuesto de egresos, la gran compatibilidad que existe entre la evaluación social y privada y la aportación que puede dar el Ingeniero Civil a la evaluación de proyectos carreteros nos da como resultado los siguientes objetivos:

- 1) Mostrar mediante la metodología para la evaluación social de transporte interurbano (carreteras), la importancia para la sociedad (México) de asignar eficientemente los recursos.
- 2) Dar a conocer la importancia y la ventaja que tiene el Ingeniero Civil en la evaluación de proyectos de infraestructura, en la aplicación de la Ingeniería Civil como técnico y como administrador de recursos escasos con fines alternativos.

- Limitantes.

Este trabajo se limita a dar criterios de Evaluación Social para establecer la conveniencia para el país de la realización o no de proyectos carreteros, esto es, una vez teniendo el proyecto, evaluarlo y dar indicadores objetivos sobre la realización de este.

Dar una solución al problema actual de la red carretera del país, merece un estudio por separado. La Evaluación Social es una parte de la reestructuración que se debe realizar por parte de los agentes económicos en la concertación de esfuerzos y recursos, en el diseño, la construcción, la administración y el mantenimiento de la infraestructura carretera.

METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos antes mencionados, primeramente se darán conceptos básicos de Evaluación Social de Proyectos, como es la preparación y evaluación; la diferencia y similitudes entre la Evaluación Social y Privada; entender cual es el ciclo del proyecto para ubicar el papel del Ingeniero Civil en la vida de este.

Posteriormente, se dará la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano.

Todo esto apoyado mediante la presentación de un caso práctico: Evaluación del Proyecto Carretero Cardel – Poza Rica, Veracruz.

En esta parte se realiza un análisis de sensibilidad en los tramos de cuota para observar la relación que hay entre la evaluación privada y social.

Este trabajo se divide en cinco capítulos, dividido de la siguiente manera: en el primer capítulo se presentarán conceptos básicos de Evaluación Social; en el segundo el origen y descripción del proyecto carretero Cardel - Veracruz; en el tercer capítulo se dará la metodología y aplicación para la Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano con el caso práctico; el cuarto capítulo es la evaluación del proyecto; terminando con las conclusiones del estudio.

CAPITULO I INTRODUCCION A LA EVALUACION SOCIAL DE PROYECTOS

Antes de explicar la metodología para la Evaluación Social de Proyectos de Transporte Interurbano Vial y dar el caso práctico, es necesario dar los conceptos básicos de Evaluación Social de Proyectos.

Este capítulo comprende tres secciones. La primera explica qué es un proyecto y la preparación y evaluación de este; en la segunda parte se darán las diferencias y similitudes entre la Evaluación Social y Privada; y en la tercera se explicará el ciclo de un proyecto, identificando en cada una de las partes, la labor del Ingeniero Civil en la vida de este.

1.1 Preparación y Evaluación del Proyecto.

1.1.1 ¿Qué es un Proyecto?.

Sería interesante que el lector conteste a esta pregunta antes de iniciar con la lectura de este estudio.

Un proyecto es una fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos períodos de tiempo. El desafío que enfrenta es identificar los costos y beneficios atribuibles al proyecto y medirlos (más bien valorarlos), con el fin de emitir un juicio sobre la conveniencia de ejecutar este proyecto en el tiempo y espacio. Esta concepción lleva a la evaluación económica de proyectos.

Para un ente financiero que esté considerando aportar dinero para su ejecución, el proyecto es el origen de un flujo de fondos provenientes de ingresos y egresos de caja que ocurren a lo largo del tiempo. El desafío es determinar si los flujos de dinero son suficientes para cancelar la deuda. Esta manera de concebir el proyecto lleva a la Evaluación Financiera.

1.1.2 Preparación de Proyectos.

Un proyecto combina insumos, que significan costos, con el fin de obtener productos que le entreguen beneficios; se pretende que el valor de la empresa deberá buscar eficiencia en la combinación de los insumos y de los productos, para así, hacer máximo el excedente económico a lo largo de su vida.

La maximización del excedente implica minimizar los costos económicos de elaborar distintos niveles de producción, incluyendo en los costos aquellos que son recurrentes y los llamados costos de capital o de inversión. Conlleva también maximizar los beneficios de entregar (vender) dichos niveles de producción y otros activos de la empresa.

El logro de esta eficiencia económica se obtiene mediante la adecuada formulación de los procesos (proyecto) acción que contempla la evaluación económica de las opciones técnicas y tecnológicas sugeridas por los distintos especialistas que colaboran en la gestión (ingenieros, administradores de empresas, contadores, sociólogos, sicólogos, publicistas, etc.).

Así, en la preparación de proyectos intervendrá un equipo multidisciplinario, que finalmente, definirá y propondrá el proyecto.

1.1.3 Evaluación de Proyectos.

El proceso de evaluación consiste en emitir un juicio sobre la bondad o conveniencia de una idea, problema o necesidad; para ello es necesario definir previamente el o los objetivos perseguidos. La evaluación resulta más importante cuando existen objetivos en conflicto -como, por ejemplo, minimizar el costo y el tiempo de construcción de una represa, o bien minimizar el costo y maximizar la seguridad de la misma- Y absolutamente necesario cuando se presentan opciones para la solución de un mismo problema para alcanzar objetivos deseados.

La Evaluación Económica de Proyectos compara sus costos y beneficios económicos con el objeto de emitir un juicio sobre la conveniencia de ejecutar dicho proyecto en lugar de otro.

Aquí también llamamos a la Evaluación Económica, Evaluación Social, lo cual significa medir los costos y beneficios de realizar un proyecto sin utilizar ningún tipo de financiamiento, solo con recursos propios o del país.

El proceso de evaluar implica identificar, medir y valorar los costos y beneficios pertinentes de distintas y múltiples alternativas de proyectos para lograr los objetivos propuestos, a los efectos de establecer cual de ellos es él más conveniente para ejecutar.

En la práctica, el paso más importante en la evaluación de un proyecto es la identificación de los costos y beneficios

legítimamente atribuibles a los mismos, es aquí donde se cometen errores al evaluar.

Para identificar los costos y beneficios pertinentes de un proyecto, debe primeramente definirse la llamada situación "sin proyecto"; para ello, el evaluador debe establecer que es lo que sucedería -con la empresa, el sector o el país -durante el horizonte de evaluación en caso de que no se ejecute él o los proyectos que se consideran en la situación "con proyecto". La tarea del evaluador será estimar - para un horizonte de evaluación—los flujos de costos y beneficios de cada una de las alternativas "con proyecto" y restar de estos los flujos estimados para la situación "sin proyecto". Al hacerlo, sin embargo, debe optimizar la situación base; es decir, la situación "sin proyecto" que no corresponde a la *situación actual*, sino a la *situación actual optimizada* durante el horizonte de evaluación. El proceso de optimización involucrará pequeños proyectos (inversiones menores) o adecuaciones administrativas que sea conveniente introducir para eliminar obvias ineficiencias en la operación de la situación actual.

Un proyecto utiliza en el periodo (año) t los insumos j en las cantidades Y_{jt} con un costo unitario de P_{jt} de modo que el costo total en el periodo t es:

$$(1) \quad C_t = \sum_j Y_{jt} \times P_{jt}$$

A su vez, el proyecto genera beneficios en el periodo t , mediante la entrega de X_{it} bienes i que genera un beneficio unitario de P_{it} , así, el beneficio total al año t es:

$$(2) \quad B_t = \sum_i X_{it} \times P_{it}$$

Restando (1) de (2) se obtiene el beneficio neto en el periodo t :

$$(3) \quad BN_t = B_t - C_t$$

La preparación del proyecto tiene como tarea estimar las cantidades X_{it} e Y_{jt} como asimismo, los valores que sumaran P_{it} y P_{jt} . En el proceso de determinar las cantidades, deberá tenerse en cuenta la eficiencia técnico-económica, para lo cual será necesario efectuar las evaluaciones correspondientes.

La evaluación "sumará" los BN_t que se estimó generará el proyecto durante su existencia y emitirá un juicio sobre la conveniencia de

llevarlo a cabo. Debido a que los beneficios netos se materializan en distintos períodos de tiempo t , para sumarlos y obtener una medida del valor de todos los beneficios netos que genera el proyecto; cada uno de los valores anuales debe ajustarse a una tasa de descuento. Así el valor de los beneficios netos totales, también llamado valor actual neto (VAN) para un proyecto que dure n periodos es:

$$(4) \quad VAN = \sum_{t=0}^n \frac{BN_t}{(1+r)^n}$$

r = tasa de descuento.

1.2 Evaluación Social (Socioeconómica) Y Privada (Financiera).

La diferencia básica entre estos dos enfoques de evaluación, radica en que la Privada trata de informar al dueño o al promotor en que medida verá afectada su riqueza si realiza o no un proyecto, en tanto que la Social (económica) trata de conocer el efecto para toda la sociedad de un país.

En el primer caso, enfocamos los costos y beneficios relevantes para el dueño del proyecto, por lo que solamente intervienen los efectos denominados "directos" y se valoran a precios de mercado, incluidos los impuestos. En el segundo, se incluyen todos los posibles costos y beneficios para la sociedad como son directos, indirectos, externalidades e intangibles y se valora a "precios sombra".

De esta forma, el valor actual neto (VAN) privado esta dado por:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{(\sum X_i \cdot P_i - \sum Y_j \cdot P_j)_t}{(1+r)^n}$$

Donde la t significa el periodo correspondiente, r es la tasa de descuento que representa el costo de oportunidad del capital para el inversionista privado, que esta tratando de decidir si conviene ejecutar

o no el proyecto, X_i es la cantidad de bien o servicio i que producirá el proyecto, P_i es el precio que recibiría el dueño del proyecto por cada unidad vendida de ese bien, Y_j es la cantidad que el proyecto utilizaría del insumo j y P_j el precio que el dueño del proyecto deberá pagar por cada unidad de ese insumo.

En el caso de la evaluación socioeconómica, el VAN social será:

$$VAN^* = \sum_{t=0}^n \frac{(\sum X_i \cdot P_i^* - \sum Y_j \cdot P_j^*)_t + BNI_t + EXT_t + INT}{(1 + r^*)^n}$$

Donde r^* es la tasa social de descuento que representa el costo de oportunidad para el país, en tanto que P^* representa los precios sociales correspondientes a los bienes producidos por el proyecto X_i y los insumos utilizados en su producción Y_j , BNI corresponde a los beneficios netos indirectos del proyecto en el periodo t , EXT_t es el valor de las externalidades (positivas o negativas) y INT los intangibles (negativos o positivos) del proyecto.

En la evaluación Socioeconómica, se involucran conceptos nuevos que enseguida se explicarán:

- Tasa social de descuento (r^*): representa el verdadero valor del dinero para la sociedad.

Año	Tasa
1998 – 2000	18%
2001 – 2005	16%
2006 – 2011	14%
2001 -	12%

- Precios Sociales (P^*): Es el verdadero valor monetario para la sociedad, al producir o consumir algún producto.

Los precios de mercado (privados) no representan el verdadero costo para la sociedad por lo que son corregidos por factores para

que así los precios de mercado sean iguales a los precios sociales.

Factor de Corrección de Mano de Obra	Factor	Factor de Corrección de Bienes	Factor
Calificada	1.00	No Comercial	1.00
Semicalificada	0.80	Comercial	0.99
No Calificada	0.70		

La Tasa Social de Descuento, así como los Factores de Corrección son proporcionados por el Centro de Estudios para la Preparación Socioeconómica de Proyectos (C.E.P.E.P.). Este es un estudio realizado por dicho centro para corregir los precios privados e igualarlos a los sociales y pretende establecer cual es el verdadero valor del dinero para la sociedad.

- **Beneficios Netos Indirectos (BNI):** Es el costo o beneficio atribuible al proyecto que recae sobre bienes complementarios o sustitutos por la realización de un proyecto, siempre que el mercado del bien este relacionado. Por ejemplo, la construcción de una autopista, un bien complementario de esta serían los puertos, esto es que la construcción de la autopista, afectara de algún modo al puerto.
- **Externalidad (EXT):** Es el costo o beneficio que surge del proyecto que recae sobre un tercero y que no tienen en cuenta los que realizan la transacción. Por ejemplo, cuando una planta química arroja sus desechos al río y destruye vida acuática, impone una externalidad (en este caso un costo externo), a los pescadores que viven río abajo. Las externalidades se pueden valorar y en dado caso que no se pueda, se manejan como intangibles.
- **Intangibles:** Son efectos que genera el proyecto, que solo se pueden identificar, pero no se cuantifican y valoran.
- Para la Evaluación Social o Socioeconómica, interesa el flujo de recursos reales (de los bienes y servicios) utilizados y producidos por el proyecto. Para la determinación de los costos y beneficios pertinentes, la Evaluación Social definirá la situación del país versus sin la ejecución del proyecto en cuestión. Así, los costos y beneficios sociales podrán ser distintos de los contemplados por la Evaluación Privada económica, porque: (i) los valores (precios) sociales de bienes y servicios difieren del que paga o recibe el

inversionista privado, o (ii) parte de los costos o beneficios recaen sobre terceros (el caso de las llamadas externalidades o efectos indirectos).

La Evaluación Privada de proyectos incluye (i) una evaluación financiera y (ii) una evaluación económica. La primera contempla, en su análisis, a todos los flujos financieros del proyecto, distinguiendo entre capital propio y prestado. Esta evaluación es pertinente para determinar la llamada "capacidad financiera" del proyecto y la rentabilidad de capital propio invertido en el proyecto. La evaluación económica, en cambio, supone que todas las compras y las ventas son al contado riguroso y que todo el capital es "propio"; es decir, la evaluación privada económica desestima el problema financiero.

La evaluación financiera, económica y social se efectúan conjuntamente con la evaluación técnica del proyecto, que consiste en cerciorarse de la factibilidad técnica del mismo: que no se venga abajo el puente, que no se queme el motor, o que sea posible completar la desviación del río durante el otoño. Asimismo, la evaluación económica presupone una adecuada formulación y evaluación administrativa - que se tenga una organización propicia y una gerencia capacitada - como también una adecuada formulación y evaluación institucional y legal: que sea posible expropiar los terrenos, que sea posible patentar el invento, o que no se contravengan reglamentaciones ecológicas.

1.3 El Ciclo del Proyecto.

1.3.1 Perfil.

El proyecto nace a través de una idea, motivando un estudio preliminar o perfil. La preparación de este estudio no demandará mucho tiempo o dinero, sino conocimientos técnicos de expertos que permitan, a grandes rasgos, determinar la factibilidad técnica de llevar adelante la idea; contará con estimaciones burdas de costos y beneficios, incluyendo rangos de variación de los mismos. La evaluación económica y financiera de este perfil, debería, asimismo, demandar poco tiempo.

La experiencia muestra que lo más importante en esta etapa de "identificación" del proyecto es su definición, la determinación de sus objetivos y la identificación de alternativas y posibles subproyectos dentro de lo que se consideraba era solo uno.

El informe de evaluación del perfil será presentado a la autoridad pertinente para que opte por uno de los siguientes caminos de acción:

- i) archivar el proyecto para una reconsideración en el futuro
- ii) desecharlo por completo
- iii) ordenar un estudio de prefactibilidad.

1.3.2 El Estudio de Prefactibilidad.

El estudio de prefactibilidad persigue disminuir los riesgos de la decisión; dicho de otra manera, busca mejorar la calidad de la información que tendrá a su disposición la autoridad que deberá decidir sobre la ejecución del proyecto. La preparación de este estudio demanda tiempo y dinero para que distintos profesionales efectúen trabajos más profundos de campo y de investigación, aunque puede todavía basarse en información de fuentes secundarias y entregar rangos de variación bastante amplios para los costos y beneficios. El equipo debe incluir una persona con conocimientos de economía; su mayor contribución estará en la definición del proyecto y de los subproyectos que lo componen, y en aportar juicios y herramientas que permitan la mejor selección de tecnologías de proceso, localización, tamaño, financiamiento y oportunidad para efectuar el proyecto de inversión. En otras palabras, el ejercicio de formular el estudio de prefactibilidad exige una interacción entre la preparación técnica del proyecto y su evaluación.

Dicha evaluación será técnica, económica, financiera, legal y administrativa, emitiéndose juicios sobre su factibilidad en los mismos aspectos de ingeniería, de cumplimiento de fechas, de la existencia de mercados para productos e insumos, del mercado de capitales nacional e internacional, de la capacidad interna o externa para administrar la ejecución de las obras y la posterior operación del proyecto; todo lo cual, entre otros factores, influye sobre la evaluación económica final del proyecto.

Los resultados de la evaluación del estudio de prefactibilidad deben llevarse a un Comité de Inversiones para su conocimiento y acción; éste ordenará, ya sea:

- i) Su reestudio.
- ii) Su rechazo definitivo.
- iii) Su reconsideración para un momento mas propicio (por ejemplo, cuando hayan bajado las tasas de interés)
- iv) La elaboración de un estudio de factibilidad.

1.3.3 El Estudio de Factibilidad.

El estudio de factibilidad incluye, básicamente, los mismos capítulos que el de prefactibilidad, pero con una mayor profundidad y menor rango de variación esperado en los montos de los costos y beneficios. Vale decir, el estudio de factibilidad requiere de expertos más especializados y de información primaria (incluyendo cotizaciones más firmes para equipos, obras civiles, licencias, financiamientos, etc.), lo que exigirá mayores investigaciones y precisiones del estudio de campo (por ejemplo, estudios geológicos que permitan trazar con mayor precisión el recorrido de un túnel de aducción). Este estudio deberá establecer definitivamente los aspectos técnicos más fundamentales: la localización, el tamaño, la tecnología, el calendario de ejecución, puesta en marcha y lanzamiento, etc. El estudio podrá incluir también la llamada "ingeniería de detalle" y las bases para convocar a la licitación de dichos estudios y a la ejecución misma de las obras.

Como norma, el estudio de factibilidad lleva a la aprobación final del proyecto, a lo más, lleva a su postergación o a modificaciones menores en su formulación. Es así como la evaluación de los proyectos a nivel (en las etapas) de perfil y de prefactibilidad es decisiva para la eliminación de proyectos no convenientes.

1.3.4 La Ejecución del Proyecto.

El estudio de factibilidad debe incluir un capítulo destinado al plan de ejecución del proyecto y la organización necesaria para él. Ello contempla un estudio de ruta crítica, las holguras y, en lo posible, un análisis de probabilidades para los tiempos de ejecución (PERT). Para todo esto deben definirse detalladamente las tareas y métodos de construcción y operación, y efectuar un balance de recursos con una estimación de los flujos financieros implícitos. Es claro que todas estas estimaciones podrán sufrir cambios en la licitación y a medida que avanzan las obras.

1.3.5 Las Etapas de un Proyecto.

El concepto de "etapas" en los proyectos y en sus ciclos de gestación y ejecución tiene mucha importancia en un mundo de cambios. Por ejemplo, el dueño del proyecto deberá constantemente estar preguntando durante su ejecución lo siguiente. "¿Continúo con la obra? ¿La amplío? ¿Altero su

concepción? " Estas interrogantes son particularmente importantes al iniciar nuevas actividades dentro del plan de operaciones.

El dueño de este deberá evaluar los costos y beneficios de las nuevas etapas por cumplir, para lo cual puede ser –o no – importante la evaluación *ex post* de los costos de la etapa recién cumplida. La decisión sobre el paso a la etapa siguiente contemplara solo los beneficios y costos *esperados de esta etapa y las siguientes* a ella; las etapas pasadas solo nos darán lecciones, alegrías o sinsabores de saber que sus beneficios netos fueron diferentes, mayores o menores que los esperados. Generalmente, el beneficio de pasar a etapas mas avanzadas consiste en reducir la incertidumbre sobre los beneficios netos esperados del proyecto.

1.3.6 Evaluación Expost.

Las evaluaciones de los resultados de los proyectos cumplen dos propósitos fundamentales: (i) aprender de los errores de apreciación (estimación) que se pudieran haber cometido, para así adquirir experiencia y mejorar los futuros estudios de preparación y evaluación de proyectos, y (ii) otorgar premios y castigos que vengan a incentivar la buena calidad de los futuros estudios de proyectos.

CAPÍTULO II ORIGEN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Ubicación Geográfica

El proyecto "Construcción de la Autopista Cardel-Poza Rica" se localiza en el estado de Veracruz, en la costa del Golfo de México, formaría parte de la carretera federal 180⁴ y uniría a las ciudades de Cardel y Poza Rica, las cuales se ubican al noreste del puerto de Veracruz a 35 Km y 255 Km, respectivamente, (Véase Figura No. 2.1).

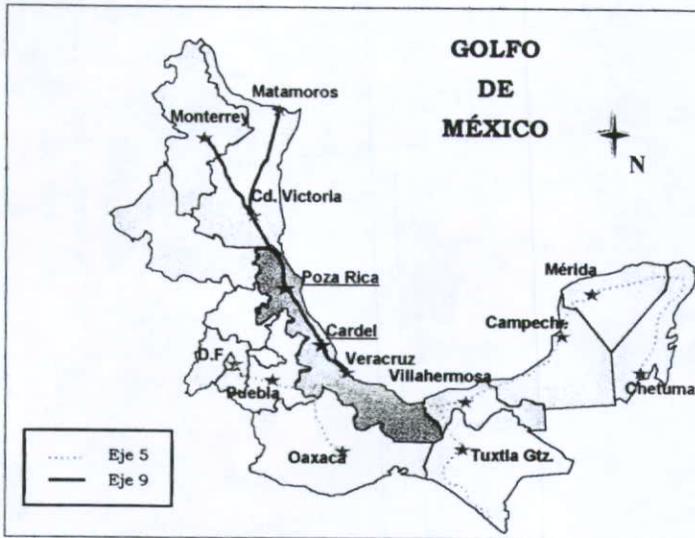


Figura 2.1 Localización del tramo carretero Cardel-Poza Rica

□

⁴ La carretera federal 180, forma parte de los ejes troncales 9 (inicia en Monterrey y termina en Veracruz) y 5 (inicia en Veracruz y termina en Chetumal).

2.2 Origen del Proyecto

Los vehículos que viajan del sureste al noreste del país o viceversa, utilizan la carretera federal 180 (Véase Figura No. 2.2) la cual en el segmento que va de la ciudad de Cardel hasta Poza Rica presenta la siguiente problemática:

a) Los vehículos que tienen como origen-destino la ciudad de Veracruz y desean trasladarse al noreste del país, actualmente atraviesan parte de la ciudad de Cardel, esto implica que los vehículos que realizan dicho viaje, tengan que interactuar con el tránsito urbano y por el otro lado la ausencia de acotamientos y el mal estado de la carpeta , hace que sus velocidades de recorrido disminuyan.

b) De Cardel a Laguna Verde, la carretera solo cuenta con dos carriles, además el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) que presenta dicho tramo es el más elevado de toda la carretera en cuestión. Más importante que el volumen de tránsito es la falta de acotamientos, línea divisoria y el hecho de que la carpeta de rodamiento se encuentra bastante deteriorada; ello implica que los vehículos ligeros tengan dificultad para rebasar a los vehículos pesados que circulan en esta vía.

c) De Laguna Verde a Vega de Alatorre, se presenta un problema similar al descrito en el párrafo anterior, sin embargo el flujo vehicular que transita por este tramo es menor, pero pasa por diferentes poblados, todo esto hace que su velocidad sea relativamente baja.

d) De Vega de Alatorre a Poza Rica, el trazo de la carretera se diseñó para comunicar a poblaciones como Gutiérrez Zamora y otras que se encuentran sobre la costa del Golfo de México; esto implica para los vehículos de largo itinerario disminución de velocidad y mayor tiempo de recorrido.

e) Finalmente, los vehículos de largo itinerario que atraviesan la ciudad de Poza Rica, tienen problemas para realizarlo ya que tienen que interactuar con el tránsito urbano, siendo este un TDPA bastante alto presentando congestión a lo largo de diferentes horas del día a causa de los semáforos que hacen que las velocidades de los vehículos sean menores y como consecuencia de estos los tiempos de recorrido sean muy altos.

Los problemas que se mencionan anteriormente implican que los vehículos de largo itinerario presenten altos costos de viaje, para los que recorren este segmento de la Carretera Federal 180 (Véase Figura No. 2.2).

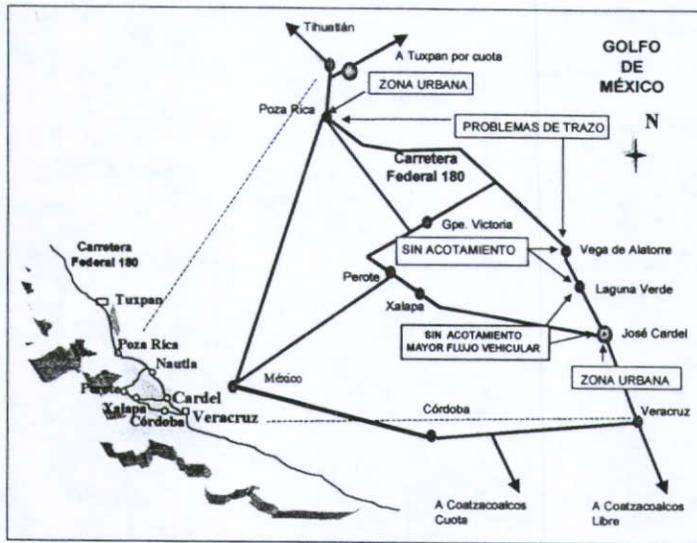


Figura 2.2 Problemática de la vía actual.

2.3 Descripción del Proyecto

Ante la problemática descrita en el punto anterior, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) propone un proyecto para mejorar el segmento en cuestión, el cual tiene las siguientes acciones:

- a) Construir un nuevo trazo de 6.4 Km a 4 carriles que funcionaría como libramiento para la ciudad de Cardel.
- b) Ampliar de 2 a 4 carriles de Cardel a Laguna Verde, 37.7 Km.
- c) Ampliar de 7.0 a 12.0 m de ancho de corona de Laguna Verde a Vega de Alatorre, 46.9 Km.

- d) Construir un nuevo trazo de 2 carriles de Vega de Alatorre hasta un entronque con la carretera Poza Rica – Tuxpan, de 116.7 Km, a 2 carriles. Este nuevo trazo en el segmento de El Palmar al entronque, funcionaría como libramiento para la ciudad de Poza Rica.

El proyecto propone que las tres primeras acciones antes mencionadas sean libres, mientras que la última, sería de cuota; además propone la construcción de dos entronques intermedios, ubicados en Guadalupe Victoria y El Palmar (Véase Figura No. 2.3).

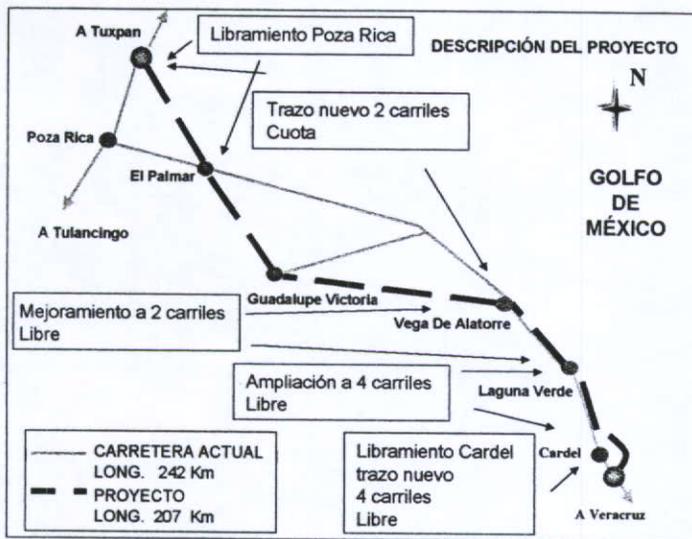


Figura 2.3 Descripción del Proyecto.

2.4 Origen y Objetivo del Estudio.

El Gobierno del Estado de Veracruz solicitó al Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (C.E.P.E.P.), a través del Quinto Curso de Especialización en Preparación y Evaluación Social de Proyectos del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), la realización del estudio de evaluación del proyecto mencionado. Así, el objetivo de este estudio es determinar el momento óptimo de inversión del proyecto descrito.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE TRANSPORTE VIAL INTERURBANO

Este Capítulo tiene como objetivo explicar la Metodología para la Evaluación Social de Proyectos de Transporte Interurbano. Esto se logrará a través de conceptos teóricos intercalándolos con el caso práctico.

Se plantea la estrategia que se utilizó para Identificar, cuantificar y valorar los beneficios legítimamente atribuibles al proyecto. Siendo una evaluación a nivel perfil, la experiencia muestra que lo más importante en esta etapa de identificación del proyecto es su definición, la determinación de sus objetivos y la identificación de alternativas y de posibles subproyectos dentro de lo que se consideraba era solo uno.

Este capítulo se divide en tres secciones: la primera describe los tipos de proyectos; la segunda el mercado del transporte y una tercera, la metodología, con su aplicación en el caso práctico.

3.1 Tipos de Proyectos.

Una vez detectada la necesidad, el problema o la idea debemos ubicar al proyecto propuesto en algún tipo de metodología para poder evaluarlo.

En la Evaluación Social se identifican tres tipos de proyectos, según de donde se obtienen los beneficios, estos son:

- Los proyectos que liberan recursos, el ejemplo más claro es el transporte vial en general;
- Los proyectos que aumentan la disponibilidad de un bien o servicio, su beneficio corresponde a mayor consumo, ejemplo es el agua potable;
- Los proyectos de difícil cuantificación y valoración de beneficios, estos son: salud, educación, disminución de pobreza.

En el caso que estamos analizando, el proyecto se ubica en la primera metodología, en la cual, los beneficios se obtienen por la liberación de recursos. Esto se debe a que al mejorar las condiciones de la carretera o se construya una nueva autopista disminuyen los costos de traslado (Costos Generalizados de Viaje), provocando que el recurso que antes se empleaba para traslados, ahora se pueda utilizar en otras actividades. Esta es la esencia de este tipo de proyectos.

A su vez en el transporte vial podemos identificar tres tipos de proyectos:

- Transporte Vial Interurbano (carreteras),
- Transporte Vial Urbano,
- Transporte Rural Productivo.

3.2 Proyectos de Transporte Vial Interurbano.

En el caso de infraestructura carretera podemos hablar de cinco distintos proyectos, los cuales son muy fáciles de distinguir para el Ingeniero Civil:

- Proyecto de ampliación: incrementar el número de carriles o acotamientos.
- Proyecto de cambio de trazo: reducir pendientes y curvaturas, acortar largo de camino (túnel, puente, libramientos).
- Proyecto de mejoramiento de la superficie de rodado: pavimento, grava, terracería.
- Reposición de la carpeta de rodado.
- Carretera nueva.

Como vimos en el capítulo anterior en la sección de descripción del proyecto tenemos: Construcción de un nuevo trazo, ampliación y cambio de trazo.

3.2.1 Mercado del Transporte.

Para evaluar un proyecto es necesario conocer su mercado, en nuestro caso el mercado del transporte. Pero antes de eso ¿qué es un Mercado?, En el lenguaje común, la palabra "Mercado" significa un lugar en donde la gente compra y vende bienes como pescado, carne, frutas y verduras. En economía tiene un significado más general: es

cualquier arreglo que facilita la compra. Los Mercados de Bienes son aquellos en los cuales se compran y venden bienes y servicios.

Para definir un mercado es necesario conocer la oferta, la demanda, el precio y los mercados sustitutos y complementarios de éste.

En los proyectos de Transporte Vial Interurbano, la oferta corresponde a las carreteras que permiten viajar entre un origen y un destino, la demanda es las personas y carga que desean viajar entre el origen y destino, el precio es el costo por viaje.

Como ya se había comentado, la oferta corresponde a las carreteras que permiten viajar entre un origen y un destino. Las características geométricas que necesitamos de las carreteras que intervienen en el proyecto (Red Vial Relevante - Oferta) son: pendiente promedio y máxima, curvatura promedio y máxima, número de carriles, sección, ancho de corona, acotamiento e índice de rugosidad internacional (IIR).

El precio por viajar es el costo de operación del transporte mas el costo del tiempo de las personas que van en éste. Es parte de los costos considerar cuotas por circular por las carreteras.

Siguiendo con la demanda, es necesario describir los modos de transporte. En estos encontramos automóviles, camión de carga y camión de pasajeros. Este concepto se vuelve importante porque cada uno de ellos tiene diferentes costos de operación y tasa de ocupación.

Para terminar de describir la demanda hace falta hablar sobre los tipos de tránsito que se presentan en un proyecto carretero:

- Tránsito normal: No cambia su ruta de viaje debido al proyecto.
-
- Tránsito desviado: Cambia su ruta de viaje debido al proyecto pero conserva su origen-destino.
-
- Tránsito transferido: Cambia su origen-destino debido al proyecto.
-
- Tránsito generado: Viajes nuevos.

De esta manera podremos tener el tránsito promedio diario anual (TDPA) potencial que utilizará nuestro proyecto, esto se realiza con la encuesta origen-destino.

Dentro de este análisis debemos considerar bienes sustitutos y complementarios del mercado de transporte vial interurbano, pues al

entrar el proyecto carretero, este tendrá un impacto en mercados que están relacionados con él.

Un bien sustituto es aquel que puede usarse en lugar de otro bien, por ejemplo, un viaje en autobús sustituye un viaje en tren. Los bienes complementarios son aquellos que se utilizan junto con otro. Por ejemplo, la carretera que llega a un aeropuerto, si no existiera carretera sería muy difícil llegar al aeropuerto o si no hubiera aeropuerto, no tendría razón de ser la carretera.

En los proyectos de transporte interurbano los bienes sustitutos y complementarios son: ferrocarril, aeropuertos, puertos y las mismas carreteras. Según sea el caso, estos bienes pueden ser sustitutos o complementarios.

Es importante analizar los bienes sustitutos y complementarios por dos motivos: 1) la Evaluación Social contempla los efectos indirectos que son generados por los mercados sustitutos y complementarios. Estos efectos pueden ser beneficios o costos para nuestro proyecto; y 2) la determinación de la Red Vial Relevante.

3.3 Metodología de Evaluación.

El primer paso en la identificación de costos y beneficios legítimamente atribuibles al proyecto en la metodología es la determinación de la Red Vial Relevante. Esta se define *como todas aquellas vías cuyos flujos vehiculares y de transporte de carga son afectadas por la realización del proyecto*. Las vías y transportes afectadas son: la carretera o autopista del proyecto, las carreteras sustitutas y complementarias, en este proyecto también son mercados sustitutos y complementarios, el ferrocarril y los puertos por la posible carga que se pueda desviar (modos de transporte alternativos a la carretera).

Por esta razón, el equipo evaluador decidió que su primera tarea debería ser determinar la Red Vial Relevante, es decir, establecer los medios de transporte que se utilizan para llevar personas y mercancías del sureste al noreste de la República y viceversa.

3.3.1 Medios de Transporte Alternativos a la Carretera.

a) Ferrocarril

La red ferroviaria del estado de Veracruz compuesta por 8 líneas, tiene una longitud de 1,224 Km. De estas líneas, siete se localizan en la mitad sur del estado y se dirigen al centro y sur del país; la línea restante se ubica en el norte, proviene de San Luis Potosí, atraviesa una pequeña parte de Veracruz y llega a Tampico, por lo que no existe una que comunique directamente al centro de Veracruz con el norte del mismo. Asimismo, dentro de los programas de inversión, tampoco está considerado ningún proyecto de nuevas líneas dentro del estado, por lo tanto el transporte ferroviario no forma parte de la red vial actual⁵ (Véase Figura 3.1).

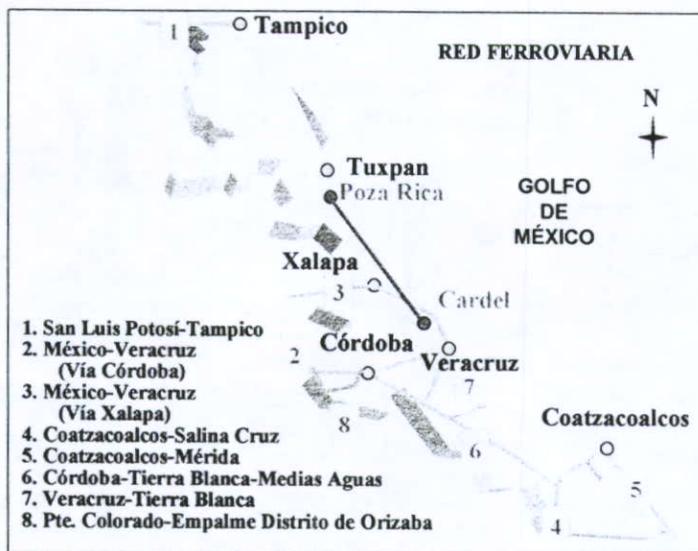


Figura 3.1 Ferrocarriles.

⁵Fuente: Información proporcionada por la Dirección de Reestructuración, S.C.T.

b) Puertos

Los principales puertos del estado de Veracruz son: Veracruz, Tuxpan y Coatzacoalcos. La información obtenida⁶ indica que salvo el transporte de productos petroleros entre Coatzacoalcos y Tuxpan, no existe otro tipo de cabotaje, ni entre los puertos del estado, ni con los demás puertos del Golfo de México. Debido a que el transporte vía marítima es significativamente más barato que el terrestre, este último realmente no compite con el proyecto por lo que el transporte vía barco tampoco forma parte de la red vial actual, con ello podemos decir que no habrá carga desviada (Véase Figura 3.2).

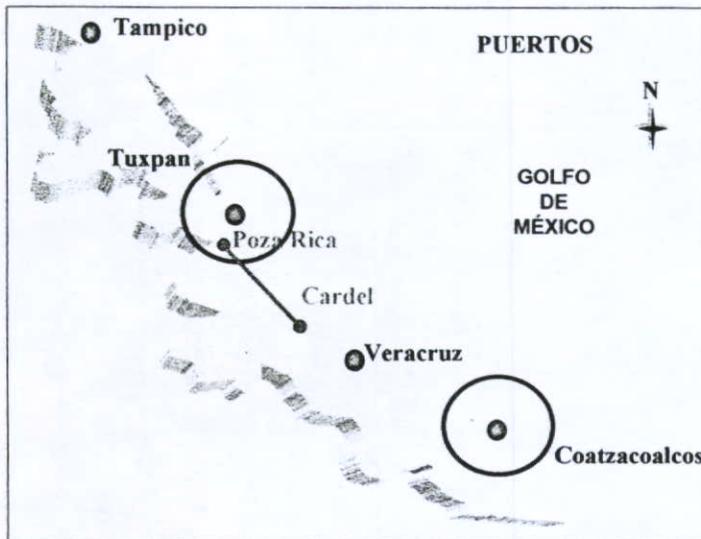


Figura 3.2 Puertos

Ni el ferrocarril ni el barco representan una opción competitiva, ni complementaria para las personas y mercancías que se mueven entre el sureste y el noreste del país; esto es, que no forman parte de la Red Vial Relevante.

□

⁶Fuente: Administración Portuaria Integral de Tuxpan, S.A. de C.V. (APITUX).

3.3.2 Carreteras

Por no ser ni el ferrocarril, ni el barco modos alternativos de transporte, se decidió centrar el estudio en las posibles rutas carreteras que sirven para este propósito, las rutas carreteras analizadas fueron las siguientes (Véase Figura 3.3):

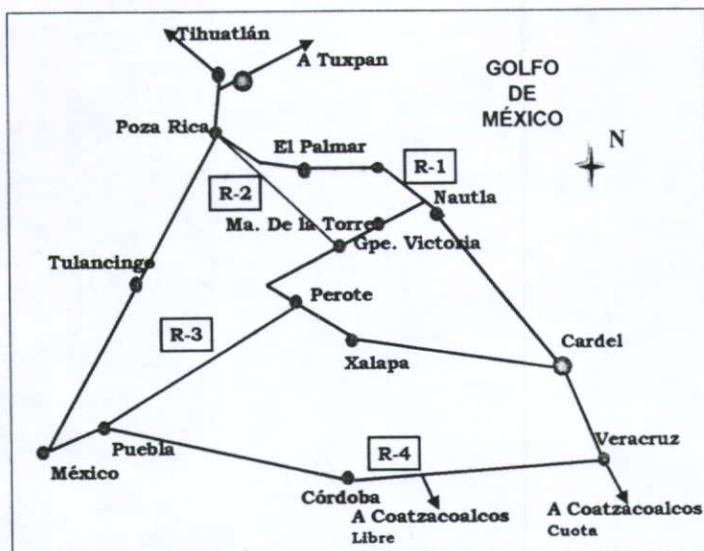


Figura 3.3 Posibles rutas

Ruta 1: Veracruz-Cardel-Nautla-Poza Rica- Tuxpan. Tiene una longitud aproximada de 313 Km; en su mayor parte se desarrolla en terreno plano y lomerío suave y su estado de conservación es variado con porciones en buen estado y otras en estado deficiente.

Ruta 2: Veracruz-Cardel-Perote- Ma. de la Torre-Poza Rica-Tuxpan. Esta vía implica un recorrido de 389 Km; el tramo de Perote a Poza Rica (283 Km), se desarrolla sobre un terreno que va de lomerío abrupto a montañoso con un estado de conservación de la carretera entre estos puntos muy deficiente.

Ruta 3: Veracruz-Perote-Puebla-México-Tulancingo-Poza Rica-Tuxpan. La longitud de esta vía es de 778 Km e implica recorrer carreteras con pago de cuotas y atravesar el centro del país.

Ruta 4: Veracruz-Córdoba-Orizaba-Puebla-México-Tulancingo-Poza Rica-Rica-Tuxpan. Su longitud es de 770 Km con un recorrido que atraviesa el centro del país, en su mayor parte empleando autopistas de cuota.

La información anterior permitió considerar a la ruta 1, formada en su mayor parte por la carretera 180 como la opción más factible para los recorridos entre el sureste y el noreste. Para obtener elementos que permitieran fundamentar esta propuesta se realizaron estudios origen-destino en puntos apropiados de las rutas antes descritas, estableciéndose las siguientes estaciones:

Estación Tamarindo: Localizada en la carretera Cardel-Xalapa.

Estación Yanga: Localizada en la carretera Veracruz-Córdoba.

El objetivo principal de estos estudios fué determinar si estas carreteras podrían ser alternativas sustitutas o complementarias de la carretera 180, trasladándose vehículos sureste al noreste del país y viceversa (Véase Figura No. 3.4).

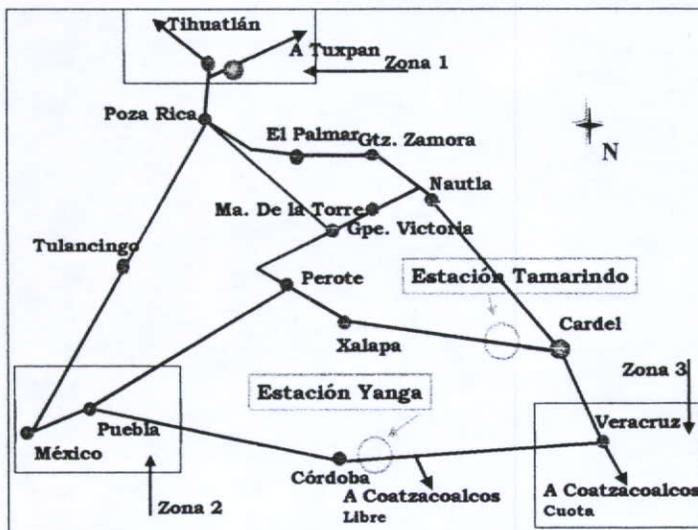


Figura 3.4 Puntos de encuestas origen-destino y zonas.

El tamaño de la muestra se calculó basándose en los TDPA del año 1998 publicados por la S.C.T., estimado para 1999 a una tasa de 5%, mediante el método de "muestreo proporcional al tamaño" con un 95% de confianza (Anexo No.1).

Para analizar esta información se identificaron tres zonas (Véase Figura 3.4). La primera de Veracruz y Córdoba hacia el sur del país, la segunda el centro del país, principalmente la Cd. de México y la tercera de Poza Rica hacia el norte. Formando de esta manera la matriz origen-destino.

Los resultados de la matriz indican que el 100% de los vehículos que tienen como origen-destino el sureste al noreste del país utiliza la carretera federal 180. Lo anterior indica que la Red Vial Relevante está formada por el tramo Cardel-Poza Rica, que es parte de la carretera federal 180 que se propone sea mejorado, el segmento de la carretera que va de Guadalupe Victoria a Nautla por ser complementaria entre la carretera actual y el proyecto. (véase Figura 3.5).

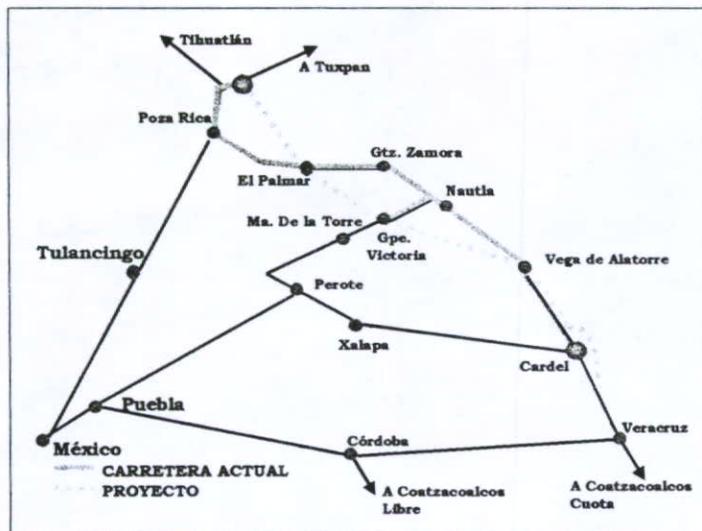


Figura 3.5 Red Vial Relevante.

3.3.3 Separabilidad de Proyectos.

Para poder aplicar el concepto de Separabilidad de Proyectos es necesario que no estén relacionados los costos y beneficios, esto es, que tienen costos y beneficios independientes entre sí.

Los proyectos se pueden separar por demanda o por oferta. Al hablar de demanda se refiere a dividirlo según el TDPA que se da en el trayecto de la carretera actual y separar a través de esta oferta por la características geométricas o las condiciones en las que se encuentra la carretera actual; aunque algunas veces puede coincidir, dividirlo por demanda y oferta, al mismo tiempo.

El haber determinado que la carretera 180 en el segmento que pretende ser mejorado no tiene vías alternativas sustitutas o complementarias, implica que algunas de las acciones propuestas en el proyecto sean proyectos por sí mismos, dado que tienen costos y beneficios independientes entre sí. Por lo que el equipo evaluador al aplicar el principio de separabilidad de proyectos, definió los siguientes proyectos (Véase Figura No. 3.6):

Libramiento de la ciudad de Cardel (Tramo A1): El proyecto consiste en la construcción de un libramiento a cuatro carriles, el cual evitaría que el tránsito de largo itinerario interactúe con el tránsito local, este proyecto se consideró independiente porque sus costos y beneficios no dependen de la construcción de otro proyecto, por lo que el equipo evaluador decidió evaluarlo como un proyecto independiente. En este caso se separa por oferta (Véase Figura 3.6).

Cardel-Laguna Verde (tramo A2): Consiste en ampliar a 4 carriles y mejorar el trazo, se aplicó el principio de separabilidad ya que el flujo vehicular que captaría dicho proyecto, sería del 100% y por tener un TDPA relativamente alto en comparación con todo el segmento que pretende ser mejorado, se realizará la evaluación como un proyecto independiente. En este caso se separa por demanda (Véase Figura 3.6).

Laguna Verde-Vega de Alatorre (Tramo A3): El proyecto consiste en ampliar a 12.0 m de ancho de corona y mejorar el trazo en algunos segmentos, en este caso se aplica el principio de separabilidad ya que el TDPA es relativamente "menor" al proyecto mencionado anteriormente y por las características que presenta, se tendrían beneficios y costos diferentes, por lo que se realizará su evaluación como un proyecto independiente. En este caso se separa por demanda (Véase Figura 3.6).

Los tres proyectos mencionados con anterioridad serían libres.

Vega de Alatorre-El Palmar (Tramo BC): El proyecto consiste en la construcción de un nuevo trazo a dos carriles de altas especificaciones, con un entronque intermedio en Guadalupe Victoria; en este caso los segmentos (B) y (C) no son proyectos independientes ya que depende uno del otro; si se construyera únicamente un solo segmento, la demanda vehicular de largo itinerario disminuiría y por consiguiente tendría menores beneficios, por lo que el equipo evaluador decidió evaluar estos segmentos como un solo proyecto. En este proyecto se aplico el concepto de Separabilidad por oferta (Véase Figura 3.6).

El Palmar-Entronque con la carretera Poza Rica-Tuxpan (Tramo D): El proyecto consiste en la construcción de un nuevo trazo, que funcionaría como libramiento de Poza Rica para el tránsito de largo itinerario, a este proyecto se le aplicó el principio de separabilidad, ya que tendría beneficios y costos diferentes a los proyectos mencionados anteriormente, por lo que se realizará la evaluación como un proyecto independiente. En este proyecto se aplico el concepto de Separabilidad por oferta (Véase Figura 3.6).

Los dos proyectos anteriores serían de cuota.

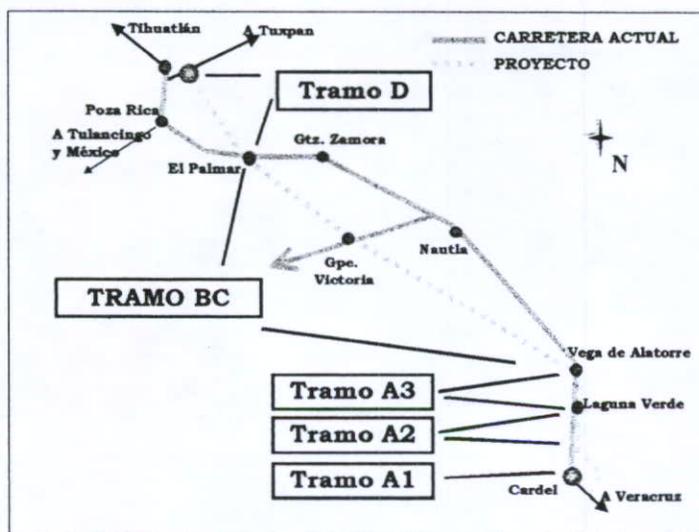


Figura 3.6 Separabilidad de proyectos

3.3.4 Programa de Inversiones.

Otro concepto muy importante en la metodología de transporte interurbano es el programa de inversiones. Como ya sé había comentado existen varios tipos de proyectos de transporte vial interurbano, siendo estos: proyectos de ampliación, proyectos de cambio de trazo, proyectos de mejoramiento de la superficie de rodado, proyecto de reposición de la carpeta de rodado y carreteras nuevas.

Una vez separados los proyectos, a cada uno habrá que realizarle un programa de inversión, para de esta manera, no proporcionar al proyecto beneficios que con inversiones menores podemos obtener.

Pongamos el ejemplo de Tramo A2, de Cardel a Laguna Verde. De acuerdo con el proyecto propuesto, el cual consiste en ampliar a 4 carriles, con la construcción de un nuevo cuerpo paralelo al actual. Actualmente, este tramo es de 2 carriles, sin acotamiento y estado físico de la carpeta en mal estado.

Un programa de inversiones estaría integrado por las siguientes evaluaciones:

i) Mejorar la superficie de rodamiento.

Siendo la situación sin proyecto, la situación con proyecto actual optimizada y la situación con proyecto la nueva superficie de rodamiento.

ii) Una segunda evaluación sería ampliar con acotamiento la carretera.

La situación sin proyecto sería la situación con proyecto de la evaluación anterior y con proyecto la ampliación de acotamiento.

iii) La tercera etapa sería la ampliación y corrección de trazo que propone el proyecto de la S.C.T.

Siendo para este la situación con proyecto de la evaluación anterior y el proyecto la ampliación a 4 carriles.

Cada una de estas evaluaciones tiene como resultado, Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI) y Valor Actual Neto Social (VANS), que son criterios de rentabilidad, el primero indica el momento óptimo de operación y el segundo la rentabilidad.

El Cuadro 3.1 ejemplifica el programa de inversiones (los números son ficticios, solo se mencionan como ejemplo).

Cuadro 3.1 Programa de inversiones.

Evaluación	VAN (millones de pesos)	TRI (Año de inicio de operaciones)
1	524.8	2001
2	382.2	2004
3	420.1	2020

Como podemos observar cada uno de estas evaluaciones tiene su momento óptimo de operación, indicando de esta manera en que año debemos invertir.

Las ventajas de programa de inversiones son:

- 1) Con inversiones menores se obtienen los mismos beneficios y VAN mayores.
- 2) Como su nombre lo indica programar las etapas a realizar.
- 3) No sobrevalorar beneficios que le corresponden a un proyecto yendo de la situación actual optimizada (situación sin proyecto) a la situación con proyecto que le corresponde a la ampliación a 4 carriles.

Sin embargo, en esta investigación se realiza la evaluación de la ampliación a 4 carriles atendiendo a la petición del Gobierno de Estado de Veracruz y el equipo evaluó a 2 carriles como propuesta.

3.3.5 Definición de la Situación Sin Proyecto

Para poder definir la situación sin proyecto es necesario tener información tal como flujos vehiculares, velocidades, composición vehicular, periodización, aforos, tasa de ocupación, condiciones físicas y características geométricas de carreteras actuales.

Para obtener la información arriba mencionada fue necesario dos encuestas origen-destino en los puntos de Gtz. Zamora y Vega de Alatorre (Véase Figura 3.7).

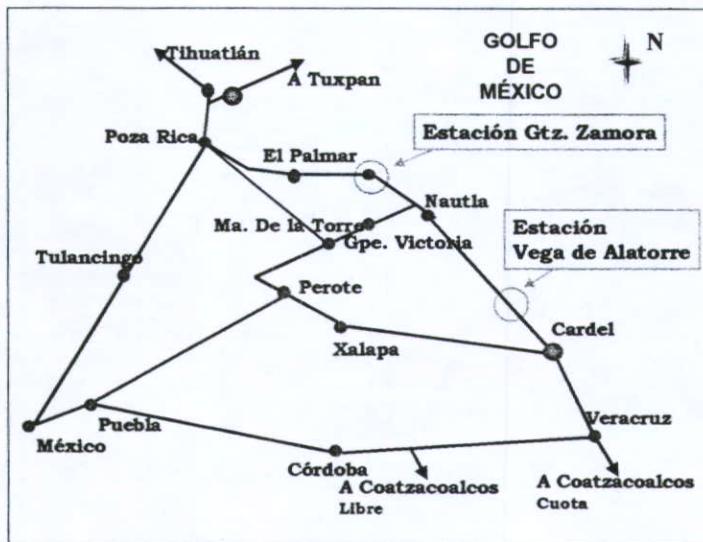


Figura 3.7 Encuestas origen- destino, Estaciones Gutierrez Zamora y Laguna Verde.

El tamaño de la muestra se calculó con los TDPA del año 1998 publicados por la S.C.T., estimado para 1999 a una tasa del 5%, mediante el método de "muestreo proporcional al tamaño" con un 95% de confianza. La información que se recabó en la encuesta fue: Composición vehicular, tasa de ocupación, origen, destino intermedio y destino final del viaje, frecuencia y motivo del viaje. En el caso de camiones de carga, tipo de carga y la cantidad en toneladas (Anexo No. 1).

Durante el trabajo de campo se realizaron aforos en los puntos de encuesta y velocidades por tramo y se realizaron recorridos para observar condiciones de la carretera.

- **Velocidades.**

Esta actividad se realiza en campo por el método de placas. Se realiza poniendo una persona en cada extremo del tramo que se está analizando, las velocidades se obtuvieron por tramo. Estas personas apuntan placas y la hora a la que pasa el vehículo, se toma la distancia

entre dos puntos. En trabajo de gabinete se comparan las placas y los tiempos de los dos extremos. Teniendo distancia y tiempo podemos encontrar la velocidad ($v = d/t$).

a) Optimizaciones

Al restar la situación "con proyecto" de la de "sin proyecto", se debe optimizar la situación base; es decir, la situación "sin proyecto" no corresponde a la *situación actual*, sino a la *situación actual optimizada* durante el horizonte de evaluación. El proceso de optimización involucrará pequeños proyectos (inversiones menores) o adecuaciones administrativas que sean convenientes introducir para eliminar obvias ineficiencias en la operación de la situación actual.

Las optimizaciones encontradas en la evaluación de Transporte Interurbano Vial, son: completar señalamiento horizontal y vertical, reparar algunos puntos conflictivos como curvas verticales, horizontales o entronques, bacheo, entre otros.

Además se debe tomar en cuenta todas aquellas obras que ya están aprobadas y pudieran ejecutarse a corto plazo, para así evitar que el proyecto presente costos o beneficios que no le corresponden.

Para la presente evaluación se consideraron las siguientes optimizaciones:

- Zona interurbana.

Para las zonas interurbanas: Mejorar la carpeta de rodamiento y la complementación de señalamiento horizontal y vertical.

- Zona urbana.

Las medidas de optimización consideradas para la ciudad de Poza Rica fue la sincronización de los semáforos, prohibir estacionarse en la parte que se reduce a dos carriles y suponer que ya esta operando el puente Cazones II, que será exclusivamente para vehículos ligeros, con esto aligeraría la circulación en el "cuello de botella" que se origina en el Puente Cazones

3.3.6 Definición de la Situación Con Proyecto

a) Flujos vehiculares.

- **Proyectos Sin Cuota.**

La demanda para el proyecto del libramiento de la ciudad de Cardel (Tramo A1) se determinó con los resultados de las encuestas de Gutierrez Zamora y Vega de Alatorre y el TDPA. Para los proyecto de Cardel a Laguna Verde (Tramo A2), de Laguna Verde a Vega de Alatorre (Tramo A3) la demanda es igual al TDPA de cada uno de los tramos.

- **Proyectos Con Cuota.**

Para estos proyectos se calculó la demanda, con respecto al TDPA y a los resultados de las encuestas origen-destino de Gtz. Zamora y Vega de Alatorre. De acuerdo con la definición de proyectos se calculará la tarifa o cuota del nuevo tramo Vega de Alatorre-El Palmar y del libramiento de Poza Rica. Con respecto a la tarifa se obtendrá la asignación de la demanda al proyecto.

- **Estimación de la Tarifa a Cobrar.**

La cantidad de vehículos que utilizaría dicha carretera dependerá principalmente de la cuota o tarifa que se cobre.

Si la cuota fuera igual a cero, el 100% de los usuarios que circulan por la carretera actual se asignarían o desviarían a la carretera del proyecto. La demanda potencial se determinó con los resultados de las encuestas origen – destino de Gtz. Zamora y Vega de Alatorre y TDPA. En el caso del tramo BC, aparte se utilizaron rutas de los usuarios.

Sin embargo, como en el proyecto está definido que la cuota sea positiva, el equipo evaluador propone que sea igual a la diferencia de los CGV c/p - CGV s/p multiplicado por un factor de 0.60. Este factor trata de igualar los costos monetarios con los costos no monetarios, dado que los usuarios valoran más los costos monetarios que los no monetarios; ya que si la cuota tiene el 100% del ahorro, la asignación o desvío del flujo vehicular al proyecto sería mínimo.

- **Asignación Vehicular.**

El desvío del flujo vehicular a la carretera de cuota dependerá entonces del monto de la misma. Para determinar la asignación vehicular al proyecto se utilizó una curva de demanda calculada por la S.C.T. (Véase Cuadro No. 3.2) Con base en un modelo de asignación vehicular.

La cantidad que estimó la S.C.T. para una cuota igual a cero es diferente a la que calculó el equipo evaluador, por lo que se optó simplemente en ajustar la curva de demanda (Véase Cuadro 3.3).

Cuadro 3.2 Curva de demanda para asignación de tránsito

Tarifa (\$/km)	Vehículos Asignados	Vehículo Ligero 74%	Autobús 4%	Camión Unitarios 11.25%	Camión Articulado 10.75%
0.00	3,175	2,350	127	357	341
0.20	2,278	1,686	91	256	245
0.40	1,851	1,370	74	208	199
0.60	1,590	1,177	64	179	171
0.70	1,545	1,143	62	174	166
0.80	1,202	889	48	135	129
1.00	944	699	38	106	101
1.20	749	554	30	84	81
1.40	539	399	22	61	58

Fuente: Información proporcionada por la S.C.T.

Nota: La tarifa de autobús y camión unitario se consideró 2.0 veces el de vehículo ligero.

La tarifa de camión articulado se consideró 5.0 veces el de vehículo ligero.

Cuadro 3.3 Curva de demanda ajustada para asignación de tránsito

Tarifa (\$/km)	Vehículos Asignados	Vehículo Ligero 74%	Autobús 4%	Camión Unitarios 11.25%	Camión Articulado 10.75%
0.00	2,792	1808	120	192	672
0.20	2,003	1297	86	138	482
0.40	1,628	1054	70	112	392
0.60	1,398	905	60	96	337
0.70	1,358	880	58	93	327
0.80	1,056	684	45	73	254
1.00	831	538	36	57	200
1.20	659	427	28	45	159
1.40	474	307	20	33	114

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en campo.

Nota: La tarifa de autobús y camión unitario se consideró 2.0 veces el de vehículo ligero

La tarifa de camión articulado se consideró 5.0 veces el de vehículo ligero.

b) Congestión.

La capacidad que tiene una vía para la transportación de vehículos depende de sus características geométricas y de la cantidad de vehículos que circulan por ella en un período (volumen de tránsito), de esta comparación se determina la congestión o nivel de servicio de la vía.

El nivel de servicio se obtuvo por cada tramo y de esta forma los posibles beneficios indirectos de cada tramo (Anexo No.2).

3.3.7 Evaluación.

a) Beneficios.

Los beneficios legítimamente atribuibles al proyecto de Transporte Interurbano Vial son:

- Los Beneficios Directos.
- Los Beneficios Indirectos.

Los directos, que aportan la mayor parte, son los usuarios del proyecto, y los beneficios indirectos que son los usuarios de vías alternativas o sustitutas.

Los beneficios indirectos solo se dan en el caso de que exista congestión en las vías alternativas. En el momento que entra el proyecto, al descongestionarse la vía alternativa, los vehículos que se quedan disminuyen sus costos por viajar.

Los beneficios, tanto directo como indirecto, están definidos como el ahorro en el Costo Generalizado de Viaje (CGV) en la situación con proyecto menos la situación sin proyecto.

El Costo Generalizado de Viaje (CGV) está integrado por el costo de tiempo de las personas que viajan mas el costo de operación del vehículo.

La cuantificación y valoración de los CGV, se realizan a través de la utilización del modelo computacional VOC-MEX. Este modelo se aplicó para cada uno de los tramos que conforman el proyecto, estos cálculos se realizaron para cada tipo de vehículo, sentido de circulación y periodo horario.

Los principales datos que se suministran al VOC-MEX son: pendiente, curvatura, índice de rugosidad internacional, número de carriles, velocidad, características propias del tipo de vehículo, valor del tiempo y tasa de ocupación.

El valor de una hora valorable (valor de tiempo) se obtiene por lo general utilizando el valor del PIB per cápita entre número de horas laborables al año. Para efectos del presente estudio, el valor de una hora laborable se obtuvo utilizando el valor del PIB per cápita entre número de horas laborables al año, lo cual genera un valor de \$13.5/hr (Anexo No. 3).

b) Costos.

Costos legítimamente atribuibles a los proyectos carreteros son:

- **Costos de inversión:** Corresponden al costo de todos los materiales, maquinaria, equipo y mano de obra requeridos para llevar a cabo la construcción de la autopista. Otros costos que debemos integrar a la inversión son el derecho de vía de la tierra que utilizará la autopista.
- **Costos de operación y mantenimiento:** Son los costos correspondientes a los de mantenimiento rutinario, preventivo menor, mayor, la reconstrucción y los costos de operación durante el horizonte de evaluación.
- **Costos de construcción:** En este apartado se encuentran aquellos costos ocasionados por las molestias generadas por *la ampliación* de la carretera actual a los vehículos que la transitan. La construcción produce congestión, filas de espera, desviación, todo esto tiene un costo que se maneja como un porcentaje de la inversión.

En el caso de este proyecto, en los Tramos A2 y A3 a 2 carriles, se da este costo y se maneja como intangible.

- **Costos Indirectos:** Son los ocasionados a los usuarios de vías complementarias. Por entrar el proyecto es posible que le lleve mas tránsito a una carretera, generando un CGV mayor a los vehículos que circulan por ella. Si estos costos no se cuantifican y valoran se manejan como intangibles.

- Otros costos: son los generados por la construcción de la autopista al medio ambiente, están descritos en el estudio de impacto ambiental y los costos por la reparación de dichos daños en la resolución, deben ser integrados a los costos de inversión. En el caso que no se tengan los costos por la reparación de dichos daños, se manejan como intangibles. En este estudio se manejan como intangibles.

Los costos, con excepción de los de construcción e indirectos, se pueden obtener mediante presupuestos de construcción, operación y mantenimiento. Los costos indirectos se pueden cuantificar y valorar por medio de los CGV.

Los factores que adecuan a los precios privados a precios sociales están dados en el capítulo 1 en la sección 1.2.

c) Efectos Intangibles.

En este apartado se encuentran aquellos costos o beneficios que siendo identificables, son difíciles de cuantificar y/o valorar, debido a que no existen criterios definidos para valorarlos o bien por que no se cuenta con información suficiente. En este estudio, se consideraron como intangibles los siguientes efectos.

- Beneficios por postergación del programa de mantenimiento en las vías alternativas (para los proyectos que son trazos nuevos, libramientos de Poza Rica, de Cardel y el proyecto BC).
- Beneficios por disminución de contaminación.
- Beneficios por la disminución del número de accidentes.
- Costos por Aumentar el mantenimiento en vías complementarias.

d) Tasa de Crecimiento.

Los aforos registrados por la publicación de datos viales de la S.C.T. se muestran en el Cuadro No. 3.4:

Cuadro 3.4 TDPA histórico.

Estación	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	%
Cardel	7,282	7,520	7,895	8,346	8,726	9,142	9,525	4.47
Poza Rica	8,452	9,130	9,404	9,686	10,021	10,402	10,718	3.86

El promedio de las estaciones es 4.16%. El crecimiento del parque vehicular está íntimamente ligado con el Producto Interno Bruto, a partir

de esta relación es posible inferir que el tránsito que circulará por la autopista Cardel-Poza Rica se comportará de manera similar a la tasa de crecimiento real del PIB. Para estimar este valor se consultaron documentos oficiales del Banco de México, tomándose un valor promedio del 5% constante para todo el horizonte de evaluación del proyecto.

3.3.8 Criterios de Rentabilidad

En proyectos carreteros los beneficios netos son crecientes en el tiempo calendario debido al crecimiento del flujo vehicular, por lo que el Valor Actual Neto Social (VANS) será en algún momento positivo. Las carreteras finalmente deben ser rehabilitadas y ampliadas, por lo que la pregunta relevante a responder es *cuándo hacerlo*. En estas circunstancias, el criterio aplicable es el de la Tasa de Rentabilidad Inmediata (TRI), definida como la razón de los beneficios netos de cada uno de los años de operación entre la inversión, incluido el costo por molestias:

$$TRI = \frac{\text{Beneficios Neto}_i}{\text{Inversión}}$$

De esta manera, cuando los beneficios son crecientes y no dependen del año en que inicia la operación del proyecto, la inversión debe ser programada de tal manera que el proyecto entre en operación en el primer año en que la TRI es mayor que el costo social de los recursos, esto es:

Si $TRI > (r)$ es el momento óptimo de iniciar la operación.

Si $TRI < (r)$ conviene postergar la inversión.

Donde:

r = Tasa de descuento

Como se comentaba, en el caso de carreteras, el principal criterio de decisión es la TRI, el costo de oportunidad social del dinero está dada por la tasa de descuento social (Véase Cuadro No. 2.4).

Cuadro 2.4 Tasa de descuento social

Año	Tasa
1999-2000	18%
2001-2005	16%
2006-2011	14%
2011-	12%

Fuente: Información proporcionada por el CEPEP.

CAPÍTULO IV EVALUACIÓN DE PROYECTOS

En este capítulo se realizará la evaluación de los cinco proyectos antes mencionados. En cada uno de ellos se describirá, se dará la Situación Sin y Con y su correspondiente evaluación, en algunos casos social y privada y en otras solo social.

En los proyectos de Libramiento de Cardel y Cardel – Laguna Verde se da como alternativa la evaluación de 2 dos carriles y en el proyecto Vega de Alatorre – El Palmar se realiza un análisis de sensibilidad por tarifas.

4.1 Proyecto Libramiento de Cardel (Tramo A1)

4.1.1 Definición de Proyecto.

El proyecto consiste en la construcción de un libramiento a 4 carriles en la localidad de Cardel, dicho proyecto uniría la autopista de cuota que va hacia Veracruz con la carretera federal 180, dicho proyecto sería libre. En la Figura No. 4.1 y el Cuadro No. 4.1 se muestran las condiciones físicas y geométricas de la carretera en proyecto.

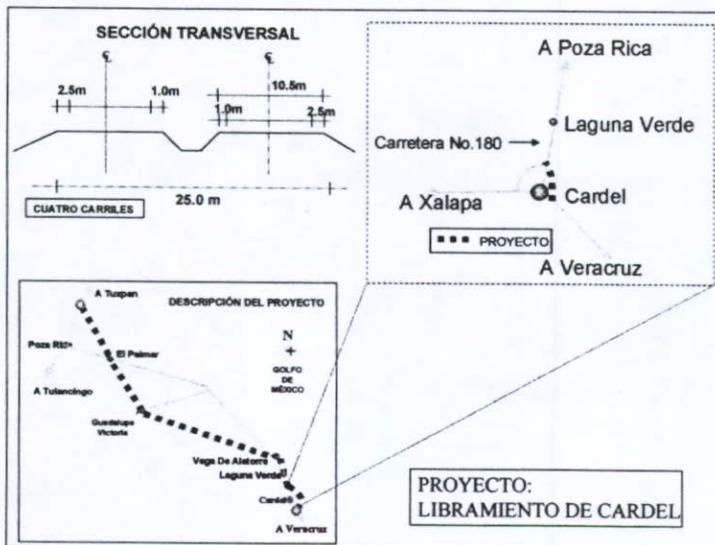


Figura 4.1 Proyecto libramiento de Cardel

Cuadro 4.1 Condiciones físicas y geométricas del proyecto

Concepto	Con proyecto
Longitud	6.4 Km
Ancho de corona	25.0 m
Acotamientos	2.5 y 1.0 m
Perfil del terreno	Plano
Índice de rugosidad	2.5 m/Km

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

4.1.2 Situación Sin Proyecto.

a) Oferta.

La parte urbana de Cardel no cuenta con acotamientos, la carpeta asfáltica se encuentra en mal estado y cuenta con topes en la salida de la ciudad.

La situación sin proyecto consiste en la situación actual optimizada sobre la base de medidas administrativas e inversiones de monto menor. El análisis de la situación actual, indica que las únicas optimizaciones significativas son el mejoramiento de la carpeta asfáltica. En el Cuadro No. 4.2 se presentan las condiciones físicas y geométricas de las vías sin proyecto.

Cuadro 4.2 Condiciones físicas y geométricas de la autopista de cuota hacia Veracruz y zona urbana de Cardel

Concepto	Autopista Veracruz	Zona urbana de Cardel
Longitud	3.2 Km	5.4 Km
Ancho de corona	21.0 m	7.0 m
Acotamientos	2.5 y 3.5 m	Sin acotamientos
Índice de rugosidad	3.5 m/Km	3.5 m/Km
Perfil del terreno	Plano	Plano

Fuente: Elaboración propia con base en información de campo e información proporcionada por la S.C.T.

b) Demanda.

- Zonificación y Flujos vehiculares.

De acuerdo con los datos viales de 1998 publicados por la S.C.T., estimado para el año 1999, el tránsito diario promedio anual (TDPA) es de 10,000 vehículos.

Para este proyecto el equipo evaluador identifico 4 zonas origen-destino. Como se puede ver en la Figura No.4.2. Los vehículos que van de la zona 1 a la 4 actualmente utilizan el libramiento que une la carretera de Xalapa (Zona 1) con la carretera federal 180 (Zona2) y después cruzan parte de la ciudad de Cardel hacia Veracruz (Zona 4). Asimismo los vehículos que van de Laguna Verde (Zona 2) a Veracruz cruzan por la misma parte de la ciudad de Cardel hacia Veracruz.

De acuerdo con lo descrito en el párrafo anterior los únicos viajes que interesan para evaluar el proyecto son los que van de la zona 1 y 4 y la zona 2 a la 4 y viceversa.

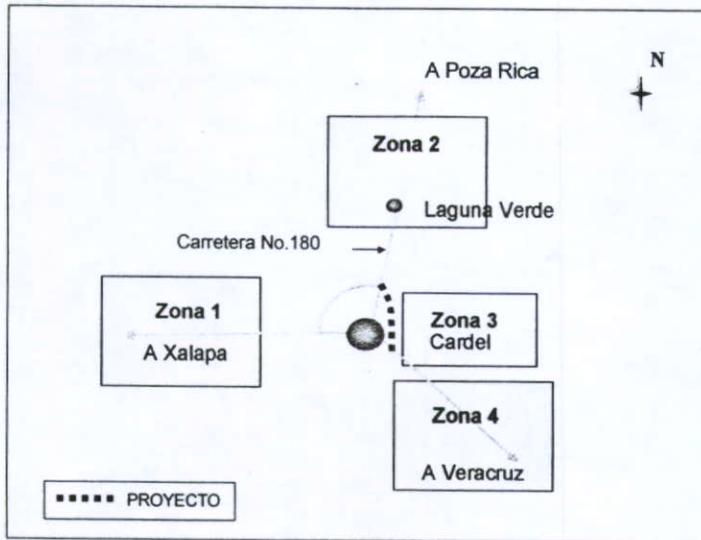


Figura 4.2 Libramiento de Cardel

- Demanda y Composición Vehicular

Considerando el TDPA estimado para el año 1999 y los resultados de las encuestas origen-destino aplicadas por el equipo evaluador, los vehículos que viajan diariamente de Veracruz a Xalapa o viceversa son 6,159 y de Veracruz a Laguna Verde o viceversa son 3,152; lo que implica que la demanda que usaría el proyecto diariamente sería de 9,311 vehículos.

La composición del flujo vehicular es de importancia para el diseño de las obras físicas y también lo es para establecer el flujo vehicular equivalente con el objeto de determinar los niveles de congestión y para estimar los CGV, pues estos varían según el tipo de vehículo.

La composición vehicular fue establecida de acuerdo con las encuestas origen-destino y aforos de las estaciones Tamarindo y Laguna Verde antes mencionadas. En el Cuadro 4.3 se muestra la composición vehicular y la demanda para ambos sentidos.

Cuadro 4.3 Composición vehicular y demanda para ambos sentidos en la situación sin proyecto.

Tipo de vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Veracruz	
	Composición Vehicular	Demanda	Composición Vehicular	Demanda
Automóvil	31.3%	1,221	34.9%	1,888
Pick-up	16.3%	636	23.5%	1,271
Autobús	3.3%	129	2.3%	125
Camión unitario	13.6%	531	15.4%	833
Trailer	35.5%	1,384	23.9%	1,293
Total	100%	3,901	100%	5,410

Fuente: Elaboración propia con base en información de estudio de campo.

c) Interacción entre oferta y demanda.

- Congestión Vehicular.

Con base en el TDPA estimado de 1999, se realizó un análisis para la conversión a vehículos equivalentes y se comparó con la capacidad vial. Con esto se determinó que el año de congestión será en el año 2013. La conversión a vehículos equivalentes y el año de congestión se muestra en el anexo No. 2.

- Velocidades y CGV

En el estudio de campo se efectuaron mediciones de velocidades, para así poder calcular los CGV en los que incurren los usuarios actualmente. Para el cálculo de los CGV, se utilizó el modelo VOC-MEX. Mostrándose en el Cuadro No. 4.4 las velocidades y los CGV sin proyecto (Anexo No. 3).

Cuadro 4.4 Velocidades (Km/h) y CGV (\$/veh.-tramo), para ambos sentidos en la situación sin proyecto

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Veracruz	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	73.7	18.0	75.5	18.1
Pick-up	71.4	17.4	73.3	17.5
Autobús	69.2	76.9	71.4	78.9
Camión unitario	65.9	41.5	67.3	42.3
Trailer	61.4	74.2	65.5	74.1

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

4.1.3 Situación Con Proyecto.

a) Flujos vehiculares.

Con el proyecto los vehículos que van de Veracruz hacia Xalapa o Laguna Verde y viceversa, utilizarían el libramiento de Cardel sin tener que pasar por la zona urbana, teniendo con esto un menor costo de viaje.

b) Velocidades y CGV.

La construcción del libramiento de Cardel permitiría que los diferentes tipos de vehículos alcancen velocidades promedio significativamente mayores y por el contrario, menores CGV, a las observadas en la ruta actual. En el Cuadro No. 4.5 se observan las velocidades promedio y los correspondientes CGV que se obtuvieron a través del modelo VOC-MEX (Anexo No.3).

Cuadro 4.5 Velocidades (Km/h) y CGV (\$/veh.-tramo), para ambos sentidos en la situación con proyecto

Tipo de veh.	Sentido Poza Rica		Sentido Veracruz	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	100.4	11.6	100.4	11.9
Pick-up	94.3	11.3	94.20	11.6
Autobús	92.6	51.2	92.2	53.9
Camión unitario	83.1	28.6	82.4	30.0
Trailer	81.1	50.7	80.5	52.6

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

4.1.4 Evaluación Social.

a) Beneficios Sociales.

La ejecución del proyecto traería como consecuencia un menor tiempo de viaje debido al incremento en la velocidad y un menor costo de operación de los vehículos en virtud del mejor estado de la carpeta de rodamiento y la reducción en distancia (Véase Cuadros No. 4.6 y No. 4.7).

Cuadro 4.6 Ahorros totales en CGV (\$/tramo), sentido Poza Rica (Pesos a mayo de 1999)

Tipo de vehículo	Ahorro CGV (\$/veh.- tramo)	Demanda	Ahorro Total en CGV
Automóvil	6.4	1,221	7,814
Pick-up	6.1	636	3,880
Autobús	25.8	129	3,328
Camión unitario	12.9	531	6,850
Trailer	23.5	1,384	32,524

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Cuadro 4.7 Ahorros totales en CGV (\$/tramo), sentido Cardel (Pesos a mayo de 1999)

Tipo de vehículo	Ahorro CGV (\$/veh.- tramo)	Demanda	Ahorro Total en CGV
Automóvil	6.2	1,888	11,706
Pick-up	5.9	1,271	7,499
Autobús	25.0	125	3,125
Camión unitario	12.3	833	10,246
Trailer	21.6	1,293	27,929

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX:

Con base a los ahorros totales de CGV calculados anteriormente, se cuantificó y valorizó los beneficios sociales anuales del tránsito desviado (Véase Cuadro No. 4.8.).

Cuadro 4.8 Beneficios sociales por ahorros de CGV anuales (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Auto	Pick-up	Autobús	Camión	Trailer	Total
2000	7.5	4.4	2.5	6.6	23.5	44.4
2005	9.6	5.6	3.1	8.4	29.9	56.6
2015	15.6	9.1	5.1	13.7	48.5	91.9
2025	25.4	14.8	8.3	22.3	78.7	149.5
2028	29.4	17.1	9.7	25.8	91.1	173.0

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida a través del Modelo VOC-MEX.

b) Costos Sociales.

Los costos corresponden a la inversión requerida para construir el nuevo trazo y los costos de mantenimiento, dichos costos fueron estimados con base en información proporcionada por la S.C.T.

- Costos de Inversión.

Los costos privados del proyecto ascienden a \$77.69 millones, los cuales ajustados a precios sociales reportan una inversión de \$76.26 millones. La corrección a precios sociales se efectuó utilizando los factores de ajuste proporcionados por el CEPEP Banobras. El periodo de ejecución duraría un año. En el Cuadro No. 4.9 se desglosa el costo social del programa de inversión.

Cuadro 4.9 Costos sociales de inversión (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto social
Materiales	29.5
Mano de obra	11.7
Maquinaria y equipo	26.0
Derecho de vía	9.0
Inversión total	76.2

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

- Costos de Mantenimiento.

Tienen como objetivos principales evitar el deterioro de las vías y reparar los daños ocasionados por el tránsito vehicular y los factores físicos-climáticos. En el Cuadro No. 4.10 se presentan los costos de mantenimiento durante la vida útil del proyecto.

Cuadro 4.10 Costos sociales de mantenimiento (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto social
Mantenimiento anual	0.8
Mantenimiento preventivo menor años 6, 15 y 24	2.8
Mantenimiento preventivo mayor años 10 y 28	8.1
Reconstrucción en el año 19	17.1

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

- Evaluación.

La evaluación del proyecto se realiza a través del cálculo del momento óptimo de entrada en operación del libramiento de Cardel, considerando que los beneficios son crecientes en el tiempo, un horizonte de evaluación de 30 años y un periodo de ejecución de la inversión de un año. En el Cuadro No. 4.11 se muestran los resultados del momento óptimo de operación.

Cuadro 4.11 Momento óptimo de operación (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Ahorro en CGV	Costo de Mantenimiento	Beneficios Netos	I*r	TRI
2000	44.4	0.8	43.6	13.7	57%

Fuente: Elaboración propia e información proporcionada por el CEPEP.

Como se observa desde el punto de vista social es conveniente ejecutar a la brevedad el proyecto, puesto que su año óptimo de inversión ha sido rebasado, teniendo un Valor Actual Neto Social (VANS) de 377.5 millones de pesos.

4.1.5 Proyecto Alternativo.

De acuerdo con el TDPA mencionado se puede observar que es relativamente bajo para las características que presenta el proyecto, por lo que el equipo evaluador propuso la alternativa de tamaño y realizó la evaluación a 2 carriles, con ancho de corona de 12.0 m.

Las velocidades de circulación fueron estimadas por el modelo VOC-MEX, a partir de las velocidades deseadas incorporadas por el equipo evaluador.

a) Valoración de los beneficios y costos sociales.

- Beneficios Sociales.

En esta alternativa, se consideraron los ahorros en CGV ocasionados por el libramiento a 2 carriles, con un ancho de corona de 12.0 m. En los Cuadros No. 4.12 y 4.13 se muestran los ahorros en CGV comparando las situaciones sin y con proyecto.

Cuadro 4.12 Ahorros totales de CGV (\$/veh.-tramo) en las situaciones sin y con proyecto (Pesos a mayo de 1999), sentido Poza Rica

Tipo de Vehículo	CGV s/p	CGV c/p	Ahorro en CGV	Demanda	Ahorro Total
Automóvil	18.0	11.9	6.1	1,221	7,448
Pick-up	17.4	11.5	6.0	636	3,816
Autobús	76.9	51.7	25.2	129	3,251
Camión	41.5	28.3	12.2	531	6,478
Trailer	74.2	50.3	21.9	1,384	30,310

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida a través del modelo VOC-MEX.

Cuadro 4.13 Ahorros totales de CGV (\$/veh.-tramo) en las situaciones sin y con proyecto (Pesos a mayo de 1999), sentido Cardel

Tipo de Vehículo	CGV s/p	CGV c/p	Ahorro en CGV	Demanda	Ahorro Total
Automóvil	18.1	12.1	6.0	1,888	11,328
Pick-up	17.5	11.8	5.8	1,271	7,372
Autobús	78.9	54.5	24.5	125	3,063
Camión	42.3	30.5	11.8	833	9,829
Trailer	74.1	52.3	20.8	1,293	26,894

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida a través del modelo VOC-MEX.

Para calcular los beneficios sociales por ahorro en CGV anuales, se toma en cuenta la misma demanda potencial a la del proyecto propuesto, ya que en lo único que cambia es el tamaño óptimo y no en las decisiones del usuario. En el Cuadro No. 4.14 se presentan los beneficios sociales para la alternativa propuesta por el equipo evaluador.

Cuadro 4.14 Beneficios sociales por ahorros de CGV anuales para la alternativa a 2 carriles (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Auto	Pick-up	Autobús	Camión	Trailer	Total
2000	7.2	4.3	2.4	6.3	22.3	42.5
2005	9.2	5.5	3.1	8.0	28.4	54.1
2015	14.9	8.9	5.0	13.0	46.0	87.8
2025	24.3	14.5	8.2	21.2	74.7	142.9
2028	28.1	16.8	9.4	24.6	86.4	165.4

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida a través del Modelo VOC-MEX.

- Costos Sociales.

Los costos sociales para el proyecto alternativo a 12.0 m de ancho de corona, fueron estimados con base en información proporcionada por la S.C.T.

- Costos de Inversión.

Los costos privados de esta alternativa ascienden a \$48.3 millones, los cuales ajustados a precios sociales reportan una inversión de \$47.5 millones. El periodo de ejecución duraría un año. En el Cuadro No. 4.15 se desglosa el costo social del programa de inversión.

Cuadro 4.15 Costos sociales de inversión (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto social
Materiales	16.9
Mano de obra	6.7
Maquinaria y equipo	14.8
Derecho de vía	9.0
Inversión total	47.5

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

- **Costos de Mantenimiento.**

Tienen como objetivo principal reparar los daños ocasionados por el tránsito vehicular. En el Cuadro No. 4.16 se desglosan los costos de mantenimiento durante la vida útil del proyecto.

Cuadro 4.16 Costos sociales de mantenimiento (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto social
Mantenimiento anual	0.5
Mantenimiento preventivo menor años 6, 15 y 24	1.6
Mantenimiento preventivo mayor años 10 y 28	4.6
Reconstrucción en el año 19	9.7

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

- **Evaluación.**

La evaluación de la alternativa propuesta se determinó a través del cálculo del momento óptimo de entrada de operación del libramiento a 12.0 m de ancho de corona.

Considerando un periodo de ejecución de un año, el momento socialmente óptimo de entrada de operación de esta alternativa sería en el año 2000 (Véase Cuadro No. 4.17).

Cuadro 4.17 Momento óptimo de operación de la alternativa propuesta por el equipo evaluador (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Ahorro en CGV	Costo de Mantenimiento	Beneficios Netos	I*r	TRI
2000	42.5	0.5	42.0	8.5	88%

Fuente: Elaboración propia e información proporcionada por el CEPEP.

Considerando los resultados del cuadro anterior, el momento óptimo de inversión también ha sido rebasado, por consiguiente se determinó el flujo de beneficios y costos de la alternativa propuesta por el equipo evaluador. A partir de esto, se determinaron los beneficios para obtener el VANS de la alternativa, que es el que se debe comparar con el respectivo VANS del proyecto propuesto (Véase Cuadro No. 4.18).

Cuadro 4.18 VANS del proyecto propuesto y de la alternativa (Millones de pesos a mayo de 1999)

Programa	VAB	VAC	VANS
Propuesto por la S.C.T.	423.7	86.2	337.5
Alternativa	404.9	53.1	351.8

Nota: VAB, Valor Actual de los Beneficios y VAC, Valor Actual de los Costos.

De esta forma, considerando los resultados del cuadro anterior, la mejor alternativa desde el punto de vista social, es la construcción a dos carriles con 12.0 m de ancho de corona. Lo anterior se debe a que esta alternativa propuesta presenta un mayor VANS.

4.2 Proyecto de Cardel a Laguna Verde (Tramo A 2)

4.2.1 Definición de Proyecto.

De acuerdo al proyecto propuesto, que consiste en mejorar y ampliar a 4 carriles el tramo Cardel-Laguna Verde, con la construcción de un nuevo cuerpo paralelo al actual, dicho proyecto sería vía libre. En la Figura No.4.3 y el Cuadro No. 4.19 se presentan las condiciones físicas y geométricas de la carretera en proyecto.

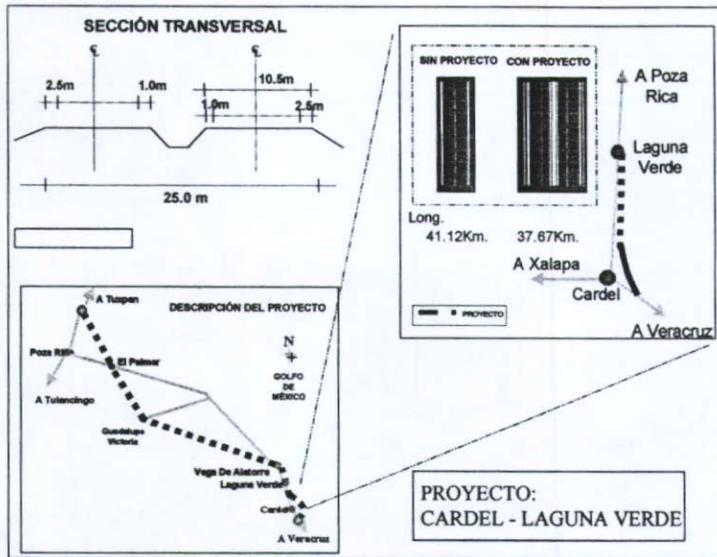


Figura 4.3 Tramo Cardel-Laguna Verde.

Cuadro 4.19 Condiciones físicas y geométricas del proyecto.

Concepto	Situación con proyecto
Longitud	37.7 Km
Ancho de corona	21.0 m
Acotamientos	2.5 y 1.0 m
Perfil del terreno	Lomerío suave
Índice de rugosidad	2.5 m/Km

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T. y estudio de campo.

4.2.2 Situación Sin Proyecto.

a) Oferta.

Actualmente el estado físico en que se encuentra el tramo Cardel-Laguna Verde es deficiente, tomando en cuenta que la carpeta asfáltica se encuentra en mal estado y no cuenta con acotamientos.

La situación sin proyecto, como se ha mencionado anteriormente, debe contemplar todas aquellas inversiones menores en infraestructura que puedan afectar la operación del proyecto en estudio, por lo que se considera que se optimiza a través de un riego de sello, lo que permite mejorar la carpeta asfáltica. En el Cuadro No. 4.20 se presentan las condiciones físicas y geométricas de la carretera sin proyecto.

Cuadro 4.20 Condiciones físicas y geométricas de la carretera en la situación sin proyecto

Concepto	Sin proyecto
Longitud	41.1 Km
Ancho de corona	7.0 m
Acotamientos	Sin acotamientos
Perfil del terreno	Lomerío suave
Índice de rugosidad	3.5 m/Km

Fuente: Elaboración propia con base en estudio de campo e información proporcionada por la S.C.T.

b) Demanda.

- Flujos vehiculares.

Actualmente el flujo vehicular que transita de Cardel a Laguna Verde presenta problemas, principalmente por la dificultad de rebasar a los vehículos pesados. por ser una carretera angosta.

- Demanda y Composición Vehicular.

En el tramo Cardel-Laguna Verde, por ser una carretera que no tiene desviación de flujos vehiculares importantes, los viajes que interesan para evaluar el proyecto, es el TDPA del tramo, tomando el supuesto que todos realizan dicho viaje.

De acuerdo con el TDPA proyectado para el año 1999, los vehículos que viajan actualmente de Cardel hacia Laguna Verde son 7,241 vehículos diarios que circulan en la situación actual y que seguirían transitando en la situación con proyecto. En el Cuadro No. 4.21 se muestra la composición vehicular y la demanda potencial para ambos sentidos.

Cuadro 4.21 Composición vehicular y demanda para ambos sentidos en la situación sin proyecto

Tipo de vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Composición Vehicular	Demanda	Composición Vehicular	Demanda
Automóvil	36.7%	1,300	42%	1,553
Pick-up	29.9%	1,059	29%	1,073
Autobús	6.1%	216	5.8%	215
Camión unitario	9.2%	326	8.4%	311
Trailer	18.1%	640	14.8%	548
Total	100%	3,541	100%	3,700

Fuente: Elaboración propia con base en información de estudio de campo.

c) Interacción entre oferta y demanda.

- Congestión Vehicular.

De acuerdo a la tasa de crecimiento vehicular y al TDPA estimado al año 1999, se realizó un estudio de capacidad vial, con lo que se determinó que el año de congestión sería en el año 2009. La conversión de vehículos equivalentes y el año de congestión se muestran en el Anexo No 2.

- Velocidades y CGV

En el estudio de campo se efectuaron mediciones de velocidades, necesarias para así poder calcular los CGV en los que incurren los usuarios actualmente. Para el cálculo de los CGV, se utilizó el modelo VOC-MEX, presentándose en el cuadro 4.22 las velocidades y CGV sin proyecto.

Cuadro 4.22 Velocidades (Km/h) y CGV (\$/veh.-tramo), para ambos sentidos en la situación sin proyecto

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	84.8	80.8	82.0	85.6
Pick-up	81.9	78.5	77.7	85.0
Autobús	74.2	353.2	71.6	405.8
Camión unitario	73.5	199.1	68.3	232.9
Trailer	69.0	365.2	65.9	402.5

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

4.2.3 Situación Con Proyecto.

a) Flujos vehiculares.

Con el proyecto, los vehículos que van de Cardel hacia Laguna Verde y viceversa, utilizarían el proyecto sin tener que pasar por los poblados y sin ningún problema de rebase; con esto tendrían menores costos de viaje.

b) Interacción entre oferta y demanda.

- Velocidades y CGV.

La ampliación a 4 carriles del tramo Cardel-Laguna Verde, permitiría que los diferentes tipos de vehículos alcancen velocidades promedio significativamente mayores y por el contrario menores CGV, a las observadas en la situación sin proyecto. En el Cuadro No. 4.23 se observan las velocidades promedio y CGV que se obtuvieron a través del modelo VOC-MEX.

Cuadro 4.23 Velocidades (Km/h) y CGV (\$/veh.-tramo), para ambos sentidos en la situación con proyecto

Tipo de veh.	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	100.5	67.9	100.0	69.4
Pick-up	94.3	66.4	94.0	67.8
Autobús	92.1	303.0	92.5	317.8
Camión unitario	83.2	171.7	82.5	179.9
Trailer	80.4	305.4	80.1	313.1

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

4.2.4 Evaluación Social.

a) Beneficios.

La ejecución del proyecto traería como consecuencia ahorros en costos de transporte por la ampliación a 4 carriles del tramo Cardel.-Laguna Verde. El cálculo de los ahorros en CGV se realizó mediante el uso del modelo computacional VOC-MEX (Véase Cuadros No. 4.24 y 4.25).

Cuadro 4.24 Ahorros totales en CGV (\$/tramo), sentido Poza Rica (Pesos a mayo de 1999)

Tipo de vehículo	Ahorro CGV (\$/veh.- tramo)	Demanda	Ahorro Total en CGV
Automóvil	12.1	1300	15,769.0
Pick-up	12.1	1059	12,803.3
Autobús	50.2	216	10,841.0
Camión unitario	27.4	326	8,945.4
Trailer	50.8	640	32,537.6

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Cuadro 4.25 Ahorros totales en CGV (\$/tramo), sentido Cardel (Pesos a mayo de 1999)

Tipo de vehículo	Ahorro CGV (\$/veh.- tramo)	Demanda	Ahorro Total en CGV
Automóvil	16.2	1553	25,189.7
Pick-up	17.3	1073	18,509.6
Autobús	88.1	215	18,932.9
Camión unitario	52.9	311	16,473.7
Trailer	89.4	548	48,985.7

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Con base a los ahorros totales de CGV calculados anteriormente, se cuantificó y valorizó los beneficios sociales anuales del tránsito normal (Véase Cuadro No. 4.26).

Cuadro 4.26 Beneficios sociales por ahorro de CGV anuales (Millones de pesos a mayo de 1999).

Año	Auto	Pick-up	Autobús	Camión	Trailer	Total
2000	15.7	12.0	11.5	9.7	32.5	81.4
2005	20.0	15.3	14.7	12.4	41.1	103.5
2015	32.6	24.9	23.9	20.2	66.2	167.9
2025	53.1	40.6	39.0	32.9	107.1	272.7
2028	61.5	47.0	45.1	38.0	123.5	315.5

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida a través del Modelo VOC-MEX.

b) Costos

Los costos corresponden a la inversión requerida para construir el nuevo cuerpo paralelo al actual y los costos de mantenimiento, dichos costos fueron estimados con base en información proporcionada por la S.C.T.

- **Costos de inversión**

Los costos privados de inversión de este proyecto ascienden a \$308.4 millones, los cuales ajustados a precios sociales reportan una inversión de \$302.4 millones. El periodo de ejecución duraría un año. En el Cuadro No. 4.27 se desglosa el costo social de inversión.

Cuadro 4.27 Costos sociales de inversión (Millones de pesos a mayo de 1999.).

Concepto	Monto social
Materiales	123.5
Mano de obra	49.1
Maquinaria y equipo	108.7
Derecho de vía	21.1
Inversión total	302.4

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

- **Costos de Mantenimiento**

Para los costos de mantenimiento, se incluyeron todas aquellas operaciones que se deben realizar para conservar la carretera en óptimas condiciones durante su vida útil. En el Cuadro No. 4.28 se presentan estos costos.

Cuadro 4.28 Costos sociales de mantenimiento (Millones de pesos a mayo de 1999).

Concepto	Monto social
Mantenimiento anual	3.2
Mantenimiento preventivo menor años 6, 15 y 24	10.6
Mantenimiento preventivo mayor años 10 y 28	31.7
Reconstrucción en el año 19	66.5

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

c) **Evaluación.**

Se determinó a través del cálculo del momento óptimo de entrada en operación de la ampliación del tramo considerando un horizonte de evaluación de 30 años y un periodo de ejecución de la inversión de un año. En el Cuadro No. 4.29 se muestran los resultados de momento óptimo de operación.

Cuadro 4.29 Momento óptimo de inversión (Millones de pesos a mayo de 1999).

Año	Ahorro en CGV	Costo de Mantenimiento	Beneficios Netos	I*r	TRI
2000	81.4	3.2	78.2	54.4	26%

Fuente: Elaboración propia e información proporcionada por el CEPEP.

Se recomienda desde el punto de vista social realizar la inversión en el año 1999, para empezar a operar en el transcurso del año 2000. De acuerdo al proyecto propuesto, el VANS sería de 434.1 millones de pesos.

4.2.5 Proyecto Alternativo.

Con respecto al TDPA que es relativamente bajo para pensar en una ampliación a 4 carriles, el equipo evaluador decidió realizar la evaluación a 2 carriles con un ancho de corona de 12.0 m.

Las velocidades de circulación fueron estimadas por el modelo VOC-MEX, a partir de las velocidades deseadas incorporadas por el equipo evaluador.

a) Valoración de los beneficios y costos sociales.

- Beneficios Sociales.

En esta alternativa, se consideraron los ahorros en CGV ocasionadas por el libramiento a 2 carriles, con un ancho de corona de 12.0 m. En los Cuadros No. 4.30 y 4.31 se muestran el ahorro en CGV comparando las situaciones sin y con proyecto.

Cuadro 4.30 Ahorros totales de CGV (\$/veh.-tramo) en las situaciones sin y con proyecto (Pesos a mayo de 1999), sentido Poza Rica

Tipo de Vehículo	CGV s/p	CGV c/p	Ahorro en CGV	Demanda	Ahorro Total
Automóvil	80.0	69.5	10.6	1300	13,780.0
Pick-up	78.5	66.7	11.7	1095	12,812.0
Autobús	353.2	306.1	47.1	216	10,174.0
Camión	199.1	172.6	26.58	326	8,672.0
Trailer	356.2	307.0	49.2	640	31,488.0

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida a través del modelo VOC-MEX.

Cuadro 4.31 Ahorros totales de CGV (\$/veh.-tramo) en las situaciones sin y con proyecto (Pesos a mayo de 1999), sentido Cardel

Tipo de Vehículo	CGV s/p	CGV c/p	Ahorro en CGV	Demanda	Ahorro Total
Automóvil	85.6	71.0	14.6	1553	22,674.0
Pick-up	85.0	68.2	16.8	1073	18,026.0
Autobús	405.8	321.1	84.7	215	18,211.0
Camión	232.9	180.4	52.5	311	16,328
Trailer	402.5	313.5	89.0	548	48,772.0

Fuente: Elaboración propia, con base en información obtenida a través del modelo VOC-MEX.

Para calcular los beneficios sociales por ahorro en CGV anuales, se toma en cuenta la misma demanda potencial a la del proyecto propuesto. En el Cuadro No. 4.32 se presentan los beneficios sociales para la alternativa propuesta por el equipo evaluador.

Cuadro 4.32 Beneficios sociales por ahorros de CGV anuales para la alternativa a 2 carriles (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Auto	Pick-up	Autobús	Camión	Trailer	Total
2000	14.0	11.7	11.0	9.5	31.9	78.1
2005	17.8	14.9	14.0	12.1	40.4	99.3
2015	29.0	22.8	22.8	19.8	65.2	161.1
2025	47.3	37.2	37.2	32.3	105.4	261.6
2028	54.7	45.73	43.0	37.4	121.9	302.7

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida a través del Modelo VOC-MEX.

- **Costos Sociales.**

Los costos sociales para el proyecto alternativo del libramiento a 12.0 m de ancho de corona, fueron estimados con base en información proporcionada por la S.C.T.

- **Costos de Inversión**

Los costos privados de este proyecto ascienden a \$136.0 millones, los cuales ajustados a precios sociales reportan una inversión de \$133.6 millones. El periodo de ejecución duraría un año. En el Cuadro No. 4.33 se desglosa el costo social de esta alternativa.

Cuadro 4.33 Costos sociales de inversión (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto social
Materiales	49.4
Mano de obra	19.6
Maquinaria y equipo	43.5
Derecho de vía	21.1
Inversión total	133.6

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

- **Costos de Mantenimiento**

Tienen como objetivo principal reparar los daños ocasionados por el tránsito vehicular. En el Cuadro No. 4.34 se presentan los costos de mantenimiento durante la vida útil del proyecto.

Cuadro 4.34 Costos sociales de mantenimiento (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto social
Mantenimiento anual	1.2
Mantenimiento preventivo menor años 6, 15 y 24	3.8
Mantenimiento preventivo mayor años 10 y 28	11.3
Reconstrucción en el año 19	23.6

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

- **Costos de molestias durante la construcción.**

El equipo evaluador identificó el costo por molestia que surgiría durante la realización del proyecto alternativo, ya que esto provocaría interferencias, desvíos y en algunos casos detenciones del tránsito. Debido a que no existen criterios definidos para valorarlos o bien porque no se cuenta con información suficiente se consideró como un costo intangible.

- **Evaluación**

La evaluación de este proyecto se determinó a través del cálculo del momento óptimo de entrada de operación del proyecto alternativo a 12.0 m de ancho de corona.

Considerando un periodo de ejecución de un año, el momento socialmente óptimo de entrada en operación de esta alternativa sería en el año 2000 (Véase Cuadro No. 4.35).

Cuadro 4.35 Momento óptimo de operación de la alternativa propuesta por el equipo evaluador (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Ahorro en CGV	Costo de Mantenimiento	Beneficios Netos	I*r	TRI
2000	78.1	1.2	76.9	24.1	58%

Fuente: Elaboración propia e información proporcionada por el CEPEP.

Considerando los resultados del cuadro anterior, el momento óptimo de inversión también ha sido rebasado; por consiguiente se determinó el flujo de beneficios y costos de la alternativa. A partir de estos flujos se obtuvo el VANS, que es el que se debe comparar con el respectivo VANS del proyecto propuesto (Véase Cuadro No. 4.36).

Cuadro 4.36 VANS del proyecto propuesto y de la alternativa (Millones de pesos a mayo de 1999)

Programa	VAB	VAC	VANS
Propuesto por la S.C.T:	774.5	340.4	434.2
Alternativa	743.3	147.4	595.9

Fuente: Elaboración propia (detalle ver Anexos de evaluación).

De esta forma, considerando los resultados del cuadro anterior, la mejor alternativa desde el punto de vista social, es la construcción a dos carriles, con 12.0 m de ancho de corona, para posteriormente ampliarla a cuatro carriles. Lo anterior debido a que esta alternativa propuesta presenta un mayor VANS.

Proyecto de Laguna Verde a Vega de Alatorre (Tramo A 3).

4.3.1 Definición de Proyecto.

El proyecto consiste en una ampliación a 12.0 m de ancho de corona y mejorar el trazo en algunos segmentos del tramo Laguna Verde a Vega de Alatorre, dicho proyecto sería vía libre. En la Figura No. 4.4 y el Cuadro No. 4.37 se muestran las condiciones físicas y geométricas de la carretera en proyecto.

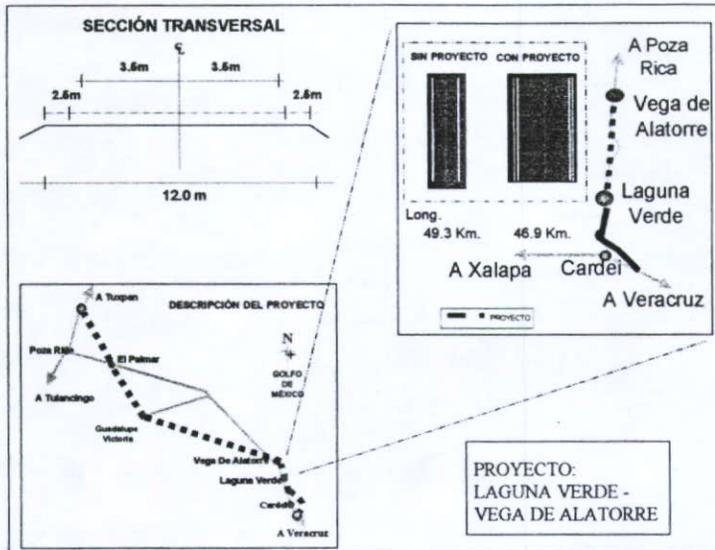


Figura 3.4 Tramo Laguna Verde-Vega de Alatorre.

Cuadro 4.37 Condiciones físicas y geométricas del proyecto

Concepto	Con proyecto
Longitud	46.9Km
Ancho de corona	12.0 m
Acotamientos	2.5 m
Perfil del terreno	Lomerío suave
Índice de rugosidad	2.5 m/Km

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

4.3.2 Situación Sin Proyecto.

a) Oferta.

Actualmente en el tramo Laguna Verde-Vega de Alatorre, las condiciones físicas de la carretera son aceptables. La situación actual indica que no existen medidas de optimización significativas, por lo que se consideraría la situación actual como situación sin proyecto. En el Cuadro No. 4.38 se presentan las condiciones físicas y geométricas de la carretera sin proyecto.

Cuadro 4.38 Condiciones físicas y geométricas de la carretera en la situación sin proyecto

Concepto	Sin proyecto
Longitud	49.3 Km
Ancho de corona	7.2 m
Acotamientos	0.10 m para ambos sentidos
Perfil del terreno	Lomerío suave
Índice de rugosidad	3.5 m/Km

Fuente: Elaboración propia con base en estudio de campo e información proporcionada por la S.C.T.

b) Demanda.

- Flujos vehiculares.

Actualmente el flujo vehicular que transita de Laguna Verde hacia Vega de Alatorre, presenta la misma situación que el proyecto anterior, a excepción de que el flujo vehicular disminuye significativamente.

- Demanda y Composición Vehicular

Debido a que esta carretera no presenta adiciones o disminuciones significativas en el flujo vehicular, se considera que el TDPA permanece constante a lo largo de todo el proyecto.

Con base en el TDPA del año 1998 y proyectado para el año 1999 a una tasa de 5%, los vehículos que viajan actualmente de Laguna Verde hacia Vega de Alatorre ascienden a 4,841 vehículos diariamente. En el Cuadro No. 4.39 se muestra la composición vehicular y la demanda para ambos sentidos.

Cuadro 4.39 Composición vehicular y demanda potencial para ambos sentidos en la situación sin proyecto

Tipo de vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Composición Vehicular	Demanda	Composición Vehicular	Demanda
Automóvil	36.7%	869	42.0%	1038
Pick-up	29.9%	708	28.9%	715
Autobús	6.1%	144	5.9%	146
Camión unitario	9.1%	216	8.4%	208
Trailer	18.2%	431	14.8%	366
Total	100%	2,368	100%	2,473

Fuente: Elaboración propia con base en información de estudio de campo.

c) Interacción entre oferta y demanda.

- Congestión Vehicular.

De acuerdo a la tasa de crecimiento vehicular y al TDPA estimado al año 1999, se realizó un análisis para la conversión en vehículos equivalentes en el tramo y se comparó con la capacidad vial, con lo cual se determinó que el año de congestión sería en el año 2017. La conversión de vehículos equivalentes y el año de congestión se muestran en el Anexo No. 2.

- Velocidades y CGV.

En el estudio de campo se efectuaron mediciones de velocidades, y para calcular los CGV en los que incurren los usuarios actualmente. En el Cuadro No. 4.40 se presentan las velocidades y los CGV sin proyecto.

Cuadro 4.40 Velocidades (Km/h) y CGV (\$/veh.-tramo), para ambos sentidos en la situación sin proyecto

Tipo de veh.	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	84.0	95.3	82.6	99.2
Pick-up	80.6	93.6	82.4	95.2
Autobús	72.9	426.5	72.0	444.5
Camión u.	68.3	229.7	70.9	231.1
Trailer	63.5	413.9	66.9	420.2

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

4.3.3 Situación Con Proyecto.

a) Flujos vehiculares.

Con el proyecto, los vehículos que van de Laguna Verde hacia Vega de Alatorre y viceversa, utilizarían el proyecto sin tener que pasar por los poblados y sin ningún problema al rebasar, además de hacerlo con menores costos de viaje.

b) Interacción entre oferta y demanda.

- Velocidades y CGV.

La ampliación a 12.0 m de ancho de corona del tramo Laguna Verde-Vega de Alatorre, permitiría que los diferentes tipos de vehículos alcancen velocidades promedio significativamente mayores con menores CGV, comparados con los observadas en la situación sin proyecto. En el Cuadro No. 4.41 se observan las velocidades promedio y los CGV que se obtuvieron a través del modelo VOC-MEX.

Cuadro 4.41 Velocidades (Km/h) y CGV (\$/veh.-tramo), para ambos sentidos en la situación con proyecto

Tipo de veh.	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	92.7	86.9	93.6	88.1
Pick-up	90.4	83.9	90.8	85.0
Autobús	88.2	377.9	89.7	390.8
Camión unitario	80.7	208.1	80.6	213.6
Trailer	78.0	371.3	78.8	376.4

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX:

4.3.4 Evaluación Social.

a) Beneficios.

La ejecución del proyecto traería como consecuencia ahorros en los costos de viaje por el mejoramiento del tramo Cardel-Laguna Verde. El cálculo de los ahorros en los CGV se realizó mediante el uso del modelo computacional VOC-MEX (Véanse Cuadros No. 4.42 y 4.43).

Cuadro 4.42 Ahorros totales en CGV (\$/tramo), sentido Poza Rica (Pesos a mayo de 1999)

Tipo de vehículo	Ahorro CGV (\$/veh.-tramo)	Demanda	Ahorro Total en CGV
Automóvil	8.3	869	7,213.0
Pick-up	9.7	708	6,868.0
Autobús	48.5	144	6,984.0
Camión unitario	21.6	216	4,666.0
Trailer	42.6	431	18,361.0

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Cuadro 4.43 Ahorros totales en CGV (\$/tramo), sentido Cardel (Pesos a mayo de 1999)

Tipo de vehículo	Ahorro CGV (\$/veh.-tramo)	Demanda	Ahorro Total en CGV
Automóvil	11.1	1,038	11,522.0
Pick-up	10.2	715	7,293
Autobús	53.7	146	7,840.0
Camión unitario	17.5	208	3,640.0
Trailer	43.8	366	16,031.0

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Con base a los ahorros totales de CGV calculados anteriormente, se cuantificaron y valoraron los beneficios sociales anuales del tránsito normal (Véase Cuadro No. 4.44).

Cuadro 4.44 Beneficios sociales por ahorro de CGV anuales (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Auto	Pick-up	Autobús	Camión	Trailer	Total
2000	7.2	5.4	5.7	3.20	13.9	35.4
2005	9.2	6.9	4.1	4.10	17.5	44.9
2015	14.9	11.3	11.8	6.6	28.1	72.8
2025	24.3	18.4	19.2	10.8	45.3	118.1
2028	28.2	21.3	22.3	12.5	52.3	136.6

Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida a través del Modelo VOC-MEX.

b) Costos.

Los costos corresponden a la inversión requerida para construir el nuevo cuerpo paralelo al actual y los costos de mantenimiento. Dichos costos fueron estimados con base en información proporcionada por la S.C.T.

- **Costos de inversión.**

Los costos privados de inversión de este proyecto ascienden a \$147.3 millones de pesos, los cuales ajustados a precios sociales reportan una inversión de \$144.4 millones de pesos. El periodo de ejecución duraría un año. En el Cuadro No. 4.45 se desglosa el costo social de inversión.

Cuadro 3.45 Costos sociales de inversión (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto social
Materiales	61.4
Mano de obra	24.4
Maquinaria y equipo	54.1
Derecho de vía	4.4
Inversión total	144.4

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

- **Costos de Mantenimiento.**

Para los costos de mantenimiento, se consideraron todas aquellas operaciones que se deben realizar para conservar la carretera en óptimas condiciones durante su vida útil. En el Cuadro No. 4.46 se presentan los costos de mantenimiento.

Cuadro 4.46 Costos sociales de mantenimiento (Millones de pesos a mayo de 1999).

Concepto	Monto social
Mantenimiento anual	1.4
Mantenimiento preventivo menor años 6, 15 y 24	4.8
Mantenimiento preventivo mayor años 10 y 28	14.0
Reconstrucción en el año 19	29.3

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

c) Evaluación.

Se determinó en base al momento óptimo de entrada en operación de la ampliación del tramo Laguna Verde-Vega de Alatorre, considerando un horizonte de evaluación de 30 años y un periodo de ejecución de la inversión de un año. En el Cuadro No. 4.47 se muestran los resultados de momento óptimo de operación.

Cuadro 3.47 Momento óptimo de operación (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Ahorro en CGV	Costo de Mantenimiento	Beneficios Netos	I*r	TRI
2000	35.4	1.5	33.9	15.98	23.5

Fuente: Elaboración propia e información proporcionada por el CEPEP.

Se recomienda desde el punto de vista social realizar la inversión en el año 1999, para iniciar operación en el transcurso del año 2000, obteniendo VANS de 174.7 millones de pesos.

4.4 Proyecto de Vega de Alatorre a El Palmar (Tramo BC).

4.4.1 Definición de Proyecto.

El proyecto consiste en un nuevo trazo con una longitud de 79.3 Km, de altas especificaciones, a 2 carriles, de cuota, iniciaría en Vega de Alatorre y terminaría en El Palmar, contará con un entronque intermedio en Guadalupe Victoria. Para calcular los beneficios del proyecto se divide en 2 segmentos siendo el punto de división el entronque; de Vega de Alatorre a Guadalupe Victoria se le denominó segmento B y de Guadalupe Victoria a El Palmar se le denominó segmento C (Véase Figura No. 4.5). En el Cuadro No. 4.48 se muestran las condiciones físicas y geométricas del proyecto.

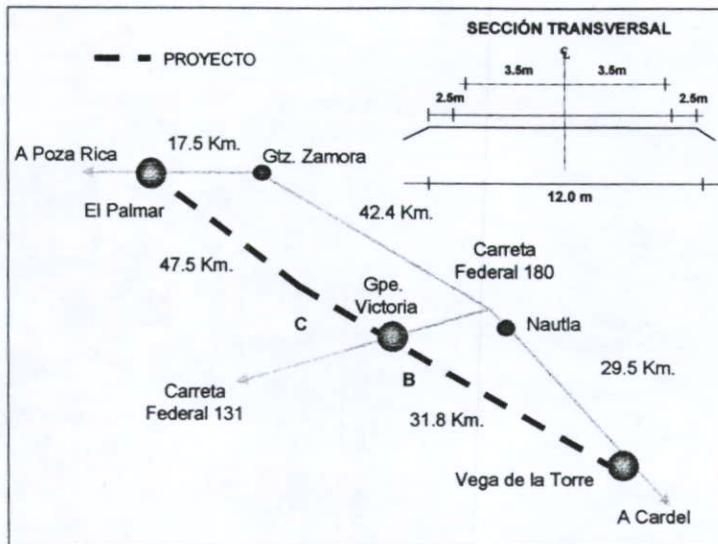


Figura 4.5 Segmentos del proyecto

Cuadro 4.48 Condiciones físicas y geométricas del proyecto

Concepto	Con Proyecto
Longitud(B-C)	79.3 Km
Ancho de corona	12.00 m
Acotamientos	2.5 m ambos sentidos
Perfil del terreno	Lomerío suave
Índice de rugosidad	2.5 m/Km

Fuente: Elaboración con base en información proporcionada por la S.C.T.

4.4.2 Situación Sin Proyecto.

a) Oferta.

En la situación actual se pasan 2 puentes de cuota ubicados en Nautla y en Tecolutla, ambos manejan las siguientes tarifas, para automóvil y Pick-up \$14.00 para autobús y camión \$50.00 y para trailer \$72.00 (a pesos de mayo 1999). El estado de conservación de la carretera actual revela que no ha sido sometida a un buen programa de mantenimiento, por lo cual las medidas de optimización que se tomaron para este tramo consisten en el mejoramiento de la superficie de rodamiento y de los señalamientos horizontal y vertical.

En el Cuadro No. 4.49 se presentan las características para la situación sin proyecto, la longitud total se refiere al recorrido de Vega de Alatorre a El Palmar.

Cuadro 4.49 Condiciones físicas y geométricas de la carretera

Concepto	Sin proyecto
Longitud(B-C)	89.39 Km
Sección	De Vega de Alatorre a Guadalupe Victoria se cuenta con 7.0 m de ancho de corona sin acotamientos y de Guadalupe Victoria a El Palmar 12.0 m de ancho de corona, con acotamientos de 2.5 m.
Ancho de corona	7.0 m.
Acotamientos	2.5 m en ambos sentidos
Perfil del terreno	Lomerío suave y abrupto
Índice de rugosidad	3.5 m/Km

Fuente: Elaboración con base en información de campo e información proporcionada por la S.C.T.

b) Demanda.

- Zonificación, flujos vehiculares y Red Vial Relevante.

Con la información obtenida en las encuestas origen-destino realizadas en Laguna Verde y Gutiérrez Zamora, se realizó la zonificación dividiéndola en 5 zonas, estas se muestran en la Figura No. 4.6.

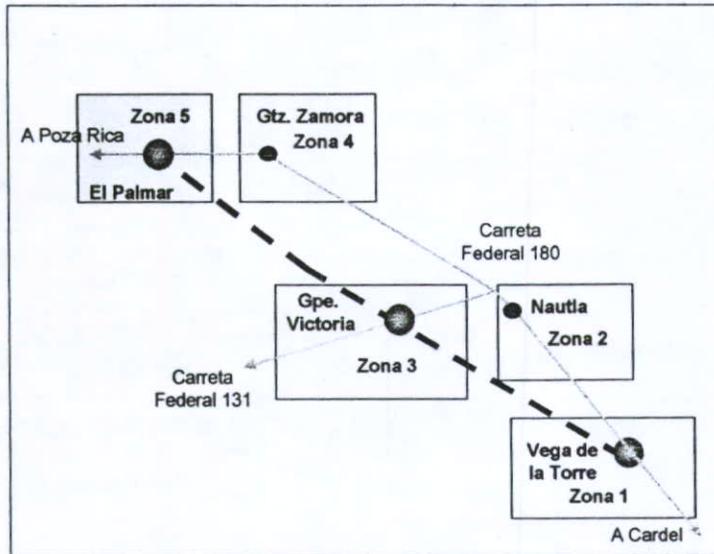


Figura 4.6 Zonificación de Vega de Alatorre–El Palmar.

Los vehículos que van de la zona 1 a la 5 y viceversa utilizan todo el segmento de la carretera federal 180, por otra parte, los vehículos que se desplazan de la zona 1 a la 3 y viceversa utilizan parte de la carretera 180 y la carretera que pasa por Guadalupe Victoria, mientras los que tienen como origen destino la zona 3 y 5 también utilizan la carretera que pasa por Guadalupe Victoria y el segmento de la carretera 180 pasando por Gutiérrez Zamora. Los viajes que se realicen entre cualquier otra zona origen-destino hacen uso de pequeños segmentos en la carretera 180.

Por lo tanto, la red vial actual se integra por el segmento de la carretera 180 y el segmento de Guadalupe Victoria al entronque con la carretera 180.

- Demanda y Composición Vehicular.

De acuerdo con las cifras del TDPA publicadas en 1998 y proyectadas al año 1999 con la tasa del 5% (PIB) que se muestran en la Figura No. 3.7 y con los resultados de las encuestas origen-destino, se determinó la demanda de vehículos que podrían usar el proyecto o un segmento de este. Para encontrar los flujos vehiculares que sería factible que utilizaran el proyecto, se sacaron los ahorros que estos obtendrían al usar el proyecto, aquellas rutas que tuvieron ahorros negativos se descartaron como posibles usuarios. De esta manera la demanda se integra por el flujo vehicular que va de la zona 1 (Vega de Alatorre) a 5 (El Palmar), 1 (Vega de Alatorre) a 3 (Gpe. Victoria), 3 (Gpe. Victoria) a 5 (El Palmar) y viceversa (Véase Cuadros No. 4.50, 4.51 y 4.52).

Cuadro 4.50 Composición vehicular y demanda para ambos sentidos en la situación sin proyecto de zona 1 a la 5 (Largo Itinerario)

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Composición Vehicular	Demanda	Composición Vehicular	Demanda
Automóvil	36.28%	468	40.37%	625
Pick-up	22.56%	291	27.39%	424
Autobús	4.73%	61	3.81%	59
Camión unitario	6.51%	84	6.98%	108
Trailer	29.92%	386	21.46%	332
Total	100%	1,290	100%	1,548

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo.

Cuadro 4.51 Composición vehicular y demanda para ambos sentidos en la situación sin proyecto de la zona 1 a la 3 (Mediano Itinerario)

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Composición Vehicular	Demanda	Composición Vehicular	Demanda
Automóvil	31.83%	106	44.65%	121
Pick-up	36.04%	120	25.09%	68
Autobús	0%	0	0%	0
Camión unitario	24.02%	80	20.67%	56
Trailer	8.11%	27	9.59%	26
Total	100%	333	100%	271

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo.

Cuadro 3.52 Composición vehicular y demanda para ambos sentidos en la situación sin proyecto de la zona 3 a la 5 (Mediano Itinerario)

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Composición Vehicular	Demanda	Composición Vehicular	Demanda
Automóvil	24.52%	76	32.64%	79
Pick-up	28.71%	89	14.88%	36
Autobús	18.71%	58	22.31%	54
Camión unitario	20%	62	20.66%	50
Trailer	8.06%	25	9.51%	23
Total	100%	310	100%	242

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo.

a) Interacción entre Oferta Y Demanda.

- **Congestión Vehicular.**

De acuerdo al estudio de capacidad vial se determinó que no hay congestión en el tramo Vega de Alatorre-El Palmar y que en el segmento de Vega Alatorre a Guadalupe Victoria se presentará para el año 2024, asimismo para el segmento de Guadalupe Victoria a El Palmar para el año 2020 (Anexo No. 2).

- **Velocidades y CGV.**

Las velocidades actuales se obtuvieron en campo con el método de placas. Con el supuesto de que se realizarán las optimizaciones mencionadas se obtuvieron las velocidades y CGV para la situación sin proyecto, a través del programa VOC-MEX, los resultados se muestran en los Cuadros No. 4.53, 4.54 y 4.55.

Cuadro 4.53 Velocidades (Km/hr.) y CGV para la situación sin proyecto (\$/veh.-tramo) de la zona 1 a la 5.

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	82.5	177.4	83.7	177.2
Pick-up	79.9	173.3	82.6	170.6
Autobús	75.4	789.2	76.3	785.6
Camión	67.8	442.3	73.3	421.1
Trailer	65.0	781.1	68.4	751.1

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX y de las velocidades observadas en campo.

Cuadro 4.54 Velocidades (Km/hr.) y CGV para la situación sin proyecto (\$/veh.-tramo) de la zona 1 a la 3.

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	83.3	98.8	82.9	101.7
Pick-up	80.7	96.2	81.9	98.4
Autobús	75.0	435.4	74.6	453.7
Camión	71.0	235.2	71.8	248.2
Trailer	66.4	420.2	68.1	444.6

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX y de las velocidades observadas en campo.

Cuadro 4.55 Velocidades (Km/hr.) y CGV para la situación sin proyecto (\$/veh.-tramo) de la zona 3 a la 5.

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	82.1	162.5	83.7	159.4
Pick-up	79.9	158.5	82.2	153.6
Autobús	77.2	720.7	78.5	698.8
Camión	69.0	414.2	74.7	380.0
Trailer	66.8	725.6	69.6	671.1

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX y de las velocidades observadas en campo.

4.4.3 Situación Con Proyecto.

a) Velocidades y CGV.

Las velocidades y los CGV se obtuvieron para cada ruta que utilizan los vehículos que se trasladan entre las diferentes zonas identificadas.

- Vehículos que viajan de la zona 1 a la 5.

Cuadro 4.56 Velocidades (Km/hr.) y CGV para la situación con proyecto (\$/veh.-tramo) de la zona 1 a la 5.

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	96.4	145.5	96.4	147.2
Pick-up	93.2	140.8	93.3	142.1
Autobús	90.5	633.7	91.5	648.4
Camión	82.6	349.3	82.6	350.6
Trailer	79.9	623.2	80.6	619.4

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX

- Vehículos que viajan de la zona 1 a la 3.

Cuadro 4.57 Velocidades (Km/hr.) y CGV para la situación con proyecto (\$/veh.-tramo) de la zona 1 a la 3.

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	96.3	58.3	96.3	59.1
Pick-up	92.2	56.6	93.6	57.1
Autobús	90.1	255.4	91.5	263.4
Camión	82.2	141.6	82.6	144.7
Trailer	79.6	252.2	80.3	254.7

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

- Vehículos que viajan de la zona 3 a la 5.

Cuadro 4.58 Velocidades (Km/hr.) y CGV para la situación con proyecto (\$/veh.-tramo) de la zona 3 a la 5.

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	96.5	87.3	96.4	88.1
Pick-up	93.9	84.3	93.0	85.0
Autobús	90.9	378.3	91.5	385.1
Camión	83.0	207.7	82.6	205.9
Trailer	80.1	371.0	80.8	364.7

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

b) Determinación de la Tarifa.

Para el cálculo de la tarifa se tomó el 60% del ahorro promedio en ambos sentidos del CGV del con proyecto con respecto al del CGV sin proyecto de los vehículos de largo itinerario; debido a que el proyecto está definido para el tránsito de largo itinerario, además se les incluyó los peajes de los dos puentes de la situación actual, para el cálculo de la tarifa por Km. El resultado de esa operación se dividió entre el número de Km. del proyecto (79.3 Km.). En el Cuadro No. 4.59 se muestra el procedimiento para el cálculo de la tarifa para cada tipo de vehículo. Debido a que la tarifa que se obtuvo para camión salió mas baja que el autobús, el equipo decidió que se tomara \$1.01 para ambos.

Cuadro 4.59 Cálculo de la tarifa

Tipo de vehículo	Ahorros	60%	+ peaje 2 puentes	Tarifa(\$/Km)
Automóvil	29.9	17.9	45.9	0.49
Pick up	28.5	17.1	45.1	0.49
Autobús	137.2	82.3	132.3	1.01
Camión Unit.	70.5	42.3	92.3	1.01
Trailer	131.0	79.1	223.1	2.44

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

d) Asignación Vehicular.

De acuerdo con la metodología descrita en el capítulo III y con la tarifa calculada, la cantidad de vehículos asignados de largo itinerario sería de 1,459 vehículos (Véase Cuadro No. 4.60), además el equipo evaluador consideró que el 100% de los vehículos de mediano itinerario se asignarían al proyecto, esto debido a que el ahorro en CGV para este tipo de vehículos es significativamente mayor a los de largo itinerario.

Cuadro 4.60 Vehículos asignados de la zona 1 a la 5, ambos sentidos

Tipo de vehículo	Sentido Poza Rica	Sentido Cardel
Automóvil	241	321
Pick up	150	218
Autobús	31	30
Camión Unit.	43	55
Trailer	199	171
Total	664	795

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo e información proporcionada por la S.C.T.

En el cuadro 4.61 se muestra la asignación vehicular de la zona 1 a la 3, 3 a 5 y viceversa, la cual es igual a la demanda de dichas zonas.

Cuadro 4.61 Vehículos asignados.

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	1 a la 3,	3 a la 5	3 a la 1	5 a la 3
Automóvil	106	121	76	79
Pick-up	120	68	89	36
Autobús	0	0	58	54
Camión	80	56	62	50
Trailer	27	26	25	23

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo e información proporcionada por la S.C.T.

4.4.4 Evaluación Privada y Social.

a) Evaluación Privada

- Ingresos.

Los beneficios privados son los ingresos provenientes de las tarifas (Véase Cuadro No. 4.63).

Cuadro 4.63 Beneficios privados anuales por el cobro de tarifa (Millones de pesos a mayo de 1999).

Año	Auto	Pick-up	Autobús	Camión	Trailer	Total
2001	12.4	8.6	4.3	7.4	34.3	67.0
2005	15.0	10.4	5.3	9.0	41.3	81.0
2015	24.5	16.9	8.6	14.7	66.2	130.9
2025	39.8	27.6	14.0	23.9	106.7	212.0
2028	46.1	32.0	16.2	27.7	123.3	245.3

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

- Costos Privados.

Los costos de inversión privados se muestran en el Cuadro No.4.64.

Cuadro 4.64 Costos de inversión privados (Millones de pesos a mayo de 1999).

Concepto	Monto
Materiales	208.2
Mano de obra	92.0
Maquinaria y equipo	184.0
Derecho de vía	73.8
Inversión total	558.0

Fuente: Elaboración propia con base en información que proporcionada por la S.C.T.

Los costos por operación y mantenimiento privados se presentan en el Cuadro No. 4.65.

Cuadro 4.65 Costos de operación y mantenimiento (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto
Mantenimiento anual	6.4
Mantenimiento preventivo menor en los años 6, 15 y 24	20.6
Mantenimiento preventivo mayor en los años 10 y 28	61.1
Reconstrucción en el año 19	128.6
Operación anual	3.2

Fuente: Elaboración propia con base en información que proporcionada por la S.C.T.

- Evaluación.

Para realizar la evaluación se consideraron dos años de inversión, una tasa privada del 12% anual y con la tarifa calculada por el ahorro de CGV se obtuvo un valor actual neto privado de 65.6 millones de pesos y el momento óptimo privado de inversión para el año 2005.

b) Evaluación Social.

- Beneficios Sociales.

Para la evaluación social los beneficios son los ahorros en CGV que perciben los vehículos que se asignarán al proyecto. Como se ha mencionado habrá asignación de vehículos de largo y mediano itinerario, se calcularon los beneficios para cada uno de ellos y se sumaron para obtener los beneficios totales del proyecto (Véase Cuadro No. 4.66). En los Cuadros No. 4.67, 4.68, 4.69, 4.70, 4.71, y 4.72 se muestran los ahorros de CGV por tipo de ruta y por sentido.

Cuadro 4.66 Ahorros totales de CGV (\$/veh.-tramo) de la Zona 1 a la 5, sentido Poza Rica

Tipo de Vehículo	Ahorro	Vehículos Asignados	Total
Automóvil	31.9	241	7,687.9
Pick-up	32.5	150	4,875.0
Autobús	165.6	31	4,823.6
Camión Unitario	93.0	43	3,999.0
Trailer	157.9	199	31,422.1

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Cuadro 4.67 Ahorros totales de CGV (\$/veh.-tramo) de la Zona 1 a la 5, sentido Cardel

Tipo de Vehículo	Ahorro	Vehículos Asignados	Total
Automóvil	29.9	321	9,597.9
Pick-up	28.5	218	6,213.0
Autobús	137.2	30	4,116.0
Camión Unitario	70.5	51	3,595.5
Trailer	131.8	171	22,537.8

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Cuadro 4.68 Ahorros totales de CGV (\$/veh.-tramo) de la Zona 1 a la 3, sentido Poza Rica

Tipo de Vehículo	Ahorro	Vehículos Asignados	Total
Automóvil	40.6	106	4,303.6
Pick-up	39.7	120	4,764.0
Autobús	180.0	0	0
Camión Unitario	93.6	80	7,488.0
Trailer	167.9	27	4,533.3

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Cuadro 4.69 Ahorros totales de CGV (\$/veh.-tramo) de la Zona 1 a la 3, sentido Cardel

Tipo de Vehículo	Ahorro	Vehículos Asignados	Total
Automóvil	42.6	121	5,154.6
Pick-up	41.3	68	2,808.4
Autobús	190.3	0	0
Camión Unitario	103.6	56	5,801.6
Trailer	189.9	26	4,937.4

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Cuadro 4.70 Ahorros totales de CGV (\$/veh.-tramo) de la Zona 3 a la 5, sentido Poza Rica

Tipo de Vehículo	Ahorro	Vehículos Asignados	Total
Automóvil	75.3	76	5,722.8
Pick-up	74.2	89	6,603.8
Autobús	342.4	58	19,859.2
Camión Unitario	206.5	62	12,803.0
Trailer	345.6	25	8,640.0

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Cuadro 4.71 Ahorros totales de CGV (\$/veh.-tramo) de la Zona 3 a la 5, sentido Cardel

Tipo de Vehículo	Ahorro	Vehículos Asignados	Total
Automóvil	71.3	79	5,632.7
Pick-up	68.7	36	2,473.2
Autobús	313.7	54	16,939.8
Camión Unitario	174.0	50	8,700.0
Trailer	306.4	23	7,047.2

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Cuadro 4.72 Beneficios sociales por ahorro de CGV anuales (Millones de pesos a mayo de 1999).

Año	Auto	Pick-up	Autobús	Camión	Trailer	Total
2001	16.1	11.7	19.3	18.0	33.4	98.5
2005	19.6	14.2	23.5	21.9	40.3	119.5
2015	31.9	23.2	38.3	35.7	67.9	194.0
2025	51.9	37.8	62.3	58.1	104.9	315.0
2028	60.1	43.7	72.1	67.2	121.3	364.4

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

- Costos.

Los costos sociales corresponden a los mismos que se indicaron en la evaluación privada, pero estos están ajustados con los factores de corrección social (Véase Cuadros No. 4.73 y 4.74).

Cuadro 4.73 Costos de inversión social (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto
Materiales	208.1
Mano de obra	82.8
Maquinaria y equipo	183.2
Derecho de vía	73.8
Inversión total	547.9

Fuente: Elaboración propia con base en información que proporcionada por la S.C.T.

Cuadro 4.74 Costos de operación y mantenimiento (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto
Mantenimiento anual	5.9
Mantenimiento preventivo menor en los años 6, 15 y 24	19.3
Mantenimiento preventivo mayor en los años 10 y 28	57.1
Reconstrucción en el año 19	120.1
Operación anual	2.5

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

- Evaluación.

Desde el punto de vista social se obtuvo un valor actual neto de 223.0 millones de pesos y un momento óptimo social de inversión para el año 2001 (Véase Cuadro No. 4.75).

Cuadro 4.75 Momento óptimo social de operación (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Ahorro en CGV	Costo de Mantenimiento	Beneficios Netos	I*r	TRI
2003	108.5	8.8	99.7	96.1	16.6%

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por el CEPEP.

4.4.5 Análisis de Sensibilidad.

Para la toma de decisiones y comprender la relación que existe entre la Evaluación Privada y Social, se realizaron diferentes corridas para detectar como afecta la asignación vehicular, según la tarifa a cobrar, y en consecuencia obtener criterios de rentabilidad, tanto privados como sociales.

Cabe mencionar, que el promedio de la tarifa de carreteras concesionadas y la tarifa promedio de Carreteras y Puentes Federales (CAPUFE) para automóviles es de 0.87 pesos por Km. Dicha tarifa es después de la reestructuración de las carreteras y cubre costos de inversión, mantenimiento y operación y financiamiento.

En el Cuadro No. 4.76 observamos diferentes tarifas, el momento óptimo de operación social y privado, así como el valor actual neto privado y social.

Cuadro 4.76 Análisis de sensibilidad por tarifas.

Tarifa Automóvil (\$/Km).	Año óptimo De operación	VANS (millones de pesos)	Año óptimo De operación	VANP (millones de pesos)
0.00	2001	562.9	-	-
0.49	2003	242.9	2008	0.0
0.53	2003	234.2	2007	29.6
0.57	2003	223.0	2007	65.6
0.87	2005	162.9	2003	203.3

Fuente: Elaboración propia con base.

Nota: la tarifa incluye impuestos.

En la tarifa 0.00 pesos por KM. la asignación es del 100%, con esta tarifa se obtiene el Valor Actual Neto Social (VANS) máximo y corresponde a 562.9 millones de pesos. Por otro lado la tarifa promedio de las carreteras concesionadas y CAPUFE de 0.87 pesos por Km. es la mas alta; aquí el VANP es máximo y la rentabilidad social baja considerablemente.

4.5.2 Situación Sin Proyecto.

a) Oferta.

El tramo de la carretera actual, que sería sustituido por el proyecto, presenta características interurbanas y urbanas, las cuales se describen en el Cuadro No. 4.78. El tránsito que atraviesa la zona urbana de Poza Rica interactúa con el tránsito local pasando por 13 semáforos que en su mayoría no tienen sincronización; además en un segmento de aproximadamente 3 Km se cuenta con 2 carriles por sentido pero debido a que el tránsito se estaciona en un carril queda un sentido para circulación vehicular; el recorrido por la zona urbana finaliza en el cruce del puente Cazones, el cual cuenta con dos carriles sin acotamientos por lo que produce "cuello de botella". Todo lo anterior provoca cierto grado de congestión, lo que hace que las velocidades sean significativamente bajas.

Para la situación sin proyecto se consideraron las siguientes medidas de optimización para la zona urbana: sincronizar semáforos, prohibir estacionarse en la parte que se reduce a 2 carriles y suponer que ya está operando el puente Cazones II que aligerará la circulación en el "cuello de botella" que se forma en el puente Cazones. Para la zona interurbana de El Palmar a Poza Rica: mejorar la superficie de rodamiento y completar la señalización vertical y horizontal (Véase Figura No. 4.8).

Cuadro 4.78 Características urbanas e interurbanas

Concepto	Situación Sin Proyecto
Longitud	54.2 Km
Sección interurbana	Un cuerpo con dos carriles, en 27.9 Km se tiene un ancho de corona de 7.20 m y en 19 Km se tiene un ancho de corona de 13.5 m.
Sección urbana	Un cuerpo de 6 carriles con 26 m de ancho de corona que se reduce a 3 carriles con 15 m de ancho de corona y termina en el cruce del Puente Cazones a 2 carriles, de un ancho de corona de 7 m.
Perfil del terreno	Lomerío suave y abrupto
Índice de rugosidad	3.5 m/Km

Fuente: Elaboración propia con base en información de campo e información proporcionada por la S.C.T.

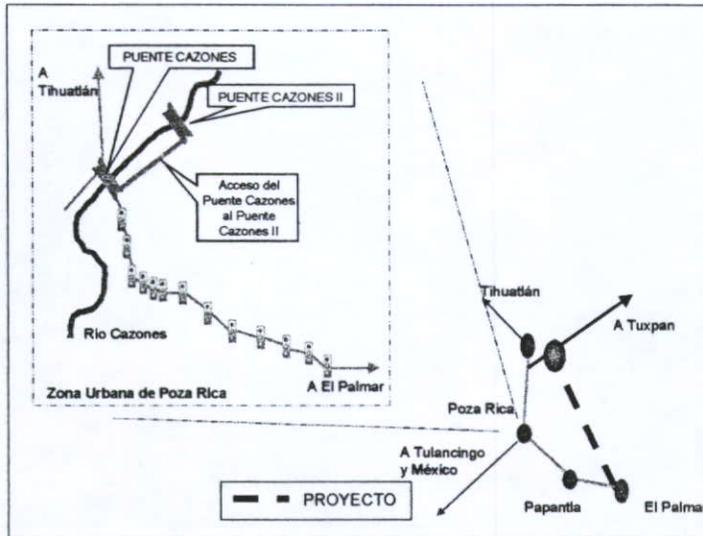


Figura 4.8 Tramo El Palmar-Poza Rica

b) Demanda.

- Periodización.

Como se ha mencionado, el recorrido por la ruta actual consta de dos segmentos interurbanos con TDPA que va de 6,932 a 9,648 vehículos y un urbano con un TDPA de 34,074 vehículos. Debido a que este último presenta congestión, se realizaron aforos durante un periodo de 11 horas y con los resultados obtenidos se dividió la demanda diaria en dos periodos; éstos se utilizarán para calcular los beneficios del proyecto:

- i) Periodo de congestión: 8:00 a 21:00 horas (13 horas).
- ii) Periodo sin congestión: 21:00 a 8:00 horas (11 horas).

- Zonificación y flujos vehiculares.

De acuerdo al resultado de la encuesta origen – destino aplicada en Gutiérrez Zamora y al análisis de flujo vehicular se determinaron 3 zonas. Los vehículos que viajan de la zona 1 a la 3 y viceversa son los únicos viajes que interesan para determinar la demanda del proyecto, ya que los que viajan de la zona 1 a la 2, de la 2 a la 3 y viceversa tienen como punto intermedio la ciudad de Poza Rica, por lo que no utilizarían el proyecto (ver Figura No.4.9).

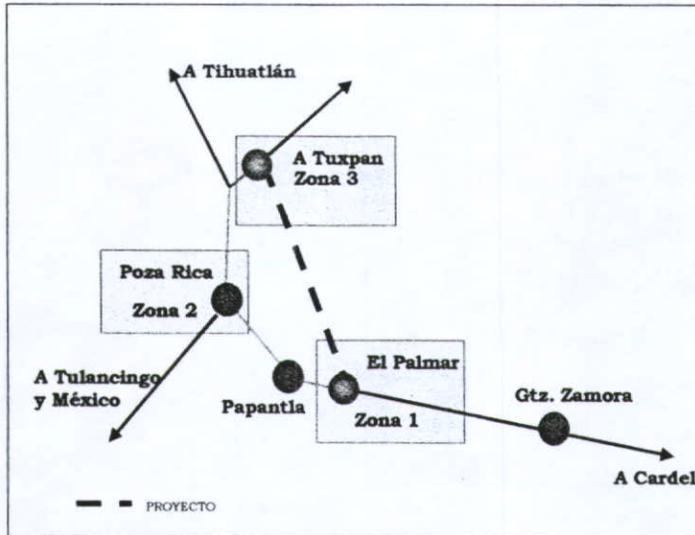


Figura 4.9 Zonificación del libramiento de Poza Rica.

- Demanda y Composición Vehicular.

De acuerdo a los TDPA y los resultados de las encuestas origen-destino, se determinó que la demanda diaria sería de 2017 vehículos, de los cuales el 70% circula en periodo de congestión y el resto en periodos sin congestión. En los Cuadros No.4.79 y 4.80 se muestra la demanda y composición vehicular por sentido.

Cuadro 4.79 Composición vehicular y demanda en la situación sin proyecto, sentido hacia Poza Rica

Tipo de Vehículo	Sin congestión		Con congestión	
	Composición Vehicular	Demanda	Composición Vehicular	Demanda
Automóvil	26.89%	71	26.74%	165
Pick-up	25.39%	67	25.61%	158
Autobús	2.27%	6	2.27%	14
Camión	8.33%	22	8.10%	50
Trailer	37.12%	98	32.28%	230
Total	100%	264	100%	617

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo e Información proporcionada por la S.C.T.

Cuadro 4.80 Composición vehicular y demanda en la situación sin proyecto, sentido hacia Cardel

Tipo de Vehículo	Sin congestión		Con congestión	
	Composición Vehicular	Demanda	Composición Vehicular	Demanda
Automóvil	33.43%	114	33.46%	266
Pick-up	31.09%	106	31.07%	247
Autobús	2.05%	7	2.01%	16
Camión	7.62%	26	7.67%	61
Trailer	25.81%	88	25.79%	205
Total	100%	341	100%	795

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo e Información proporcionada por la S.C.T.

a) Interacción entre oferta y demanda.

- Congestión Vehicular.

De acuerdo con la S.C.T. el TDPA que se registró en 1998, proyectado a 1999 con la tasa de 5% para el tramo interurbano El Palmar-Poza Rica es de 6,932 vehículos, se realizó la conversión del TDPA a vehículos equivalentes, comparándose con la capacidad de la vía, con lo cual, se determinó que se presentaría congestión para el año 2013. Para el segundo tramo interurbano Poza Rica al entronque de la carretera Poza Rica-Tuxpan el TDPA de 1999 es de 9,648 vehículos, se realizó el análisis anterior y el año de congestión será el 2016 (Anexo No. 2).

- Velocidades y CGV.

En los Cuadros No. 4.81 y 4.82 se muestran las velocidades por sentido y en el Cuadro No. 4.83 los CGV para la situación sin proyecto, en los diferentes periodos de demanda en ambos sentidos. Cabe mencionar que para calcular los CGV totales del tramo se sumó el mismo CGV de la zona interurbana para todos los periodos, ya que este no presenta variación. Además se segmentó el tramo de acuerdo a características homogéneas de demanda y oferta y se calcularon velocidades y CGV por cada uno de los segmentos, los cuales se muestran en el Anexo de velocidades. Estos valores se emplearán en el modelo VOC-MEX para calcular los costos de operación de todo el tramo.

Cuadro 4.81 Velocidades de la zona interurbana y urbana de acuerdo con los 2 periodos de demanda, en la situación sin proyecto (Km/hr), sentido Poza Rica

Tipo de Vehículo	Zona Interurbana	Zona Urbana	
		Con congestión	Sin congestión
Automóvil	75.0	34.6	75.8
Pick up	73.7	30.7	72.3
Autobús	70.9	29.1	67.1
Camión Unit.	65.6	23.9	57.3
Trailer	60.9	21.3	55.0

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo y cálculos desarrollados con el modelo VOC-MEX.

Nota: Las velocidades de la zona interurbana es un promedio de los dos segmentos.

Cuadro 4.82 Velocidades de la zona interurbana y urbana de acuerdo con los 2 periodos de demanda, en la situación sin proyecto (Km/hr), sentido Cardel

Tipo de Vehículo	Zona Interurbana	Zona Urbana	
		Con congestión	Sin congestión
Automóvil	81.71	32.21	74.63
Pick up	79.04	32.05	71.41
Autobús	74.62	31.73	66.23
Camión Unit.	69.78	25.26	56.33
Trailer	68.61	21.71	54.60

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo y cálculos desarrollados con el modelo VOC-MEX.

Nota: Las velocidades de la zona interurbana es un promedio de los dos segmentos.

Cuadro 4.83 CGV para la situación s/p en los diferentes periodos de demanda (\$/veh.-tramo)

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Con congestión	Sin congestión	Con congestión	Sin congestión
Automóvil	117.1	112.1	112.8	105.4
Pick up	115.2	108.6	107.6	102.0
Autobús	573.5	518.5	534.7	488.7
Camión	319.3	304.7	283.8	268.7
Trailer	548.6	520.4	494.2	471.3

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo y cálculos desarrollados con el modelo VOC-MEX.

4.5.3 Situación Con Proyecto.

El proyecto funcionaría como libramiento para la ciudad de Poza Rica, con ello el tránsito de largo itinerario evitaría pasar por la zona urbana.

a) Velocidades y CGV

El diseño de la autopista permite que los vehículos alcancen velocidades promedio significativamente mayores, en el Cuadro No. 4.84 se observan las velocidades promedio y CGV que se obtuvieron a través del modelo VOC-MEX.

Cuadro 4.84 Velocidades y CGV para la situación c/p en los diferentes periodos de demanda (\$/veh.-tramo)

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Velocidades	CGV	Velocidades	CGV
Automóvil	96.2	69.3	96.4	68.2
Pick up	93.5	67.4	93.6	65.5
Autobús	90.9	311.6	91.5	298.3
Camión Unit.	81.0	178.9	82.2	159.9
Trailer	80.0	323.9	80.8	282.6

Fuente: Elaboración propia a partir de cálculos desarrollados con el modelo VOC-MEX.

b) Determinación de la tarifa.

Para el cálculo de la tarifa se tomó el 60% del promedio de ahorros de ambos sentidos del CGV sin proyecto en demanda sin congestión con respecto al CGV con proyecto. De esta manera se incentiva a que un mayor número de vehículos se asigne al proyecto en horas de congestión. Para calcular la tarifa por kilómetro se dividió el resultado entre la longitud del proyecto (37.29 Km). En el Cuadro No. 4.85 se muestra el procedimiento para el cálculo de la tarifa.

Cuadro 4.85 Cálculo de la tarifa

Tipo de vehículo	Ahorros	60%	Tarifa(\$/Km)
Automóvil	40.0	24.0	0.64
Pick up	38.9	23.3	0.63
Autobús	198.6	119.2	3.20
Camión Unit.	117.3	70.4	1.89
Trailer	192.6	115.6	3.10

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La tarifa del Automóvil se tomó igual a la Pick-up (\$0.63) y la de autobús igual a la del camión unitario (\$1.89).

c) Asignación Vehicular.

La tarifa antes calculada beneficiará a los vehículos que circulan en períodos de congestión ya que el ahorro que ellos perciben por desviarse al proyecto es mayor en comparación de los que circulan en el período sin congestión, por lo cual los vehículos que circulan en horas de congestión tienen mayor disponibilidad de pago. En este sentido el equipo evaluador decidió realizar la evaluación en un escenario optimista haciendo el supuesto de que el 100% de la demanda que circula en el período de congestión se asignará al proyecto.

Sin embargo para los vehículos que circulan en el periodo sin congestión se aplicó la metodología explicada en el capítulo III y de acuerdo a la tarifa, se determinó que 291 vehículos se asignarían al proyecto.

Cuadro 4.86 Asignación vehicular de acuerdo a los periodos de demanda

Tipo de Vehículo	Sentido Poza Rica		Sentido Cardel	
	Con congestión	Sin congestión	Con congestión	Sin congestión
Automóvil	165	35	266	57
Pick up	158	34	247	53
Autobús	14	2	16	2
Camión	50	7	61	8
Trailer	230	49	205	44
Total	617	127	795	164

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo e información proporcionada por la S.C.T.

Nota: Para los vehículos asignados en el periodo con congestión se realizó el supuesto que serían igual a la demanda del mismo periodo.

4.5.4 Evaluación Privada y Social.

a) Evaluación Privada.

- Ingresos.

Los beneficios privados se determinaron a través del cobro de la tarifa por cada uno de los vehículos que se asignaron al proyecto (Véase Cuadro No. 4.87).

Cuadro 4.87 Beneficios privados anuales por el cobro de tarifa (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Auto	Pick-up	Autobús	Camión	Trailer	Total
2000	4.3	4.0	0.9	3.1	21.2	33.5
2005	5.5	5.2	1.1	4.0	26.7	42.4
2010	7.0	6.6	1.4	5.1	33.7	53.6
2015	8.9	8.4	1.8	6.5	42.5	68.1
2025	14.6	13.7	2.9	10.5	68.3	109.9
2028	16.9	15.8	3.3	12.2	78.9	127.0

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

- **Costos**

Los costos de inversión privados se representan en el Cuadro No. 4.88.

Cuadro 4.88 Costos de inversión privados (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto
Materiales	210.1
Mano de obra	92.8
Maquinaria y equipo	185.6
Derecho de vía	34.7
Inversión total	523.2

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

Los costos por operación y mantenimiento privados se presentan en el Cuadro No. 4.89.

Cuadro 4.89 Costos de operación y mantenimiento (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto
Mantenimiento anual	3.0
Mantenimiento preventivo menor en los años 6, 15 y 24	9.7
Mantenimiento preventivo mayor en los años 10 y 28	28.7
Reconstrucción en el año 19	60.4
Operación anual	3.2

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

- **Evaluación.**

Los resultados de esta evaluación, considerando un año de inversión, una tasa privada del 12% anual y la tarifa base establecida por el ahorro de CGV castigado por un 60%, generan un valor actual neto privado negativo de (195.1 millones de pesos).

b) Evaluación Social.

Como el proyecto sustituirá el paso por una zona que presenta congestión, para realizar la Evaluación Social se obtendrán dos tipos de beneficios, los directos e indirectos.

• Beneficios Directos.

Los directos se generan por el ahorro en CGV del tránsito que se asignará al proyecto, estos serán la suma de beneficios de los vehículos que circulan en horas de congestión y en horas de no-congestión (Véase Cuadro No. 4.90).

Cuadro 4.90 Beneficios directos por ahorros de CGV (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Auto	Pick-up	Autobús	Camión	Trailer	Total
2000	9.4	8.5	3.4	6.6	45.1	73.0
2005	12.0	10.9	4.3	8.4	56.8	92.3
2015	19.6	17.8	7.0	13.7	90.5	148.4
2025	31.9	28.9	11.3	22.3	145.4	239.8
2028	36.9	33.5	13.1	25.8	167.9	277.1

Fuente: Elaboración propia con base en cálculos desarrollados con el VOC-MEX.

Nota: Los beneficios anuales por tipo de vehículo fueron calculados por los ahorros de los dos periodos de demanda.

• Beneficios Indirectos.

Los beneficios indirectos se generan al descongestionar la zona urbana, es decir, por el ahorro en CGV que observarán los que transiten por la ruta actual cuando el tránsito de largo itinerario se desvíe al proyecto. En los Cuadros No. 4.91 y 4.92 se muestra el cálculo de los beneficios indirectos. Cabe mencionar que los beneficios indirectos son solo para los vehículos que circulan en el periodo de congestión, quitando los que se asignarían al proyecto en el mismo periodo, ya que el beneficio para los vehículos del periodo de no-congestión es nulo. En el Cuadro No. 4.93 se muestran los beneficios indirectos para diferentes años.

Cuadro 4.91 Cálculo de los beneficios indirectos (Pesos a mayo de 1999), sentido Poza Rica

Tipo de Vehículo	No. vehículos en Congestión	CGV		Ahorro
		S/p	C/p	
Automóvil	7,464	17.5	16.7	0.78
Pick up	2,087	18.4	17.7	0.71
Autobús	771	123.7	120.1	3.54
Camión	286	56.4	55.0	1.38
Trailer	0	95.5	93.6	1.83
Total	10,608			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.92 Cálculo de los beneficios indirectos (Pesos a mayo de 1999), sentido Cardel.

Tipo de Vehículo	No. vehículos en Congestión	CGV		Ahorro
		S/p	C/p	
Automóvil	7342	19.1	17.3	1.84
Pick up	2,059	16.6	16.2	0.39
Autobús	676	111.7	108.5	3.11
Camión Unit.	400	49.3	47.9	1.43
Trailer	257	81.9	80.2	1.71
Total	10,734			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.93 Beneficios indirectos por ahorros de CGV (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Auto	Pick-up	Autobús	Camión	Trailer	Total
2000	7.8	0.9	2.0	0.4	0.2	11.2
2005	9.9	1.2	2.5	0.5	0.2	14.3
2015	16.2	1.9	4.0	0.8	0.4	23.3
2025	26.3	3.1	6.6	1.3	0.6	37.9
2028	30.5	3.6	7.6	1.5	0.7	43.9

Fuente: Elaboración propia con base a los ahorros en CGV.

- **Costos**

Los costos sociales fueron ajustados con los factores de corrección social y se muestran en los Cuadros No. 4.94 y 4.95.

Cuadro 4.94 Costos de inversión sociales (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto
Materiales	209.9
Mano de obra	83.5
Maquinaria y equipo	184.8
Derecho de vía	34.7
Inversión total	512.9

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

Cuadro 3.96 Costos de operación y mantenimiento (Millones de pesos a mayo de 1999)

Concepto	Monto
Mantenimiento anual	2.8
Mantenimiento preventivo menor en los años 6, 15 y 24	9.1
Mantenimiento preventivo mayor en los años 10 y 28	26.8
Reconstrucción en el año 19	56.4
Operación anual	2.8

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por la S.C.T.

- Evaluación

Desde el punto de vista social, se obtuvo un valor actual neto de 231.8 millones de pesos y un momento óptimo social de inversión para el año 2000 (Véase Cuadro No. 4.96).

Cuadro 4.96 Momento óptimo de operación (Millones de pesos a mayo de 1999)

Año	Ahorro en CGV	Costo de Manto.	Beneficios Netos	I*r	TRI
2001	88.3	5.6	82.7	82.1	16.1%

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por el CEPEP.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones, Recomendaciones y Limitaciones de la Evaluación

5.1.1 Conclusiones y Recomendaciones.

- En el Proyecto Libramiento de Cardel (Tramo A1) el momento óptimo de inversión ha sido rebasado. Sin embargo, el equipo evaluador optimizó por tamaño y lo evaluó a 2 carriles. Teniendo como resultado un VANS mayor que a 4 carriles, por lo que se recomienda realizar el estudio de prefactibilidad.
- El Proyecto Cardel – Laguna Verde (Tramo A2), se encuentra en el mismo caso del proyecto anterior, su momento óptimo ha sido rebasado. Sin embargo, el equipo evaluador optimizó por tamaño y lo evaluó a 2 carriles, teniendo como resultado un VANS mayor que a 4 carriles, por lo que se recomienda realizar el estudio de prefactibilidad.
- Proyecto Laguna Verde – Vega de Alatorre (Tramo A3). Este es su momento óptimo de inversión por lo que se recomienda realizar el estudio de prefactibilidad.
- En el Proyecto Vega de Alatorre – El Palmar (Tramo BC), el cual será de cuota, se realizó análisis de sensibilidad por medio de la tarifa, los resultados fueron los siguientes:
 - Con una tarifa de 0.00 pesos por Km. (100% de la asignación) su momento óptimo de inversión ha sido rebasado.
 - Con la tarifa de 0.57 pesos por Km, que corresponde al 60% del ahorro en CGV, el momento óptimo social de inversión es en el 2001 y el privado en el 2007.
 - Con la tarifa promedio para automóvil de carreteras concesionadas y de CAPUFE de 0.87 pesos por Km., el momento socialmente óptimo es en el 2005.
Se recomienda realizar el estudio de prefactibilidad.

- El Proyecto Libramiento de Poza Rica (Tramo D), el cuál también es de cuota, el momento óptimo social es para el 2000. Tiene un valor actual neto negativo de (195.1) millones de pesos, que habrá que subsidiar, pues para el país es conveniente realizar el proyecto. Por lo que se recomienda realizar el estudio de prefactibilidad y poner especial atención a los beneficios indirectos que se generan por la descongestión en el paso por Poza Rica.
- No se realizó un plan de inversiones, por lo que se recomienda realizarlo en estudios posteriores, por cada uno de los tramos.

5.1.2 Limitaciones.

- En el Proyecto BC, dado que los ahorros para los vehículos de mediano itinerario son mayores que los de largo, aquellos obtienen más ventajas que estos y por ello se supuso que el 100% de los vehículos de mediano itinerario usaría el proyecto con las tarifas propuestas.
- Para el Proyecto D, dado que el tránsito obtiene mayores ahorros en las horas de congestión utilizando el proyecto, que cuando lo hace en las horas sin congestión, se supuso que el 100% de la demanda en horas de congestión se trasladaría al proyecto.
- La asignación de vehículos no se realizó empleando modelos de asignación; para hacerla se utilizó una curva de demanda desarrollada por la S.C.T. para el proyecto objeto del estudio y elaborada con los resultados de varios métodos de asignación.
- No se consideró en la inversión el costo de las medidas de mitigación ambiental, debido a que no se cuenta con un importe definido de ellas.
- Los beneficios por postergación de mantenimiento de la red vial actual se consideraron como intangibles.

5.2 Conclusiones de la Tesis.

A lo largo del estudio hemos observado cómo, a través de la evaluación, podemos identificar, cuantificar y valorar correctamente los costos y beneficios legítimamente atribuibles al proyecto, dando indicadores objetivos sobre la conveniencia de realizar o no el proyecto.

Es prioritario desarrollar en México una cultura de evaluación, ya que ésta representa una herramienta que permite un profundo análisis del proyecto. Conjugando a su vez a través de la vida de éste, el aspecto técnico con el económico, desarrollando infraestructura eficiente y de primer orden.

El Ingeniero Civil, especialmente aquel que cuenta con conocimientos de administración y economía, tiene la capacidad de dirigir, definir, evaluar, ejecutar y operar proyectos de infraestructura.

El Ingeniero Civil teniendo un gran compromiso ante la sociedad, debe romper esquemas tradicionales e involucrarse en la toma de decisiones de infraestructura.

La sociedad en general debe unir esfuerzos y recursos para el diseño, la construcción, la administración y el mantenimiento de las obras públicas y los servicios que el país necesita para ser productivo, eficiente y competitivo. Por lo tanto la Evaluación Social es una herramienta valiosa e importante para la unión de estos esfuerzos y recursos.

BIBLIOGRAFIA

- Arganiz Díaz Leal Jorge, Infraestructura de Transporte y Comunicaciones, Revista Ingeniería Civil, No. 306, México, Octubre 1994.
- Banco Nacional de Obras y Servicio Público, S.N.C. Federalismo y Desarrollo, México, D.F., Banco Nacional de Obras y Servicios Público, S.N.C., 1994.
- Cabezut Boo Jorge, Obras Públicas, Revista Mexicana de la Construcción, No. 488, México, Septiembre 1995.
- Centro De Preparación Y Evaluación De Proyectos, Evaluación Socioeconómica del Proyecto "Construcción de la Carretera Coatzacoalcos - Minatitlán", Veracruz, México, D.F., CEPEP, 1996.
- Compañía Mexicana de Servicios Técnicos y Laboratorios de Materiales, S.A. de C.V., Dirección General de Servicios Técnicos, Secretaría de Comunicación y Transportes, Carretera Tuxpan – Cardel, Asignación de Tránsito, México, D.F., Noviembre, 1995.
- Compañía Mexicana de Servicios Técnicos y Laboratorios de Materiales, S.A. de C.V., Dirección General de Servicios Técnicos, Secretaría de Comunicación y Transportes, Carretera Tuxpan – Cardel, Evaluación de Impacto Ambiental, Caracterización Ambiental, México, D.F., Noviembre, 1995.
- Compañía Mexicana de Servicios Técnicos y Laboratorios de Materiales, S.A. de C.V., Dirección General de Servicios Técnicos, Secretaría de Comunicación y Transportes, Carretera Tuxpan – Cardel, Evaluación de Impacto Ambiental, Modalidad Intermedia, México, D.F., Noviembre, 1995.
- Ernesto R. Fontaine, Evaluación Social de Proyectos, 10ma. Edición, Chile, Ediciones Universidad Católica de Chile, 1994.
- Instituto Tecnológico Autónomo de México, Evaluación Socioeconómica del Proyecto "Construcción de la Carretera Cd. Victoria - Juamave, Vía Río San Marcos", Tamaulipas, México, D.F., ITAM, 1997.

- Michel Parkin, Microeconomía, Estados Unidos, Addison Wesley Longman, 1998.
- Rafael Cal y Mayor R. James Cárdenas G., Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones, México, Alfaomega, 1994.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Subsecretaría de Infraestructura, Dirección General de Proyectos, Servicios Técnicos y Concesiones, Estudio de Origen y Destino 1989-1998, México, S.C.T., 1998.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Manual de Proyectos Geométricos de Carretas, México, S.C.T., 1985.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Subsecretaría en Infraestructura, Manual de Capacidad Vial, México, Noviembre 1995.
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Banco Nacional de Obras y Servicio Público, S.N.C., Inversión Pública, Estrategias y Requerimientos para los Próximos Años, México, D.F., Banco Nacional de Obras y Servicio Público, S.N.C., 1994.
- Transportation Research Board, Manual de Capacidades de Carreteras (Highway Capacity Manual), Washington, D.C., 1985

ANEXO No.1
TAMAÑO DE LA MUESTRA

El objetivo de este estudio es llevar un mejor control de calidad de los estudios de origen-destino para la carretera Cardel – Poza Rica, a fin de investigar las siguientes características, tanto para el usuario como para los vehículos.

Muestreo Proporcional al Tamaño.

$$n = \frac{N \times p \times p}{\left[\left(\frac{Me^2}{Nc^2} \right) (N - 1) \right] p \times q}$$

n → Tamaño de la muestra.

N → TDPA de los segmentos.

p → Probabilidad de ocurrencia.

q → Probabilidad de no ocurrencia.

Me → +/- 5% margen de error.

Nc → 95% nivel de confianza.

Resultados.

Estación	TPDA (año 1999)	n	Encuesta Aplicadas
Tamarindo	9,628	371	1,044
Yanga	12,068	372	1,760
Vega de Alatorre	4,841	356	1,507
Gtz. Zamora	5,997	361	1,145

ANEXO No.1
TAMAÑO DE LA MUESTRA

Las encuestas origen-destino se efectuaron los días 12, 13,14 y 19 de mayo (miércoles, jueves, viernes y martes) con una duración de 12 horas diarias (9:00-20:00 hrs.).

Información recabada:

- Aforo vehicular.
- Tasa de ocupación.
- Composición vehicular.
- Origen del Viaje.
- Destino intermedio.
- Destino final.
- Para camiones tipo de carga y cantidad.

ANEXO No.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA

1. Capacidad Vial

Capacidad de un camino o de un carril, es el número máximo de vehículos que pueden circular por él durante un período de tiempo determinado y bajo condiciones prevalecientes, tanto del propio camino como de la operación del tránsito.

La capacidad normalmente no puede ser excedida sin cambiar una o más de las condiciones prevalecientes. Al expresar la capacidad, es esencial plantear cuáles son las condiciones prevalecientes del camino del tránsito.

2. Condiciones Prevalecientes

Composición del tránsito

Alineamientos horizontal y vertical

Número y ancho de carriles

Estas condiciones prevalecientes se pueden dividir en dos grupos generales:

Condiciones establecidas por las características físicas del camino.

Condiciones que dependen de la naturaleza

Las condiciones prevalecientes en el camino no pueden ser cambiadas, a menos que se lleve a cabo una reconstrucción del camino. Las condiciones prevalecientes del tránsito pueden cambiar o ser cambiadas de hora en hora, o durante varios períodos del día.

Además de las condiciones del camino y del tránsito están las condiciones ambientales, como son el frío, el calor, la lluvia, la nieve, los vientos, la niebla, la visibilidad, etc., condiciones que afectan la capacidad de un camino; sin embargo debido a que los datos disponibles son limitados, la cuantificación de su efecto no se consideró en el cálculo de los volúmenes de servicio y las velocidades.

ANEXO No.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA

3. Nivel de Servicio

Nivel de servicio (NS) es un término que denota un número de condiciones de operación diferente que puede ocurrir en un carril o camino dado, cuando aloja varios volúmenes de tránsito. Es una medida cualitativa del efecto de una serie de factores entre los cuales se puede citar: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de manejo, la comodidad y los costos de operación.

Un determinado carril o camino puede proporcionar un rango muy amplio de niveles de servicio. Los diferentes niveles de servicio de un camino específico son en función del volumen y composición del tránsito, así como las velocidades que pueden alcanzarse en ese camino.

Un carril o camino en realidad operará a varios niveles de servicio, conforme varía el volumen durante una hora o diferentes horas del día, durante días de la semana o durante períodos del año, y aun durante diferentes años, con el crecimiento del tránsito.

Cuando el volumen de tránsito iguala a la capacidad de la carretera, las condiciones de operación son deficientes aun bajo condiciones ideales de la vía y del tránsito, ya que las velocidades son bajas, con frecuentes paros y demoras. Para que una carretera suministre un nivel de servicio aceptable, es necesario que el volumen de servicio sea menor que la capacidad de la carretera. El volumen máximo que puede transportarse en cualquier nivel de servicio seleccionado, es llamado volumen de servicio para ese nivel.

4. Volumen de servicio

A cada nivel de servicio le corresponde un volumen de tránsito, al cual se le llama Volumen de Servicio (VS) para ese nivel. Por lo tanto, puede definirse el volumen de servicio, como el máximo número de vehículos que pueden circular por un carril durante un período de tiempo determinado, bajo las condiciones de operación correspondiente a un selección de nivel de servicio. El volumen de servicio equivale a la capacidad, y lo mismo que ésta, los volúmenes de servicio se expresan normalmente como volúmenes horarios.

49817

ANEXO No.2
TAMAÑO DE LA MUESTRA

5. Tipo de terreno

Montañoso: terreno con promedio de inclinación mayor de 4% en una longitud de 30 km.

Lomerío: si el promedio de inclinación fluctúa entre 4% y 2%.

Plano: si el promedio de inclinación es menor del 2%.

Volumen = Volumen de Servicio * Factor Hora de Máxima Demanda
Volumen de Servicio = $C \cdot v/c \cdot fD \cdot fA \cdot fP \cdot fVP$

C Capacidad en condiciones ideales en ambas direcciones.

v/c Máxima relación vol/cap asociada al nivel de servicio i.

fD Factor de ajuste por efecto de distribución direccional.

fA Factor de ajuste por efecto de restricciones en ancho de carril.

fP Factor de ajuste por efecto de la pendiente de tangentes verticales.

fVP Factor de ajuste por vehículos pesados.

Los resultados que arrojan estos conceptos son los siguientes:

Segmentos	C	v/c	fD	fA	fP	fVP	Volumen de Servicio	Factor Hr. Max. Demanda	Volumen (v.e.-hr-carril)
Segmento A									
Libramiento Cardel	2800	0.39	0.94	0.81	1	13.33	11083	0.079	876
Cardel - Laguna Verde	2800	0.36	0.94	0.7	1	13.33	8841	0.073	645
Laguna Verde - Vega de A.	2800	0.39	0.94	0.7	1	13.33	9578	0.084	805
Segmento B	2800	0.39	0.94	0.7	1	13.33	9578	0.08	766
Segmento C	2800	0.43	0.83	1	1	13.33	13321	0.075	999
Segmento D	2800	0.39	0.94	0.81	1	13.33	11083	0.081	898

ANEXO No.2
TAMAÑO DE LA MUESTRA

Los años de congestión por Tramo son los siguientes:

Segmentos	Volumen de Capacidad	Tránsito horario en año de congestión	Año de Congestión
Segmento A			
Libramiento Cardel	876	901	2013
Cardel - Laguna Verde	645	674	2009
Laguna Verde - Vega de Alatorre	805	815	2017
Segmento B	766	769	2024
Segmento C	999	1029	2020

ANEXO No.3 TAMAÑO DE LA MUESTRA

MODELO DE COSTOS DE OPERACION DE VEHICULOS
TRAMO:ENTRONQUE CARRETERA FED. 180 -GUADALUPE VICTORIA

TIPO DE VEHICULO: AUTOMOVIL

SENTIDO: GUADALUPE VICTORIA

— Resumen de Datos de Entrada

Características de la Carretera

Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1
Rugosidad promedio (IIR)	m/km	3.50
Pendiente media ascendente	%	2.12
Pendiente media descendente	%	2.83
Proporción de viaje ascendente	%	45.20
Curvatura horizontal promedio	grados/km	32.20
Sobreelevación promedio (peralte)	fracción	0.00
Altitud del terreno	m	30.00
Número efectivo de carriles	Código: 1-Uno 0-M s de uno	0

diano (Chevrol

Características del vehículo

Peso del vehículo vacío	kg	1,120.00
Carga transportada	kg	0.00
Potencia máxima en operación	HP métricos	110.00
Potencia máxima del freno	HP métricos	21.00
Velocidad deseada	km/hora	84.54
Coefficiente aerodinámico de arrastre	adimensional	0.50
Area frontal proyectada	m ²	2.08
Velocidad calibrada del motor	RPM	3,750.00
Factor de eficiencia energética	adimensional	1.00
Factor de ajuste de combustible	adimensional	1.16

Características de los neumáticos

Número de llantas por vehículo	#	4.00
Volumen de hule utilizable por llanta	dm ³	0.00
Costo de renovación/costo llanta nueva	fracción	0.15
Máximo número de renovaciones	adimensional	0.00
Término const. del modelo de desgaste	dm ³ /m	0.00
Coefficiente de desgaste	10E-3 dm ³ /kj	0.00

Datos Sobre la Utilización del Vehículo

Número de km conducidos por año	km	30,000.00
Número de horas conducidas por año	horas	1,000.00
Indice de utilización horaria	fracción	0.60
Vida útil promedio de servicio	años	6.00
Usar vida útil constante?	Código: 1-Si 0-No	1
Edad del vehículo en kilómetros	km	60,000.00
Número de pasajeros por vehículo	#	1.49

Costos Unitarios

Precio del vehículo nuevo	\$	103,427.00
Costo del combustible	\$/litro	3.92

Costo de los lubricantes	\$/litro	15.40
--------------------------	----------	-------

ANEXO No.3
TAMAÑO DE LA MUESTRA

Costo por llanta nueva	\$/llanta	389.00
Tiempo de los operarios	\$/hora	13.50
Tiempo de los pasajeros	\$/hora	13.50
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	13.50
Retención de la carga	\$/hora	0.00
Tasa de interés anual real	%	0.00
Costos indirectos por vehículo-km	\$	0.00

MODELO DE COSTOS DE OPERACION DE VEHICULOS

___ Resumen de Resultados

Características de la Carretera

Tipo de superficie	Código: 1-Pav. 0-No pav.	1
Rugosidad promedio (IIR)	m/km	3.50
Pendiente media ascendente	%	2.12
Pendiente media descendente	%	2.83
Proporción de viaje ascendente	%	45.20
Curvatura horizontal promedio	grados/km	32.20
Sobrelevación promedio (peralte)	fracción	0.00
Altitud del terreno	m	30.00
Número efectivo de carriles	Código: 1-Uno 0-M s de uno	0

diano (Chevrol

Costos Unitarios

Precio del vehículo nuevo	\$	103,427.00
Costo del combustible	\$/litro	3.92
Costo de los lubricantes	\$/litro	15.40
Costo por llanta nueva	\$/llanta	389.00
Tiempo de los operarios	\$/hora	13.50
Tiempo de los pasajeros	\$/hora	13.50
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	13.50
Retención de la carga	\$/hora	0.00
Tasa de interés anual real	%	0.00
Costos indirectos por vehículo-km	\$	0.00

Velocidad del Vehículo	km/hora	82.23
------------------------	---------	-------

Consumos por cada 1000 vehículo-km

Consumo de combustible	litros	240.77
Uso de lubricantes	litros	2.08
Consumo de llantas	no. equivalente de llantas nuevas	0.07
Tiempo de los operarios	horas	12.16
Tiempo de los pasajeros	horas	18.12

Retención de la carga	horas	12.16
Mano de obra de mantenimiento	horas	2.43

ANEXO No.3
TAMAÑO DE LA MUESTRA

Refacciones	% precio vehículo nuevo	0.18	
Depreciación	% precio vehículo nuevo	0.34	
Intereses	% precio vehículo nuevo	0.00	
Costo de Operación por 1000 vehículo-km	\$	1,986.15	100.0 %
Consumo de combustible	\$	943.83	47.5 %
Uso de lubricantes	\$	32.00	1.6 %
Consumo de llantas	\$	27.44	1.4 %
Tiempo de los operarios	\$	164.18	8.3 %
Tiempo de los pasajeros	\$	244.62	12.3 %
Retención de la carga	\$	0.00	0.0 %
Mano de obra de mantenimiento	\$	32.78	1.7 %
Refacciones	\$	185.68	9.3 %
Depreciación	\$	355.62	17.9 %
Intereses	\$	0.00	0.0 %
Costos indirectos	\$	0.00	0.0 %



TRES GENERACIONES
A SU SERVICIO

ESTACIONAMIENTO ANEXO PARA NUESTROS CLIENTES



cuadernaciones
LOPEZ

8 DE JULIO No. 17 ZONA CENTRO
ENTRE P. MORENO Y MORELOS A CUADRA Y MEDIA DEL JARDIN DEL CARMEN
TEL. 614-59-48, 614-41-71 FAX 614-66-46