

RESUMEN Y CONCLUSIONES

I. ORIGEN, JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVO DEL ESTUDIO

A. Origen

La asignación de los fondos de inversión a los proyectos socioeconómicamente más rentables contribuye al crecimiento del país. De ahí la importancia de que los proyectos y programas de inversión pública, deban ser evaluados previamente a su ejecución.

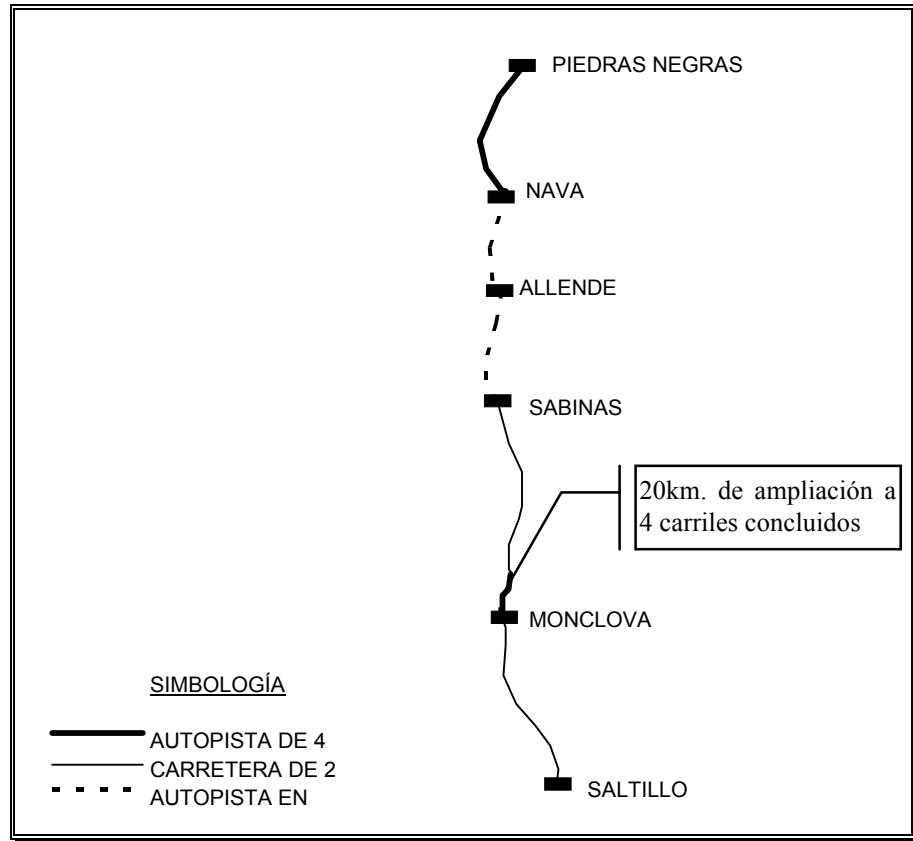
Dentro del programa de modernización de la infraestructura carretera del estado de Coahuila, se considera la ampliación de la carretera federal N° 57 de 2 a 4 carriles en su segmento Saltillo, Coah. - Piedras Negras, Coah.

La actual administración¹ considera que con esta ampliación el tráfico generado y desviado se incrementará desde y hacia los Estados Unidos por efectos del Tratado de Libre Comercio (TLC); además de contribuir al establecimiento de nuevas empresas que reactiven a la economía del estado, especialmente en las regiones centro y carbonífera que actualmente afrontan una depresión económica.

La ampliación de esta carretera se ha iniciado por etapas de norte a sur, partiendo de Piedras Negras; la primera etapa de 29 km hasta Nava está por terminarse y las etapas subsecuentes, hasta Sabinas, Coah. han sido concesionadas.

Se seleccionó para este estudio el tramo Sabinas, Coah. - Monclova, Coah. por ser el próximo programado para ampliarse. Este tramo tiene una longitud de 115 km, de los cuales se evaluaron sólo 94 km debido a que ya está por concluir la ampliación a 4 carriles de un segmento de 21 km a partir de Monclova, Coah. (mapa N° 1.1).

1. Administración Estatal 1994-1999.



Mapa 1.1 Eje carretero Piedras Negras - Saltillo

La población de las ciudades en las que se encuentra la carretera, Monclova, Coah. - Sabinas, Coah. se muestra a continuación, en el Cuadro N° 1.

Cuadro 1 Población de las principales ciudades donde se localiza la carretera en estudio en 1990

Ciudad	No. Habitantes	% de la población del Estado
Monclova, Coah.	169,928	7.6 %
Sabinas, Coah.	52,120	2.3 %

Fuente: Secretaría de Programación y Desarrollo, 1990, Gobierno del Estado de Coahuila.

B. Justificación del estudio

La ejecución de un proyecto de inversión pública, como lo es la ampliación de una carretera, debe estar respaldada por un estudio que demuestre que dicha inversión es conveniente para el país.

El proyecto de ampliar una carretera de 2 a 4 carriles puede construirse por fases, por ejemplo puede ampliarse a un tercer carril y posteriormente construirse el cuarto carril, cuando el crecimiento de la demanda haga conveniente efectuar así su ejecución.

“Por que hay una fuerte presunción de que la construcción por fases demostrará ser la estrategia óptima en la mayor parte de las ocasiones. Además, la construcción por fases posee la ventaja adicional de permitir que las decisiones de inversión se basen en los volúmenes existentes observados de tráfico más que en las predicciones de un futuro crecimiento que pudieran estar sujetas a errores substanciales”.²

Pero la decisión final de construir por etapas o en conjunto debe ser resultado de una exhaustiva evaluación socioeconómica, que determine la mejor alternativa para el país.

C. Objetivo del estudio

El objetivo del presente estudio es proponer un programa de inversiones, donde se determinen los momentos óptimos de realización de las alternativas más convenientes para la ampliación de la carretera federal N° 57 en el tramo Monclova, Coah. - Sabinas, Coah.

La evaluación se hizo a nivel de perfil, y el propósito general es que los resultados obtenidos sirvan de base para la realización de una futura evaluación a nivel prefactibilidad o factibilidad.

2. Situación actual

A. Oferta de la carretera

El tramo carretero Monclova, Coah. - Sabinas, Coah, tiene una longitud de 94 km, sus características físicas son: sección transversal de 7.0 m con 2 carriles de circulación de 3.5 m de ancho cada uno, construido de concreto asfáltico, sin acotamientos y permite brindar un nivel de servicio entre B y C³, en el cual se circula a una velocidad

2. HARBERGER, A.C., Evaluación de proyectos, pág. 304.

3. TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, Highway Capacity Manual (Special Report 209), 1985 trad. por Asociación Técnica de Carreteras (Comité Español de la A.I.P.C.R.), (Ed. Asociación Técnica de Carreteras, 1987), págs.275-276. El nivel de servicio considera no sólo la situación física actual de la carretera, sino también la densidad vehicular de la misma.

Nivel A: Flujo vehicular libre; velocidad media aprox. 96 km/h

Nivel B: Flujo vehicular estable; velocidad media 88 km/h

promedio de 87 km/h⁴ (ver anexo N° 3 de velocidad). Toda la carretera está construida sobre lomerío suave⁵, en el cual el 91% corresponde a tramo recto y 9% a zona de curvas.

En la carretera objeto del presente estudio, se obtuvo del aforo realizado por el equipo evaluador un promedio de 86 vehículos por hora por ambos sentidos, en un mes considerado como de temporada normal y se observa un incremento de 30 % en temporada alta.⁶ (período vacacional).

Una carretera similar a esta, con carriles de 3.5 m de ancho, tiene una capacidad de 900 vehículos por hora por carril (de acuerdo a la información proporcionada por la Dirección General de Caminos de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Gobierno del Estado de Coahuila). Por lo que resulta obvio, que en función de las condiciones actuales, la carretera es suficiente para dar servicio sin que se presente congestión para los usuarios.

B. Red vial relevante

Considerando a la red vial relevante como el conjunto de vías que pudieran verse afectadas por la realización de un proyecto carretero, se identificaron las siguientes rutas (ver mapa N° 2.1).

Visualizando la red vial desde un ámbito regional e internacional, y considerando que el punto generador y de atracción de viajes de tipo comercial en los E. U. es San Antonio, Texas, se identifican las siguientes carreteras sustitutas:

ÁMBITO REGIONAL E INTERNACIONAL

Vía Saltillo, Coah. - Piedras Negras, Coah. - San Antonio, TX

Carreteras sustitutas:

-
- | | |
|----|--|
| | Nivel C: Flujo vehicular estable; velocidad media 83 km/h |
| 4. | Dato obtenido en el aforo realizado por el equipo evaluador los días 7 y 8 de febrero de 1995. |
| 5. | <u>bid.</u> , pág. 39 |
| | Se clasifica a los terrenos en: |
| | Llano o plano : con pendientes entre 1 y 2% |
| | Ondulado o lomerío suave : con pendientes entre 2 y 4% |
| | Montañoso : con pendientes mayores a 4% |
| 6. | Este incremento se calculó tomando en cuenta el comportamiento del número de viajes que reportaron las empresas de autobuses sólo en temporada de vacaciones y en el que se supuso un comportamiento igual para autos y camionetas. No se obtuvieron los datos para los camiones de carga. |

En México:

Saltillo, Coah. - Monterrey, N. L. - Nuevo Laredo, Tamps.

En Estados Unidos:

Laredo, TX - San Antonio, TX

Ferrocarril como medio sustituto

En México:

Saltillo, Coah. - Monterrey, N. L. - Nuevo Laredo, Tamps.

En Estados Unidos

Laredo, TX - San Antonio, TX - Spofford, TX

ÁMBITO ESTATAL

Vía Saltillo, Coah. - Piedras Negras, Coah.

Carreteras sustitutas

No existen

Ferrocarril como medio sustituto

Saltillo, Coah. - Piedras Negras, Coah.

ÁMBITO LOCAL

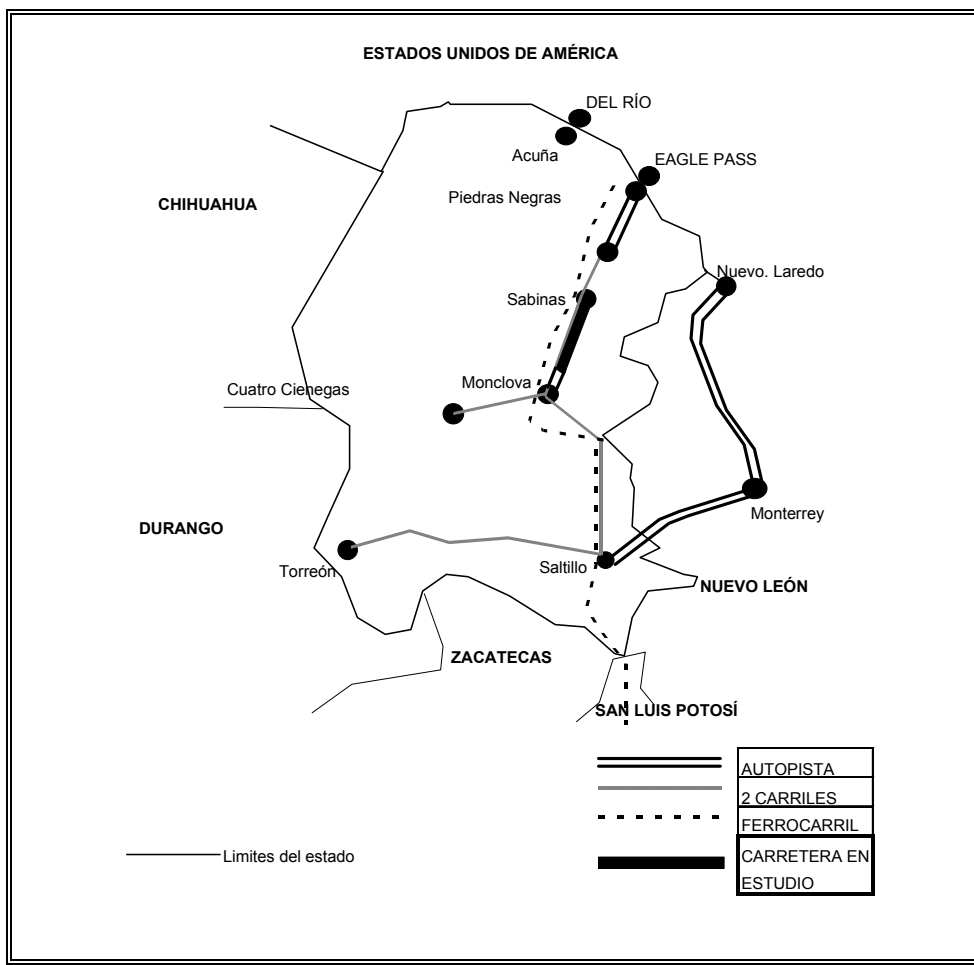
Vía Monclova-Sabinas

Carreteras sustitutas

No existen

Ferrocarril como medio sustituto

Monclova, Coah. -Sabinas, Coah.



Mapa 2.1 Red vial relevante

Para objeto de este análisis se ha descartado al ferrocarril debido a que la red ferroviaria con que cuenta Coahuila no responde a las necesidades que plantea la transportación moderna, ya que se tiene una configuración total con vía sencilla, la cual presenta problemas propios de su antigüedad que limita la operación de los ferrocarriles modernos. Además, no se identificaron planes de mejoramiento en las instalaciones de ferrocarriles para mejorar su operación, asimismo, tampoco se contó con la información relevante que ayudara a hacer el análisis del efecto del proyecto sin el ferrocarril.

Por tal razón se supuso que el ferrocarril seguirá dando el mismo servicio como son el transporte del carbón y granos, que se consideran como mercancías voluminosas y de bajo valor comercial y de esta manera descartarlo como un medio sustituto próximo a la carretera.

Caminos complementarios⁷ identificados:

- Sabinas, Coah. - Piedras Negras, Coah.
- El Sauz, Coah. - Barroterán, Coah. - Palaú, Coah. - Múzquiz, Coah.
- Estación Hermanas, Coah. - San Buenaventura, Coah. - Cuatrociénegas, Coah. - Torreón, Coah.
- Monclova, Coah. - Monterrey, N. L.

Concluyendo, desde un punto de vista regional se podría considerar la carretera Nuevo Laredo, Tamps. - Saltillo, Coah. como una vía sustituta a la de Saltillo, Coah. - Piedras Negras, Coah. para el tránsito a los E.U.A.; sin embargo, ésta se descarta ya que la diferencia en distancia es de casi 100 km menos, siendo la vía Nuevo Laredo, Tamps. - Saltillo, Coah. más atractiva para los importadores y exportadores de mercancías con destino al interior de la república, y la carretera Piedras Negras, Coah. - Saltillo, Coah. a los importadores y exportadores de la región.

C. Demanda por transporte interurbano

La demanda por transporte interurbano se genera por la necesidad de trasladarse de un lugar a otro, con objeto de realizar alguna actividad.

Ante la carencia de aforos actualizados para esta carretera, el equipo evaluador realizó un aforo direccional, una clasificación vehicular y una medición de velocidad, durante 48 horas continuas los días 7 y 8 de febrero de 1995, ubicando puestos de aforo en los dos entronques que existen en el tramo analizado, debido a que éstos son puntos donde se incorporan o desvían los flujos vehiculares que circulan por esta carretera, para, de esta forma poder facilitar la identificación del tráfico y su comportamiento.

Un puesto de aforo se ubicó, en Estación Hermanas, Coah. a 42 km al norte de Monclova, Coah. donde se localiza el entronque con la carretera a Torreón, Coah. (ver figura N° 2.2). El otro puesto de aforo se ubicó en el entronque El Sauz, Coah a 88 km al norte, de Monclova, Coah. y 27 km al sur de Sabinas, Coah. donde se localiza

7 . Carreteras contiguas a la carretera bajo estudio que puedan verse afectados sus flujos vehiculares a razón de que se realice una obra vial.

la desviación hacia Barroterán, Coah., Palaú, Coah. y Múzquiz, Coah. (ver figura N° 2.2).

D. Estimación del TPDAc y TPDM

Los términos utilizados en este estudio para cuantificar los volúmenes vehiculares son: Tránsito Promedio Diario Anual Calculado (TPDAc), el cual se obtuvo de realizar un promedio ponderado con los datos del aforo realizado por el equipo evaluador, tomando en cuenta la estacionalidad y el Tránsito Promedio Diario Medido (TPDM), que son los resultados obtenidos del aforo realizado por el equipo evaluador los días 7 y 8 de febrero de 1995.

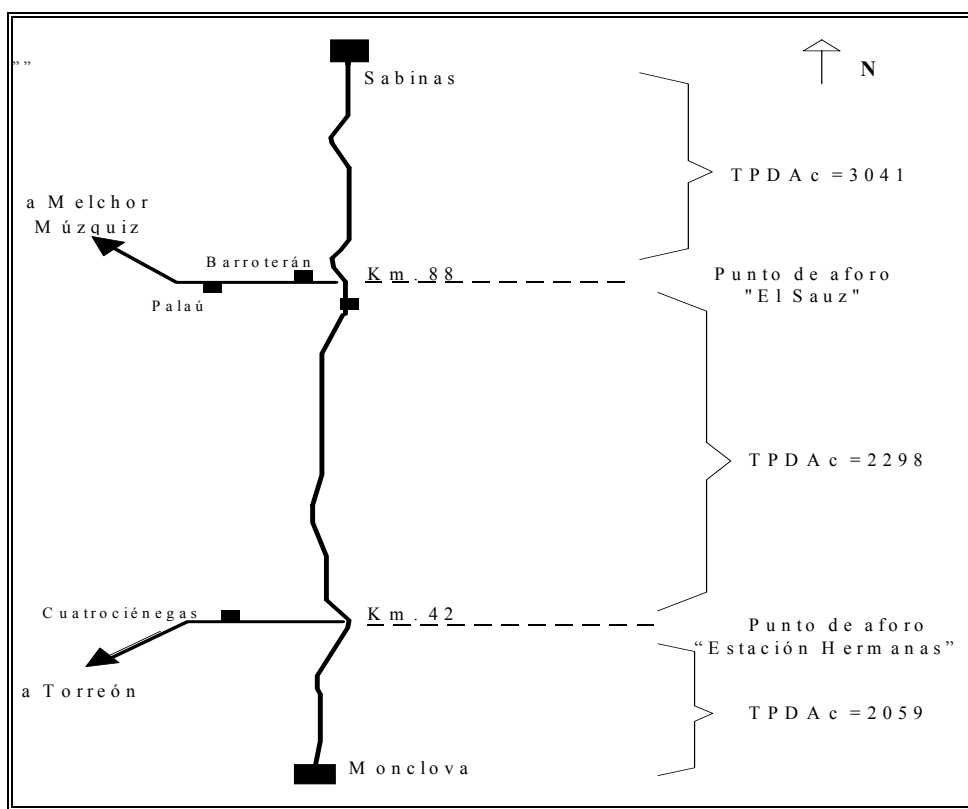


Figura 2.2 TPDAC estimados en los puntos de medición de aforo
(Fuente: Elaboración propia a partir de la visita de campo del 7 y 8 de febrero de 1995.)

E. Resultados del aforo

De acuerdo a la información generada por el aforo que realizó el equipo evaluador, la composición vehicular observada fue la que se presenta en el cuadro N° 2.1.

Cuadro 2.1 TPDM en el tramo Monclova-Sabinas de acuerdo al aforo realizado por el equipo evaluador

Vehículo Tramo ^a	Autos	Camionetas	Autobús	Camión 2 ejes	Camión + 2 ejes	Total
Monclova	580	634	124	172	437	1,947
Est.Hermanas						
Est. Hermanas El	649	735	137	204	445	2,170
Sauz						
El Sauz	877	1,011	180	262	539	2,869
Sabinas						

Fuente: Elaborado a partir del aforo realizado por el equipo evaluador los días 7 y 8 de febrero de 1995.

a/ Tramos según demanda vehicular, existe distribución aproximada por sentido del 50% del total, por lo que se puede decir que no existe direccionalidad.

Durante la realización del aforo se pudo observar que la composición del tránsito que circula por la carretera es variado y no se ve influenciado por el transporte de productos generados por la zona como es el acero que se produce en Monclova, Coah. y el carbón que es el producto más importante de la región carbonífera (Sabinas, Coah., Palaú, Coah. y Barroterán, Coah.).

F. Estacionalidad

Para poder identificar la diferencia entre el comportamiento del flujo vehicular entre un día considerado como normal y un día de demanda alta se optó por determinar la estacionalidad, identificándose 2 periodos:

Período vacacional: 1ª semana de enero, semana santa, julio, agosto y diciembre con un total de 100 días.

Período normal: El resto del año (265 días).

La determinación de la estacionalidad se elaboró a partir de datos proporcionados por las compañías de autobuses que utilizan esta

carretera. La cual presentó un incremento del 30 % en temporada alta con respecto a la temporada normal.

En el cuadro N° 2.2 se presentan las cifras estimadas para el período vacacional y normal por tipo de vehículo (autos, camionetas y autobuses).

A los camiones de carga no se les aplicó este incremento bajo el supuesto de que su comportamiento no se ve afectado por los períodos vacacionales.

Cuadro 2.2 Tráfico promedio diario en períodos estacionales por tipo de vehículo en la carretera Monclova-Sabinas por tramos según demanda.

	Autos			Camionetas			Autobuses		
	Tramos			Tramos			Tramos		
Temporada	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Alta	754	844	1140	824	956	1314	161	178	234
Baja	580	649	877	634	735	1011	124	137	180

Fuente: Elaboración propia considerando que el período estacional se incrementa en un 30 % para autos, camionetas y autobuses.

En el cuadro N° 2.3 se muestran las cifras corregidas por estacionalidad, las cuales se utilizarán para el estudio.

Cuadro 2.3 TPDAC ^{A/} de la carretera Monclova-Sabinas según clasificación vehicular por tramos, febrero 1995

TRAMO	Autos	Camioneta	Autobuses	Camión 2 Ejes	Camiones + de 2 Ejes	Total de Vehículos
Monclova	629	686	135	172	438	2,059
Est.Hermanas	30.5%	33.3%	6.6%	8.4%	21.3%	100%
Est.Hermanas El Sauz	702	798	148	204	445	2,298
El Sauz	30.5%	34.7%	6.4%	8.9%	19.4%	100%
Sabinas	950	1,095	195	263	539	3,041
	31.2%	36%	6.4%	8.7%	17.7%	100%

Fuente: Aforo realizado por el equipo evaluador

a/ TPDAC es el tránsito promedio diario anual calculado con los datos del aforo y a estacionalidad

G. Diagnóstico de la situación actual de la carretera

De acuerdo a lo mencionado en la situación actual se puede determinar que los usuarios de la carretera no se enfrentan ante un problema de congestión, ya que pueden circular a una velocidad media de 87 km/h (de acuerdo a los estudios de velocidad realizados por el equipo evaluador, que se presentan en el anexo N° 3) sobre una carpeta de rodamiento en buen estado.

Por ello, se concluye que la carretera en las condiciones actuales tiene la capacidad suficiente para soportar la demanda que se está presentando y que no se requiere una ampliación.

H. Tramificación (por oferta y demanda)

Para efectos de la evaluación se identificaron 5 tramos de acuerdo a los resultados del aforo y a sus condiciones de oferta y demanda. El criterio utilizado fue el de considerar las características físicas, geométricas y topográficas de la carretera, en el caso de la oferta y el comportamiento del flujo vehicular para la demanda. Con estos criterios se determinó la siguiente tramificación:

Los tramos 1, 2 y 3 tienen diferentes demandas:

Tramo 1: Se considera de Monclova, Coah. a Sabinas, Coah., a partir del km 21 hasta el km 42 donde se localiza el entronque de Estación Hermanas, Coah. Este tramo se caracteriza por el buen estado de la carpeta de rodamiento construida en lomerío suave y recto. Tiene un TPDAC de 2,059 vehículos, parte de este flujo corresponde al tráfico local y a los visitantes del balneario de aguas termales ubicado a 1 km del entronque por la carretera a Torreón, Coah.

Tramo 2: Comprende de Estación Hermanas, Coah., a partir del km 42 hasta El Sauz, Coah. en el km 88. Las características principales de este tramo son: carpeta de rodamiento en buen estado, construida en lomerío suave y recto. Cuenta con un TPDAC de 2,298 vehículos, tráfico formado en parte por los habitantes de pequeños poblados adyacentes a la carretera.

Los tramos 3, 4 y 5 tienen la misma demanda (TPDAC de 3,041 vehículos) pero la oferta varía en cada uno.

Tramo 3: Se inicia en El Sauz, Coah., km 88, y termina en el km 103, caracterizándose por estar en terreno de lomerío suave y trazo recto;

en este tramo la carpeta de rodamiento presenta fallas moderadas.⁸ Este flujo vehicular proviene principalmente de la región carbonífera con destino al norte.

Tramo 4: Comprende del km 103 al km 112 donde inicia una zona de curvas, situándose sobre terreno de lomerío suave y la superficie presenta fallas moderadas.

Tramo 5: Comprende del km 112 al km 115, donde se localiza la ciudad de Sabinas, Coah. Este tramo es recto y se encuentra sobre lomerío suave y con fallas moderadas de la superficie de rodamiento.

La tramificación antes mencionada se ilustra en la figura N° 2.3.

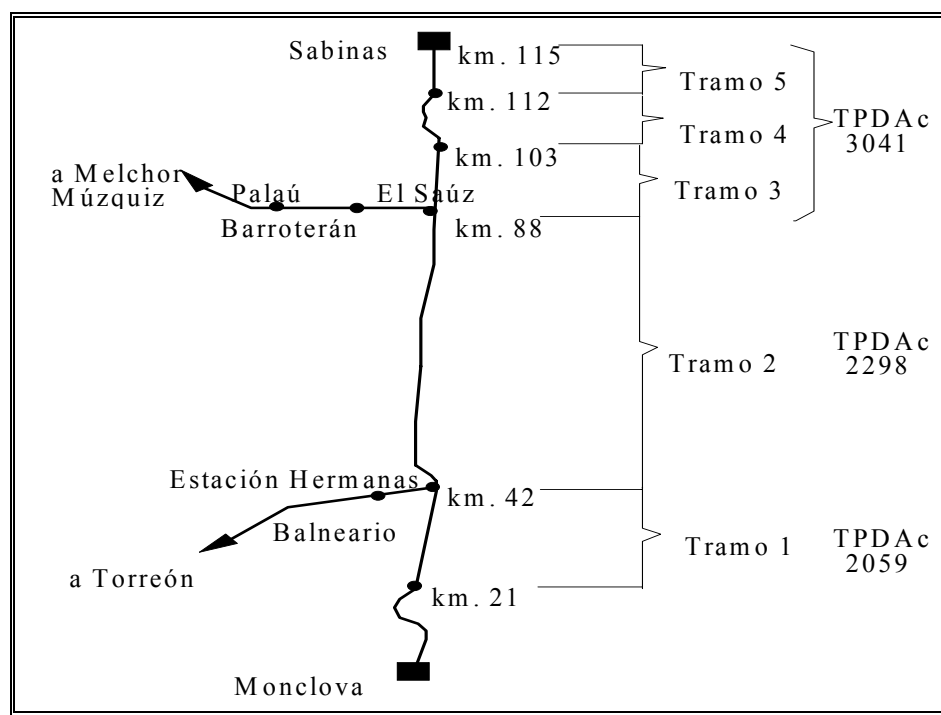


Figura 2.3 Tramificación según condiciones de oferta y demanda
Fuente: Elaboración a partir de estudios de campo realizados por el equipo evaluador.)

8. Con defecto evidente pero sin afectar notablemente el buen funcionamiento del pavimento.

3. Situación base optimizada

Consiste en mejorar la situación actual mediante inversiones marginales en las que se supone una rentabilidad evidente, por lo que no requieren que se realice una evaluación.

A. Medidas de optimización de acuerdo a la tramificación

Para optimizar la situación actual de la carretera se consideran inversiones diferentes en cada tramo, según las condiciones de la superficie de rodamiento para mejorar su servicio; las cuales consisten en:

- Construcción de acotamientos pavimentados de 2.0 m de ancho a ambos lados y a todo lo largo de la carretera actual, excepto en zona de curvas con pendientes donde el costo se incrementa por los cortes y movimientos de tierra necesarios para dar espacio al acotamiento propuesto (tramos propuestos 1,2,3 y 5).
- Riego de sello para mejorar la superficie de rodamiento sólo en las partes requeridas (aproximadamente en 12 km), el cual consiste en aplicar una mezcla de asfalto con agregado (grava) que se coloca sobre la superficie una vez que se haya barrido y limpiado la carretera actual, (tramos propuestos 4 y 5).
- Completar el señalamiento horizontal y vertical. El primero consiste en pintar la línea central que delimita los carriles y la línea lateral en el borde de la carretera, y el segundo se refiere a complementar el señalamiento preventivo y restrictivo (para todos los tramos).

4. Situación con proyecto

Se analizan las alternativas: ampliación por etapas y ampliación conjunta en un solo cuerpo, como una solución para mejorar la carretera. Es preciso mencionar que no se analizó la alternativa de ampliación de dos carriles adicionales en cuerpos separados, debido a la premura del tiempo y entre otros factores, por lo difícil de valorar la diferencia de beneficios entre las dos alternativas.

A. Descripción del plan de inversión

Se analizan las alternativas de ampliación de la carretera, de pasar de 2 a 4 carriles en forma simultánea o por etapas.

a) Ampliación por etapas

Ampliación a un tercer carril: Consiste en la ampliación de un 3^{er} carril adicional, antes de llegar a una de 4 carriles.

Considerando que la propuesta de la situación base optimizada plantea la pavimentación de los acotamientos, los cuales pueden utilizarse para rebase de los vehículos rápidos, la propuesta para el crecimiento del 3^{er} carril es la siguiente:

Tomar el acotamiento que se propone en la situación base optimizada de 2.0 m y adicionarle 1.5 m más para formar un 3^{er} carril de 3.5 m de ancho y agregarle un acotamiento de 2.0 m es decir, pasar de la sección de la situación base optimizada de 11.0 m a 14.5 m (ver figura N° 4.1).

Ampliación a cuatro carriles: Para el cuarto carril se propone adicionar, cuando la demanda lo justifique una sección de 5.5 m, reasignando las medidas de la siguiente manera: del tercer carril existente se asignarán 2.0 m para la franja separadora y 1.5 m se sumarán a los 2.0 m de acotamiento ya existente para formar de esta manera el nuevo tercer carril de 3.5 m de ancho. De la sección adicional de 5.5 m se formarán el cuarto carril de 3.5 m de ancho y 2.0 m de acotamiento, quedando así una sección total de 20.0 m.⁹

La figura N° 4.1 presenta gráficamente las diferentes etapas que se proponen en este plan.

9 De acuerdo a la sección evolutiva de carretera propuesta por la Secretaria de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Coahuila, que considera la ampliación de la carretera en secciones de 10.0 m en el Programa de Modernización de Carreteras Troncales, 1994.

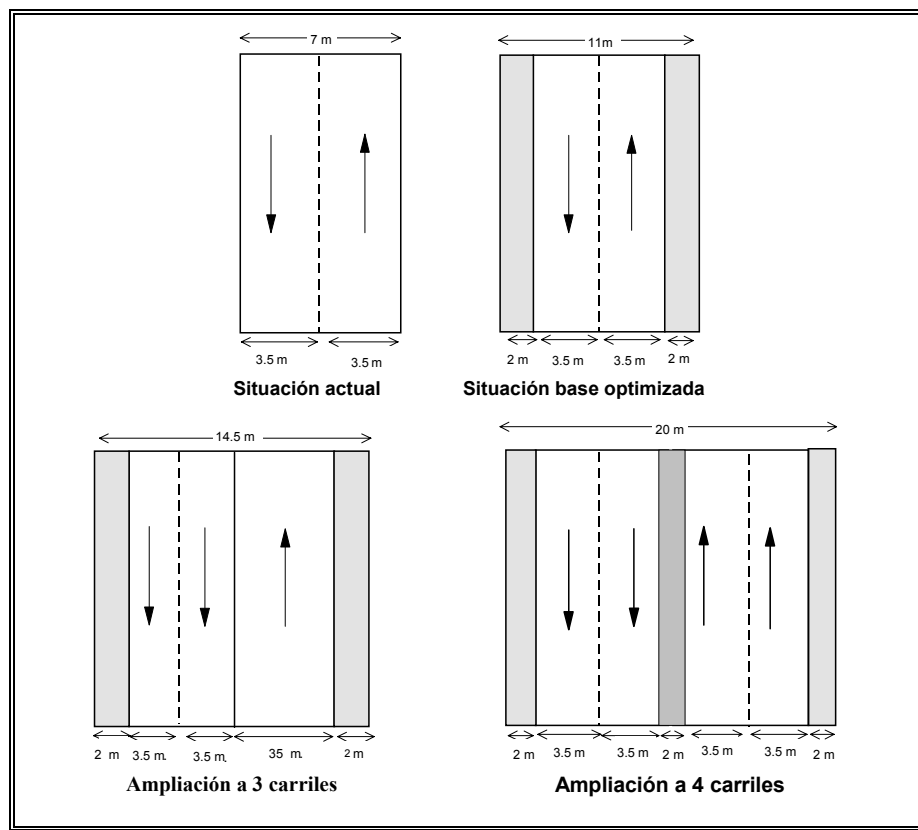


Figura 4.1 Etapas propuestas para la ampliación a cuatro carriles

b) Ampliación en forma conjunta

Esta alternativa consiste en pasar de la carretera de 2 carriles a una de 4 carriles de inmediato y en forma simultánea.

Partiendo de la situación base optimizada, (sección de 11.0 m) la cual cuenta con acotamientos, uno de ellos se tomará para configurar la franja separadora de 2.0 m y se construirá otra sección de 9.0 m (2 carriles de 3.5 m y un acotamiento de 2.0 m), para que al terminar la ampliación se tenga una sección de 20.0 m, de acuerdo a la propuesta por la Dirección de Caminos de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Coahuila (SCOPE).

5. Metodología de identificación y cuantificación de beneficios y costos

La metodología utilizada está basada en la establecida en Chile por el MIDEPLAN¹⁰ para proyectos carreteros, la cual se adaptó para este estudio.

Para evaluar la alternativa propuesta, se compara la situación base optimizada con la situación con proyecto. En la primera se incluyen todas aquellas inversiones menores que hacen que se optimice la situación actual, esto con la finalidad de atribuir al proyecto sólo los beneficios y costos originados por éste.

A. Beneficios

Los beneficios atribuibles a un proyecto carretero, se distinguen por la reducción de los CGV de los usuarios y la reducción de costos de accidentes, donde los CGV están formados por el tiempo de viaje y los costos de operación vehicular (costos de combustible, lubricantes, desgaste del vehículo entre otros).

a) Ahorro de tiempo de viaje

El tener una carretera mejorada permite a los usuarios viajar a una mayor velocidad y llegar a su destino en un menor tiempo. Este ahorro de tiempo es un beneficio, el cual se cuantifica comparando el tiempo de transitar por la carretera en la situación sin proyecto, con el tiempo de transitar en la situación con proyecto.

b) Ahorro de costos de operación vehicular

Los costos de operación vehicular dependen de las condiciones físicas y geométricas de la carretera, así como del flujo vehicular.

La ampliación de una vía permite que el flujo vehicular circule con una mayor libertad, reduciendo el consumo de combustible y lubricantes; esto, en una carretera que presente congestión, situación que no se presenta en la carretera objeto de este análisis.

La metodología de MIDEPLAN recomienda que para determinar estos ahorros se utilicen los modelos computacionales HDM-III Y TRARR.

10 MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN NACIONAL DE CHILE, Departamento de Inversiones, Inversión pública eficiencia y equidad, segunda edición 1992, Chile.

El modelo HDM-III se utiliza para determinar los costos de operación vehicular y los costos de mantenimiento y conservación vial.

El TRARR permite calcular los tiempos de viaje y el consumo de combustible de los vehículos en condiciones de congestión.

Sin embargo, para efectos del estudio no se utilizaron dichos paquetes por no estar calibrados para el caso de México, por lo que se optó por cuantificar sólo los ahorros de tiempo, pues resulta difícil medir el costo de operación de los vehículos a diferentes velocidades.

c) Ahorro por costos de accidentes

Estudios de seguridad en carreteras, han determinado que para el caso de carreteras de 3 carriles se encontró que hasta en volúmenes de 2.6 millones de vehículos al año, o sea volúmenes de poco más de 7,000 vehículos diarios, los índices de accidentes fueron menores en comparación con las carreteras de 2 carriles¹¹, y que en carreteras de 4 carriles los índices de accidentes aún son menores.

La ampliación de una vía a 3 carriles contribuye a reducir el número de accidentes, en comparación a una de 2 carriles; sin embargo, la gravedad y los costos materiales de estos podrían ser mayores debido al incremento de la velocidad, aunque no se tiene evidencia empírica para hacer esta afirmación.

La medición de los costos por accidentes es un tema discutido por lo difícil de valorar la vida de un ser humano; esto hace que la cuantificación de los costos por accidentes resulte subjetiva. En este estudio solamente se cuantificaron los daños materiales, por no contar con la forma de medir los daños causados a las personas. Para ello se utilizaron los datos proporcionados por el departamento de ingeniería de tránsito del centro SCT de Coahuila (ver anexo de accidentes).

B. Costos

11 SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS, Manual de Proyectos Geométricos de Carreteras, 1991, pág. 16

Se identifican todos los costos relevantes para la situación con proyecto como son: costos de inversión de la ampliación, los costos por molestias y costos del tiempo de los usuarios.

a) Costos de inversión

Se incluyen todos los costos incurridos al construir una obra carretera, como son los materiales utilizados, la mano de obra empleada y el uso de maquinaria y equipo.

Situación con proyecto: Las inversiones requeridas en cada tramo para cada etapa, se muestran en el cuadro N° 5.1.

Cuadro 5.1 Inversiones requeridas para cada uno de los planes de inversión (Cantidades en miles de N\$ a precios de febrero de 1995)

Construcción por etapas	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	TOTAL
Ampliación a 3 carriles con acotamiento de 2.0 m (secc. 3.5 m de ancho)	16,797	36,793	11,998	8,376	2,400	76,364
Ampliación a 4 carriles (secc. 5.5 m de ancho)	26,787	58,675	19,133	13,359	3,827	121,781
TOTAL	43,584	95,468	31,131	21,735	6,227	198,145

Fuente: Elaborado a partir de datos proporcionados por el Sistema de Caminos de Nuevo León.

b) Costos por molestias durante la construcción

Además de incluir todos estos costos, se cuantifican los costos por molestias ocasionadas a los usuarios durante la construcción de una obra carretera; y son aquellos ocasionados por el mayor tiempo y mayores costos de operación de viaje al tener que tomar desvíos o sufrir detenciones que hacen disminuir sus velocidades. Para fines de esta evaluación se supuso una disminución del 50% en la velocidad promedio de los usuarios en los tramos donde se realicen las obras de ampliación, considerando que por lo menos se detengan un kilómetro al año a causa de las obras de construcción en el tiempo que dure la ampliación.

c) Costo del tiempo de los usuarios

Para la determinación del costo del tiempo de los usuarios que transitan por la vía, se requiere conocer el costo de oportunidad

del tiempo, para ello se deben aplicar encuestas origen - destino que ayuden a conocer el motivo de viaje y el salario promedio.

Sin embargo, en el caso de la carretera Monclova, Coah. - Sabinas, Coah., no se contó con esa información; por ello se decidió dar un valor a la hora - hombre según tipo de vehículo. En el caso de los automovilistas, se utilizó N\$ 6.00 la hora hombre, considerando que el valor del tiempo en un país con el nivel económico como el nuestro es de aproximadamente de US\$ 1.00.¹² Para los conductores de autobuses y camiones de carga, se consideró el ingreso promedio que se paga por kilómetro.

6. Análisis de la demanda

Para definir los beneficios dentro del período de evaluación de un proyecto carretero se requiere conocer la demanda vehicular actual para poder determinar la demanda durante el período de evaluación del proyecto.

De acuerdo a datos de aforos vehiculares proporcionados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para la carretera Monclova, Coah. - Sabinas, Coah., en el período 1980 - 1991, tenemos la siguiente información (ver cuadro N° 6.1).

Cuadro 6.1 Aforos registrados por la SCT estación

Año	Est.Hermanas	El Sauz 1	El Sauz 2
1980	2750	2517	3045
1981			
1982	2710	2500	2740
1983	2250	2715	2990
1984		2145	3005
1985		2200	2940
1986		1900	2774
1987		1825	2665
1988		1836	2873
1989	2412	1873	2538
1990	2413	1891	2537
1991	2528	1948	2613

Fuente: Datos viales 1980-1991, proporcionados por la SCT

a/ Los espacios en blanco que aparecen en el cuadro son debidos a que no se realizaron aforos vehiculares.

El cuadro N° 6.2 muestra los cambios porcentuales en promedio del TPDA, para el período 1980 - 1991.

12 Se tomó el tipo de cambio vigente de N\$ 6°°.

Cuadro 6.2 Cambio Porcentual en el TPDA, Carretera Monclova-Sabinas
(Estación Hermanas - El Sauz) 1980-1991

Año	TPDA %
1980	-4.5%
1981	
1982	0.24%
1983	-10.2%
1984	0.19%
1985	-9.6%
1986	-3.9%
1987	4.2%
1988	-4.8%
1989	0.66%
1990	3.5%
1991	

Fuente: Datos obtenidos a partir del cuadro N° 6.1

Según se puede ver en el cuadro N° 6.2 de 1980 a 1986 se registraron disminuciones en el TPDA en todo el tramo, y es hasta 1987 cuando se comienza a dar un incremento en el TPDA mayor al 3% excepto para los años 1988 y 1989.

Para proyectar la demanda se partió de los datos del aforo realizado por el equipo evaluador y se les aplicó a éstos la tasa de crecimiento vehicular del 3.5% correspondiente al último año de aforo realizado por la SCT.

Es importante señalar que existen proyecciones del TPDA realizadas por la SCT para 1992 y 1993, las cuales varían del 4 al 5%. Partiendo de esto se manejaron diferentes tasas de crecimiento vehicular para determinar a qué tasa debe crecer el flujo vehicular para que se justifique el proyecto que tiene un ciclo de vida de 15 años.

La tasa de crecimiento del flujo vehicular dependerá también de otros factores que miden el crecimiento de la economía como el Producto Interno Bruto Nacional (PIB) y el PIB regional. Según el comportamiento de estas variables se manejarán diferentes escenarios.

7. Evaluación

Para determinar los momentos óptimos de las alternativas propuestas (ampliación por etapas o en conjunto) se calcularon los beneficios netos para las tasas de crecimiento del 3.5%, 7%, 10% y 15% del TPDAC. Posteriormente se determinó la tasa de rendimiento inmediata (TRI), dividiendo los beneficios netos de cada año entre la inversión inicial más los costos por molestias.

En los beneficios netos se consideró el ahorro de tiempo de viaje y el ahorro de accidentes de comparar la situación sin proyecto y con proyecto. Los ahorros en costos de operación vehicular se suponen sin cambio, (igual a cero) por la limitante de no tener la forma de medirlos, lo cual hace que los beneficios netos de las alternativas se subestimen o sobrestimen.

A. Ampliación por etapas

3^{er} carril

La ampliación a un tercer carril, ya sea por etapas o en conjunto trae consigo beneficio por ahorro de tiempo y ahorro en los costos generalizados de viaje; además de contribuir a disminuir el número de accidentes.

4^o carril

Al igual que el 3^{er} carril, la ampliación a 4 carriles trae beneficios por ahorro de tiempo y costos de operación de los usuarios, así como también, más seguridad al manejar.

B. Ampliación en conjunto

Del mismo modo que la ampliación por etapas, ampliar la carretera a 4 carriles de una sola vez, beneficia al usuario al tener menor costo de tiempo, una reducción considerable de los accidentes, y dependiendo de la velocidad en la situación sin proyecto se podrá tener aumento o disminución en los costos de operación. Sin embargo, la ampliación en conjunto representa un desembolso mayor de recursos, que la alternativa por etapas.

C. Determinación de los momentos óptimos

Cuando un proyecto ofrece beneficios crecientes con el tiempo, el cálculo de valor actual neto, no es suficiente para determinar la rentabilidad de dicho proyecto. Para tales casos, se vuelve

indispensable encontrar el año en el cual el proyecto ofrezca el máximo valor actual neto (VAN).

El momento óptimo de iniciar la operación del proyecto se obtiene cuando la tasa de rentabilidad inmediata (TRI) del proyecto es mayor o igual a la tasa social de descuento. Para calcular el momento óptimo, se compara año a año la TRI contra la tasa de interés social. El criterio para invertir será cuando la TRI sea mayor a la tasa de interés social del 18%¹³.

Tramo 1 (km 21 - km 42): En el cuadro N° 7.1 se presentan las tasas de rentabilidad inmediata (TRI) para el tramo 1, a diferentes tasas de crecimiento del TPDAC para las alternativas de ampliación por etapas y en conjunto.

Cuadro 7.1 Tasa de rentabilidad inmediata para diferentes tasas de crecimiento del TPDAC, tramo 1(Porcentajes)

Años	1996	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ampliación por etapas										
3° carril	0.01	0.81	1.61	1.92	2.25	2.60	2.98	3.36	3.78	4.23
TPDAC al 3.5%	-0.34	-0.17	-0.01	0.05	0.10	0.17	0.23	0.30	0.38	0.46
3° carril	0.18	2.19	4.58	5.63	6.86	8.12	9.55	11.22	13.56	16.11
TPDAC al 7%	-0.31	0.09	0.52	0.71	0.92	1.03	1.12	1.20	1.28	1.15
3° carril	0.17	3.37	7.87	9.90	12.86	16.32	20.61	26.34	30.36	34.07
TPDAC al 10%	-0.15	0.64	1.54	1.76	2.00	2.66	3.37	4.23	5.27	6.40
3° carril	0.43	6.75	19.34	27.69	36.72	50.10	72.02	106.54	163.82	267.13
TPDAC al 15%	-0.08	1.41	2.99	4.21	5.81	7.46	9.61	11.80	14.53	18.00
Ampliación en conjunto										
TPDAC al 3.5%	-0.60	-0.22	0.16	0.30	0.45	0.62	0.80	0.98	1.17	1.38
TPDAC al 7%	-0.51	0.43	1.55	2.04	2.61	3.21	3.88	4.66	5.75	6.95
TPDAC al 10%	-0.44	1.14	3.38	4.39	5.86	8.07	10.90	14.63	17.87	21.05
TPDAC al 15%	-0.32	2.82	9.95	15.38	21.70	29.99	42.17	60.37	89.71	141.09

Fuente: Elaboración propia a partir del anexo N° 5

Del cuadro anterior se derivan las siguientes conclusiones:

El momento óptimo de operación del 3^{er} carril es el siguiente:

- Con un crecimiento anual vehicular del 3.5 y 7% después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% en el año 2007
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2003

Para el 4^o carril, a las tasas de crecimiento vehicular del 3.5%, 7% y 10%, el momento óptimo se produce después del año 2010; y con una tasa de crecimiento del 15% el momento óptimo sería en el año 2010.

El momento óptimo para la ampliación en conjunto es el siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 y 7% después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% a partir del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2005

Tramo 2 (km 42 - km 88): En el cuadro N° 7.2 se presentan las tasas de rentabilidad inmediata (TRI) para el tramo 2, con diferentes tasas de crecimiento del TPD_{Ac} para las alternativas ampliación por etapas y en conjunto.

Cuadro 7.2 Tasas de rentabilidad inmediata para diferentes Tasas de crecimiento del TPDAC, tramo 2 (Porcentajes)

Años	1996	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ampliación por etapas										
3° carril	0.16	0.84	1.47	1.71	1.97	2.24	2.54	2.85	3.19	3.56
TPDAc al 3.5%	-0.30	-0.11	-0.04	0.10	0.16	0.23	0.30	0.38	0.46	0.54
4° carril	0.22	1.29	2.42	2.82	3.15	3.50	3.88	4.22	4.22	4.17
TPDAc al 7%	-0.26	0.15	0.61	0.75	0.82	0.89	0.96	0.97	1.23	1.53
3° carril	0.32	2.88	6.20	7.72	9.02	10.53	12.94	16.37	21.01	27.41
TPDAc al 10%	-0.13	0.65	1.28	1.45	1.95	2.51	3.20	4.04	4.89	5.78
4° carril	0.53	4.63	8.93	10.65	14.19	21.12	31.85	47.50	73.44	114.89
TPDAc al 15%	-0.06	1.17	3.13	4.38	5.64	7.22	8.81	10.66	12.94	15.76
Ampliación en conjunto										
TPDAc al 3.5%	-0.55	-0.22	0.09	0.20	0.33	0.47	0.61	0.76	0.93	1.10
TPDAc al 7%	-0.52	0.00	0.56	0.76	0.92	1.10	1.29	1.46	1.83	2.26
TPDAc al 10%	-0.41	0.90	2.62	3.41	4.60	6.08	8.21	11.10	14.56	18.93
TPDAc al 15%	-0.30	1.83	6.08	8.74	12.22	17.31	24.27	34.01	49.28	72.78

Fuente: Elaboración propia a partir del anexo N° 5

El momento óptimo de operación del 3^{er} carril es el siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 y 7% después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% en el año 2009
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2006

Para el 4° carril, a las cuatro tasas de crecimiento vehicular consideradas, el momento óptimo se produce después del año 2010.

El momento óptimo para la ampliación en conjunto es la siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 y 7% después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2007

Tramo 3 (km 88 - km 103): En el cuadro N° 7.3 se presentan las tasas de rentabilidad inmediata (TRI) para el tramo 3, con diferentes tasas de crecimiento del TPDAC para las alternativas de ampliación por etapas y en conjunto.

Cuadro 7.3 Tasas de rentabilidad inmediata para diferentes tasas de crecimiento del TPDAC, tramo 3 (Porcentajes)

Años	1996	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ampliación por etapas										
3° carril	1.06	1.96	2.82	3.12	3.38	3.65	3.94	4.24	4.59	4.96
TPDAC al 3.5%	0.13	0.41	0.68	0.77	0.80	0.84	0.88	0.91	0.95	0.98
3° carril	1.97	4.54	7.13	8.14	8.93	9.81	10.80	11.91	13.23	15.71
TPDAC al 7%	0.19	0.80	1.01	0.97	1.24	1.54	1.88	2.29	2.76	3.23
3° carril	1.82	5.32	8.44	9.52	10.82	13.23	17.68	24.64	34.17	44.16
TPDAC al 10%	0.40	1.28	1.66	2.26	3.01	3.76	4.53	5.47	6.41	7.33
3° carril	2.33	8.52	19.67	31.37	46.54	63.23	87.48	123.88	180.76	274.81
TPDAC al 15%	0.51	2.22	5.66	7.23	8.80	10.60	12.81	15.53	18.90	23.14
Ampliación en conjunto										
TPDAC al 3.5%	0.21	0.72	1.22	1.39	1.55	1.72	1.90	2.11	2.32	2.56
TPDAC al 7%	0.32	1.53	2.74	3.22	3.96	4.82	5.82	6.99	8.39	10.36
TPDAC al 10%	0.42	2.29	4.73	6.22	8.14	10.99	14.63	19.42	25.70	28.33
TPDAC al 15%	0.59	4.44	14.36	21.48	30.24	40.09	54.00	74.26	104.95	154.02

Fuente: Elaboración propia a partir del anexo N° 5

El momento óptimo de operación del 3° carril es el siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 % y 7% después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% en el año 2008
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2003

Para el 4° carril, a las tasas de crecimiento vehicular del 3.5% 7% y 10%, el momento óptimo se produce después del año 2010; y con una tasa de crecimiento del 15% el momento óptimo en el año 2009.

El momento óptimo para la ampliación en conjunto es la siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 y 7% después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% a partir del año 2008
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2004

Tramo 4 (km 103-112): En el cuadro N° 7.4 se presentan las tasas de rentabilidad inmediata (TRI) para el tramo 1, para diferentes tasas de crecimiento del TPDAC para las alternativas de ampliación por etapas y en conjunto.

Cuadro 7.4 Tasas de rentabilidad inmediata para diferentes Tasas de crecimiento del TPDAC, TRAMO 4 (Porcentajes)

Años	1996	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ampliación por etapas										
3° carril	2.39	3.69	5.11	5.60	6.08	6.60	7.16	7.76	8.40	9.09
TPDAC al 3.5% 4° carril	0.72	0.94	1.15	1.22	1.25	1.28	1.31	1.34	1.37	1.40
3° carril	2.70	6.10	9.82	11.39	12.97	14.80	16.94	25.70	31.14	38.09
TPDAC al 7% 4° carril	0.77	1.25	1.42	1.40	1.61	1.85	2.13	2.45	2.83	3.21
3° carril	1.54	4.87	8.26	9.84	12.61	16.61	22.26	30.62	33.22	35.50
TPDAC al 10% 4° carril	1.05	1.90	3.11	3.76	4.55	5.40	6.30	7.40	8.57	9.82
3° carril	1.83	7.48	20.59	31.96	41.98	55.98	76.04	105.71	151.38	225.61
TPDAC al 15% 4° carril	1.15	2.80	6.14	7.75	9.50	11.63	14.35	17.84	22.38	28.36
Ampliación en conjunto										
TPDAC al 3.5%	0.95	1.53	2.17	2.39	2.60	2.82	3.06	3.32	3.60	3.90
TPDAC al 7%	1.08	2.56	4.14	4.78	5.69	6.77	8.02	12.08	14.86	18.28
TPDAC al 10%	1.11	3.15	6.24	7.94	10.54	13.83	18.09	23.74	26.32	28.86
TPDAC al 15%	1.29	5.39	16.88	24.75	32.01	41.88	55.71	75.64	105.46	152.41

Fuente: Elaboración propia a partir del anexo N° 5

El momento óptimo de operación del 3^{er} carril es el siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 % después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 7% a partir del año 2008
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% en el año 2007
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2003

Para el 4° carril, a las tasas de crecimiento vehicular del 3.5%, 7% y 10% el momento óptimo se produce después del año 2010; y con una tasa del 15%, el momento óptimo es en el año 2009.

El momento óptimo de operación para la ampliación en conjunto es la siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 % después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 7% en el año 2010

- Con un crecimiento vehicular anual del 10% después del año 2007
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2004

Tramo 5 (km 112 - km 115): En el cuadro N° 7.5 se presentan las tasas de rentabilidad inmediata (TRI) para el tramo 5, para diferentes tasas de crecimiento del TPDAC para las alternativas de ampliación por etapas y en conjunto.

Cuadro 7.5 Tasas de rentabilidad inmediata para diferentes tasas de crecimiento del TPDAC, TRAMO 5 (Porcentajes)

Años	1996	2000	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ampliación por etapas										
3° carril	0.14	1.02	1.88	2.21	2.53	2.88	3.25	3.66	4.10	4.57
TPDAC al 3.5% 4° carril	-0.39	-0.25	-0.12	-0.08	-0.06	-0.04	-0.03	-0.01	0.01	0.03
3° carril	0.33	2.48	4.94	5.90	6.84	7.93	9.18	10.64	12.33	14.39
TPDAC al 7% 4° carril	-0.36	-0.07	0.04	0.23	0.37	0.53	0.71	0.93	1.17	1.42
3° carril	0.30	3.61	7.48	9.21	11.36	14.56	19.58	26.70	36.25	49.19
TPDAC al 10% 4° carril	-0.18	0.33	1.07	1.46	1.94	2.45	3.00	3.66	4.37	5.12
3° carril	0.58	6.52	18.13	28.44	44.56	62.60	87.57	125.24	184.58	283.95
TPDAC al 15% 4° carril	-0.13	0.88	2.90	3.87	4.92	6.20	7.81	9.87	12.50	15.90
Ampliación en conjunto										
TPDAC al 3.5%	-0.53	-0.12	0.29	0.44	0.60	0.76	0.94	1.13	1.33	1.56
TPDAC al 7%	-0.44	0.57	1.73	2.30	2.92	3.64	4.49	5.49	6.65	8.01
TPDAC al 10%	-0.36	1.30	3.80	5.09	6.70	8.81	11.81	15.73	20.84	27.62
TPDAC al 15%	-0.22	3.12	10.95	16.67	25.16	34.78	47.97	67.49	97.59	146.77

Fuente: Elaboración propia a partir del anexo N° 5

El momento óptimo de operación del 3^{er} carril es el siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 % y 7% después del año 2010
- Con un crecimiento vehicular anual del 10% en el año 2007
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2003

Para el 4° carril, a las cuatro tasas de crecimiento vehicular consideradas, el momento óptimo se produce después del año 2010.

El momento óptimo de operación para la ampliación en conjunto es la siguiente:

- Con un crecimiento vehicular anual del 3.5 % y 7% después del año 2010

- Con un crecimiento vehicular anual del 10% después del año 2009
- Con un crecimiento vehicular anual del 15% en el año 2005

8. Conclusiones y recomendaciones

A. Conclusiones

Considerando los resultados de la evaluación, se concluye que no es rentable, en términos sociales, construir ninguna obra por el momento, ya que resulta alto el costo de oportunidad de los recursos que se empleen. Se recomienda que si bien, el gobierno del estado tiene planeado invertir en carreteras, estas inversiones deben posponerse hasta que el costo de capital sea menor y entonces volver a hacer otra evaluación.

Los momentos óptimos de operación resultantes son sólo momentos en los que, dependiendo como crezca la demanda vehicular, se deba hacer una nueva evaluación; de esta manera, por ejemplo, si el flujo vehicular crece al 10%, lo recomendable según los resultados, es hacer una posterior evaluación al llegar al año 2007 que es el año más cercano en el que se justifica el tramo 4.

Sin embargo, si el flujo vehicular crece al 3.5% (tasa promedio del último censo vehicular y cercana a lo considerado por los expertos), no se recomienda que se haga, dentro del período de evaluación, ninguna inversión de tipo carretero.

B. Recomendaciones

Durante la elaboración del presente estudio uno de los principales problemas que se tuvo que enfrentar fue la carencia de información. Por lo cual recomendamos que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado de Coahuila, así como cualquier otra dependencia u organización involucrada en este sector, actualicen y generen la información estadística que manejan (aforos, encuestas origen - destino, planos y presupuestos, entre otros), y que pueda fácilmente ser consultada por el público en general.

Otro punto es la importancia de que se calibren los modelos computacionales HDM-III y TRARR a las condiciones de nuestro país, para simular correctamente el tránsito en las carreteras, determinar y agilizar los cálculos de los costos de operación, costos generalizados de viaje y mantenimiento de las carreteras.

Por último, cabe mencionar que para obtener un resultado confiable en una evaluación socioeconómica, se requiere de la determinación de los precios sociales (como son: precio social de la mano de obra, valor social del tiempo, tasa social de descuento y precio social de la divisa).

9. Limitaciones del estudio

Durante la elaboración del presente estudio se presentaron limitaciones como:

- La proyección de la demanda vehicular, debido a la carencia de datos recientes de aforos en el tramo Monclova, Coah. - Sabinas, Coah., junto con la incertidumbre del crecimiento económico de la zona y del país, hizo difícil realizar una sola estimación. Además, la carencia de las tasas de crecimiento recientes por tipo de vehículo, hizo necesario que se calculara con una tasa homogénea.
- No se pudieron utilizar los modelos de simulación recomendados para analizar este tipo de proyectos (como son el HDM-III y el TRARR), debido a que éstos no se encuentran adaptados y calibrados para carreteras y vehículos en México.
- Por limitación de tiempo no se analizó la alternativa de ampliar la carretera a 4 carriles en dos cuerpos separados. Además de no tener un método para calcular los beneficios adicionales que esta alternativa tiene sobre una carretera de 4 carriles pero en un mismo cuerpo.
- Dada la falta de información en México, sobre los costos de pérdidas de vidas humanas en accidentes en carreteras, no se pudieron cuantificar los costos asociados a éstas y sólo se estimaron los costos por daños materiales.