



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
CAMPUS GUADALAJARA

**"EVALUACIÓN FINANCIERA INTEGRAL
DE LAS OBRAS VIALES"**

Ing. José Álvaro Aceves Ascencio

Tesis presentada para optar por el Grado de Maestro en
Administración de la Construcción con Reconocimiento de
Validez Oficial de Estudios de la SECRETARIA DE
EDUCACION PUBLICA, Según acuerdo número 994188
con fecha 9 de VII de 1999.

Zapopan, Jalisco a 01 de marzo de 2007



65814



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
CAMPUS GUADALAJARA



UNIVERSIDAD PANAMERICANA
CAMPUS GUADALAJARA
BIBLIOTECA

"EVALUACIÓN FINANCIERA INTEGRAL DE LAS OBRAS VIALES"

Ing. José Álvaro Aceves Ascencio

Tesis presentada para optar por el Grado de Maestro en Administración de la Construcción con Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios de la SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA, Según acuerdo número 994188 con fecha 9 de VII de 1999.

Zapopan, Jalisco a 01 de marzo de 2007

CLASIF: TE MAC 2007 ACE

ADQUIS: 05814 E 1

FECHA: 09/06/08

DONATIVO DE servicios

\$ escribas

(362 ACE 2007)

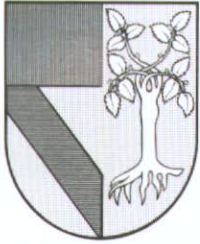
Zapopan, Jalisco; J. Aceves A., 2007

52 h.: gráficas, mapas, tablas; 28 can.

Tesis (Maestría) - Universidad Panamericana (Campus Guadalajara)

bibliografía: h. 51-52

- Construcción - administración - tesis y disertaciones académicas
- Construcción - tablas, cálculos, etc



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

Zapopan, Jal., a 1 de Marzo de 2007

DR. SERGIO VELÁZQUEZ RODRÍGUEZ
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE
EXÁMENES DE GRADO
P R E S E N T E .

Me permito hacer de su conocimiento que el Sr. **José Álvaro Aceves Ascencio** de la Maestría en Administración de la Construcción, ha concluido satisfactoriamente su trabajo de titulación con la alternativa TESIS, titulada:

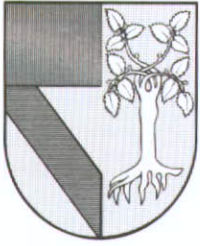
“Evaluación Financiera Integral de las Obras Viales”

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

Agradezco de antemano la atención prestada y me pongo a sus órdenes para cualquier aclaración.

A T E N T A M E N T E

MTRO. PEDRO ÁNGEL GONZÁLEZ LÓPEZ
ASESOR DE TESIS



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

CAMPUS GUADALAJARA

DICTAMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN DE GRADO

SR. JOSÉ ÁLVARO ACEVES ASCENCIO

Presente.

En mi calidad de presidente de la Comisión de Exámenes de Grado, y después de haber analizado el trabajo de titulación presentado por usted en la alternativa de **TESIS**, titulada:

“Evaluación Financiera Integral de las Obras Viales”

Le manifiesto que reúne los requisitos a que obligan los reglamentos en vigor para ser presentado ante el H. Jurado del Examen de Grado, por lo que deberá de entregar siete ejemplares como parte de su expediente al solicitar el examen.

ATENTAMENTE



DR. SERGIO VELÁZQUEZ RODRÍGUEZ
PRESIDENTE DE LA COMISIÓN

ÍNDICE

1. Introducción	1
1.1. Justificación	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Alcance	3
1.5. Metodología	4
1.6. Descripción de la tesis	4
2. Marco teórico	6
2.1. Justificación	7
2.2. Costo social de proyectos	7
2.2.1. El ciclo de un proyecto	7
2.2.2. Evaluación de proyectos	8
2.2.3. Evaluación social de proyectos	10
2.2.4. Método para evaluación de proyectos en el país	11
2.3. Contratación de Proyectos	12
2.3.1. Ley de Obra Pública	12
2.3.2. Estrategias para contratación de proyectos en otros países	13
2.4. Observaciones y comentarios	15
3. Medición	16
3.1. Justificación	17
3.2. Recolección de datos	18
3.3. Instrumento para medir el costo social	22
3.4. Cálculo del costo social	26
3.5. Observaciones y comentarios	28
4. Análisis	29
4.1. Justificación	30
4.2. Propuestas para recortar el calendario de la obra	30
4.3. Afectación del costo del proyecto por el recorte del calendario	36
4.4. Cálculo del valor presente neto del proyecto	40
4.5. Observaciones y comentarios	45
5. Conclusiones	46
Bibliografía	50

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN

El motivo de este estudio se debe a que en el momento de evaluar las propuestas de un concurso de obra pública, el aspecto de la duración de la obra únicamente se revisa en función de que el calendario esté dentro del plazo solicitado en las bases de la licitación. Se cumple o no se cumple con el requisito, pero carece de valor para determinar si una propuesta es más conveniente que otra.

Por otro lado, uno de los factores que influyen para determinar las prioridades cuando se tienen diferentes proyectos públicos, es la relación entre el beneficio social que traería el proyecto respecto a la inversión necesaria para llevarlo a cabo. Las obras viales son un ejemplo de este tipo de proyectos.

De esta manera, el criterio para adjudicar los contratos de obra rompe totalmente con el beneficio que se buscaba al momento de decidir qué obra vial debía de hacerse. En un planteamiento inicial se busca maximizar el beneficio en el costo social disminuyendo los tiempos para trasladarse de un punto a otro de la ciudad, pero al momento de asignar la obra este aspecto pasa a segundo término y lo único que se toma en cuenta es minimizar el costo por la construcción de la obra. Esto implica negar el valor del tiempo.

El hecho de que los constructores se tengan que ajustar estrictamente al proyecto y a las limitaciones de las bases para elaborar sus propuestas, dificulta el uso nuevas técnicas y métodos constructivos que pudieran ofrecer en conjunto mejores soluciones para las obras.

1.2. ANTECEDENTES

Al hablar de las obras viales que se han hecho en Guadalajara en los últimos años y las que se están ejecutando actualmente en 2006 es muy probable que lo primero que se venga a la

mente no sean los beneficios obtenidos, sino los excesivos periodos de ejecución que han tenido estas obras. Estos proyectos durante su construcción ocasionan pérdida de tiempo a los ciudadanos que en sus traslados cotidianos tienen que pasar por el nodo vial en cuestión, por otro lado, los comercios de la zona pierden ventas al quedar fuera de la ruta por la que son desviados los vehículos, además del daño ecológico que producen los automotores al circular a velocidades más lentas. Se cree que estos efectos no son tomados en cuenta al momento de que se licita la obra ni cuando se ejecuta.

1.3. OBJETIVOS

La hipótesis planteada para esta tesis es la siguiente:

“Si las obras viales se trabajan en un régimen de dobles turnos, el valor presente neto del proyecto aumenta”.

Para demostrar esta hipótesis, se han planteado los siguientes objetivos:

- a) Cuantificar el costo social que genera un proyecto vial
- b) Cuantificar el sobre costo en el que se incurriría por acelerar una obra vial.

Para mayor precisión de la investigación, se acotan los términos:

Dobles turnos: con esta expresión se resumen diversos esquemas de jornadas laborales que rebasen el turno normal de ocho horas diarias por ejemplo trabajando horas extras el mismo personal o incluyendo nuevas cuadrillas en otros turnos.

El costo social: es la cuantificación y valoración en términos financieros del tiempo que invierte la gente al trasladarse en vehículo personal o público por un tramo determinado de una vialidad.

1.4. ALCANCE

Esta hipótesis se pretende probar para el caso específico de la obra vial que se está ejecutando actualmente (2006) en el cruce de Av. López Mateos y Av. Las Rosas en la ciudad de Guadalajara.

1.5. METODOLOGÍA

Para iniciar el presente estudio, se investigará sobre la metodología para evaluar proyectos y los pasos para planearlos, la forma como la Ley de Obra Pública regula la asignación de este tipo de obras y la referencia de cómo se hace en países de primer mundo.

El primer punto dentro de las mediciones implica conseguir la información del estudio de factibilidad del proyecto "Paso a desnivel López Mateos – Las Rosas" y revisar si se están cumpliendo las condiciones que se mencionan. Se miden los tiempos de traslado en la situación con obra en proceso para obtener el costo social por tiempos muertos en transporte para confrontarlo con el beneficio esperado en la situación con proyecto.

Además, se conseguirá la información de dicho proyecto referente a los contratos asignados de los concursos de obra pública en la Secretaría de Desarrollo Urbano y se simularán diferentes recortes al calendario de la obra y se identificarán los posibles incrementos a los costos de la obra.

Con toda esta información se analiza el resultado de la investigación que consiste en elaborar los flujos financieros del proyecto para cada propuesta de recorte del calendario de la obra considerando principalmente el costo social por cada día que dure la obra y el costo por acelerar la obra.

Al final se redactan las conclusiones y recomendaciones de los resultados obtenidos. También se mencionan las líneas que quedan abiertas para futuras investigaciones.

1.6. DESCRIPCIÓN DE LA TESIS

El desarrollo de esta tesis consta de 5 capítulos, que incluye una introducción (capítulo 1) donde se fundamenta el porqué de este trabajo y lo que motivó a escribir la tesis, los objetivos y la hipótesis que se pretenden cubrir, así como los pasos y el alcance para lograrlo.

En un segundo capítulo (Marco Teórico) se habla de los conocimientos existentes y de los temas relacionados con el Costo Social que van desde el ciclo de un proyecto, la evaluación de proyectos en general y social, la metodología utilizada para evaluar proyectos sociales en el país; el otro tema importante son las Obras Viales que son responsabilidad del Gobierno por lo que se mencionan los puntos relacionados con la Ley de Obra Pública y un ejemplo de modelos usados en países de primer mundo para asignar proyectos.

En el tercer capítulo se recolecta la información disponible y se hacen los estudios de campo necesarios para obtener el costo social del proyecto con diferentes situaciones. Para esto, hay que elaborar un método adecuado y validarlo contra la información proporcionada de los estudios de factibilidad del proyecto. El punto que puede trascender en este capítulo es la medición del costo social en la situación durante la construcción del proyecto.

Para llevar a cabo los análisis (capítulo 4) se proponen algunas alternativas para simular el recorte del calendario de obra y se revisa la manera como se afecta el costo de la edificación y el costo social durante la obra. Con esto, se hacen las corridas financieras a largo plazo incluyendo los costos y beneficios del proyecto tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo, el crecimiento de la población y el fenómeno de la inflación; el resultado son los valores presentes netos para las diferentes opciones de recorte de calendario de obra. En el último capítulo se redactan las conclusiones del estudio y las recomendaciones de mejora.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. JUSTIFICACIÓN

El presente capítulo está basado en la búsqueda bibliográfica que va a servir de plataforma para investigar sobre el costo social de las obras viales. Se comienza con la descripción de la metodología de la evaluación de proyectos y se hace hincapié para el caso de la evaluación social de proyectos, tema de donde se desprende el concepto de costo social que es la variable más importante de este estudio. Se explican las etapas del ciclo de un proyecto para comprender los pasos necesarios para poder llevar a cabo un proyecto.

El alcance de una obra vial puede ir desde el mejoramiento de calles o cruceros, semaforización y señalamientos, hasta urbanización de calles, puentes peatonales y puentes viales. En estos últimos es donde se va a enfocar el estudio ya que la construcción de pasos a desnivel en cruces viales implica inversiones y beneficios de gran impacto para los habitantes de una ciudad. Se parte del hecho que este tipo de proyectos son coordinados y financiados por el Gobierno, por lo que se debe explicar el tema en función del marco legal, regido en este caso por la Ley de Obra Pública del Estado de Jalisco.

En países de primer mundo el tema referente a optimizar el beneficio al contratar un proyecto se encuentra muy estudiado, se tienen diversas estrategias de contratación y métodos para seleccionar la alternativa que ofrezca el máximo beneficio en un proyecto, por lo que se incluye este tema como referencia.

2.2. COSTO SOCIAL DE PROYECTOS

2.2.1. EL CICLO DE UN PROYECTO

NACIMIENTO: El proyecto nace con una idea a partir de un problema, una oportunidad, una necesidad o una contingencia. En esta etapa se hace un estudio muy preliminar que no

demandará mucho tiempo o dinero, pero sí requerirá de conocimientos de expertos que determinen la factibilidad técnica de llevar adelante la idea. Incluye estimaciones burdas de costos y beneficios con rangos de variación

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD: Mejora la calidad de la información con la que se tomará la decisión de ejecutar el proyecto. La preparación de este estudio requiere tiempo y dinero para que distintos expertos efectúen trabajos más profundos. Este estudio deberá ser evaluado en sus aspectos técnicos, económicos, financieros, legales, administrativos y de ingeniería. El resultado de estos estudios por lo regular lleva a la aprobación final del proyecto, aunque también se puede rechazar o guardar para un momento más adecuado

EJECUCIÓN: El estudio de factibilidad debe incluir un plan de ejecución del proyecto para su organización. Deben definirse las actividades y métodos de construcción; el calendario de la obra, la ruta crítica y holguras. Todas estas consideraciones pueden sufrir cambios en la licitación y a medida que avanza la obra. La ejecución en sí del proyecto puede realizarla la entidad propietaria o se puede licitar toda o en partes; la selección de las propuestas de los contratistas debe basarse en criterios técnicos y económicos que conduzcan a maximizar el valor de los beneficios netos del proyecto.

ETAPAS DE UN PROYECTO: Los proyectos grandes se suelen dividir en etapas para tener un mejor control del avance global, la entidad propietaria debe estar muy pendiente durante el avance del proyecto de los cambios que vayan surgiendo. Con esta información cambiante se toman distintas decisiones durante la marcha que pueden ser la continuación de la obra, su ampliación o modificación del proyecto. El propietario debe evaluar los costos y beneficios de las etapas por cumplir para tomar una decisión adecuada.

2.2.2. EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Según el punto de vista economista, *un proyecto es una fuente de costos y beneficios que ocurren en distintos periodos de tiempo* y la tarea consiste en identificar los costos y beneficios atribuibles al proyecto, medirlos y asignarles valores expresados en dinero con el fin de revisar la conveniencia de ejecutar ese proyecto (Fontaine, 1999). Un proyecto combina insumos (costos) con el fin de obtener productos (beneficios) y se pretende que el valor de los beneficios sea mayor que el de los costos. Hay que buscar la eficiencia en la combinación de insumos y productos para conseguir el máximo excedente económico a lo largo de la vida del proyecto; este valor máximo implica minimizar los costos y conseguir los mejores beneficios económicos. El logro de esta eficiencia se consigue con la evaluación económica de las opciones técnicas sugeridas por los distintos especialistas que colaboran en la gestión.

La evaluación económica de proyectos compara sus costos y beneficios económicos con el objeto de emitir un juicio sobre la conveniencia de ejecutar un proyecto específico en lugar de otros proyectos alternos (Fontaine, 1999). Esta evaluación también implica múltiples decisiones menores como por ejemplo la conveniencia de trabajar con segundos y terceros turnos, fuentes de energía, compra de equipos nuevos o usados, entre otros.

Para identificar los costos y beneficios propios de un proyecto, primero debe definirse la situación sin proyecto o situación base, que corresponde al caso de que no se ejecute el proyecto, la situación actual optimizada con adecuaciones para eliminar probables ineficiencias de la operación. El evaluador estima los flujos de costos y beneficios de cada una de las alternativas con proyecto y resta de estos flujos la situación sin proyecto. Aplicando criterios de decisión financieros como valor actual neto o tasa interna de rendimiento para resumir el resultado de la evaluación en un número. Si hay que decidir entre varios proyectos se deben definir prioridades para seleccionar los mejores.

La regla dice que debe hacerse la inversión sólo si la razón de beneficios entre costos es mayor que la unidad, que en otras palabras significa que los beneficios sean mayores que los costos. Cuando hay que elegir entre proyectos alternativos, este criterio de evaluación puede arrojar resultados erróneos si no se hace una adecuada identificación de los costos y de los beneficios. Por ejemplo, para un proyecto A se tienen costos de 100 y beneficios por 150 con un resultado positivo de 50, y una evaluación errónea puede decir que los costos son de 50 y los beneficios por 100 con un resultado positivo de 50; cualquiera diría que no hay mayor problema en la evaluación ya que de todos modos el resultado es de 50. Si se obtiene la razón de beneficios entre costo para la primer evaluación da 1.5 y en la segunda 2.0 con lo que se podría hacer una selección errónea entre varios proyectos.

Los criterios que debe cumplir un adecuado método de decisión financiera según Brealey son:

- a) Un peso ahora es más valioso que un peso mañana, porque el peso de ahora se puede invertir para empezar a ganar intereses de inmediato, por lo que se debe reconocer el valor del dinero en el tiempo.
- b) Se deben considerar los flujos de caja del proyecto y el costo de oportunidad del capital.
- c) Los valores de los proyectos se pueden sumar (propiedad aditiva).

El método del Valor Presente Neto (VPN), también conocido como Valor Actual Neto, es el único método de decisión financiera que cumple con estos criterios a diferencia de otros métodos usados como son: el Período de Recuperación, el Retorno Contable de la Inversión y la Tasa Interna de Rendimiento (TIR). El concepto del VPN consiste en descontarle a cada uno de los flujos de caja del proyecto, el costo del capital en función del tiempo.

2.2.3. EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS

En contraposición con la evaluación privada de proyectos que busca la mejor rentabilidad para el inversionista privado, *la evaluación social de proyectos consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad*, en otras palabras, determina el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

El bienestar social de una comunidad depende de factores económicos, políticos, sociales nacionales e internacionales, pero un economista profesional se limita a considerar en una evaluación social de proyectos sólo el efecto que tiene el proyecto sobre el monto y la distribución del ingreso nacional a largo plazo.

Los beneficios sociales anuales de un proyecto se miden por el aumento que dicho proyecto provoca en el ingreso nacional; los costos se miden por el ingreso nacional sacrificado por el hecho de haber efectuado este proyecto en lugar de otro. El proyecto será rentable en la medida que el ingreso nacional generado por éste sea mayor que aquel que se hubiera obtenido de ejecutar el mejor proyecto alternativo.

Los resultados de una evaluación social de un proyecto diferirán de los de una evaluación privada si los precios y el costo de capital sociales son diferentes que sus correspondientes valores privados. Existen proyectos donde el precio privado de los bienes o servicios que producen, son muy diferentes de sus precios sociales como en el caso de obras públicas donde el precio privado es igual a cero; algunas carreteras o calles son proyectos en que es difícil obtener una recaudación de parte de los usuarios. Por otro lado existen una serie de disposiciones legales como son impuestos, subsidios, cuotas o prohibiciones que propician que los precios de productos e insumos en el mercado difieran de sus verdaderos valores; por ejemplo una exención tributaria viene a ser muy rentable para el empresario, mientras que no es rentable desde el punto de vista del país en su conjunto. Otro caso es el de regiones donde prevalecen condiciones de amplio desempleo de trabajadores, modificando el costo privado de la mano de obra para el empleador.

La evaluación social de un proyecto también puede diferir de una evaluación privada debido a los llamados beneficios y costos sociales indirectos, tal es el caso del descongestionamiento del tráfico urbano superficial que conlleva la construcción de un ferrocarril subterráneo. En la evaluación social, además se debe considerar la existencia de beneficios o costos intangibles ya sea porque no es posible medir el concepto mismo o bien porque no es posible valorar el costo o beneficio implícito. Dentro de los intangibles se incluyen los efectos que el proyecto tiene sobre aquellas otras cosas que contempla la función social de bienestar de una

comunidad como son factores políticos, distribución geográfica de la población y distribución geográfica del ingreso.

2.2.4. MÉTODO PARA EVALUACIÓN DE PROYECTOS EN EL PAÍS

El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS) es la referencia en la República Mexicana para realizar los estudios de evaluación de proyectos sociales. BANOBRAS otorga financiamiento y asistencia técnica para proyectos de infraestructura o servicios públicos que las administraciones estatales y municipales decidan llevar a cabo por cuenta propia o a través de concesiones, permisos o contratos de operación con empresas privadas. Para cada grupo de proyectos hay una estructura de evaluación específica y en el caso de los pasos a desnivel se usa el modelo computacional VOCMEX, basado originalmente en obras carreteras, aunque su uso también se extiende a los cruces urbanos. Esta metodología es la siguiente:

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO: Se menciona al promotor del proyecto y se da una breve descripción, con su ubicación y el importe preliminar que costaría el proyecto.

SITUACIÓN ACTUAL: Es la situación del cruce sin ningún tipo de mejora, en el que se describen las condiciones de los tramos de calle involucrados (oferta), la composición del flujo vehicular (demanda) y la interacción entre la oferta y la demanda, donde se calculan las velocidades de circulación, los costos generalizados por viaje y finalmente el costo de circulación anual. El costo de generalizado por viaje se puede entender mejor como lo que deja de percibir la ciudadanía al dedicarle cierto tiempo al trasladarse en lugar de utilizarlo para labores remuneradas.

SITUACIÓN SIN PROYECTO: Se identifican medidas alternas a la construcción de un paso a desnivel con un costo mucho menor para optimizar el costo de circulación. Estas soluciones pueden ser el mejoramiento de la carpeta asfáltica o la reprogramación de los semáforos lo que permite incrementar la velocidad de los vehículos que circulan por ahí. Se vuelve a calcular el costo de circulación anual como se hizo en el punto anterior con la única diferencia de las velocidades que deben ser mayores o iguales. Se espera un costo menor que en la "Situación Actual".

SITUACIÓN CON PROYECTO: Las condiciones de la situación sin proyecto cambian por la presencia de un paso a desnivel que permitirá a los vehículos mantener una velocidad constante y evitar detenciones en los cruces. Se calcula el costo de circulación anual como se ha venido haciendo tomando en cuenta los cambios por las nuevas condiciones.

RENTABILIDAD SOCIOECONÓMICA: Se identifican y cuantifican los beneficios y costos asociados al proyecto. Los costos sociales corresponden a los de inversión, mantenimiento de las obras y costos de molestias durante la construcción; y los beneficios sociales se identifican como la disminución en los costos de circulación de los vehículos al comparar las situaciones sin y con proyecto. Se determina el momento óptimo de entrada en operación y se calcula el Valor Actual Neto Social considerando un flujo de costos y beneficios a largo plazo.

2.3. CONTRATACIÓN DE PROYECTOS

2.3.1. LEY DE OBRA PÚBLICA

La Ley de Obra Pública del Estado de Jalisco (LOPEJ) contempla que para llevar a cabo una obra pública se deben tener planes, programas y presupuestos de los trabajos que se requieren con el fin de evaluar qué tanto cumplen con los objetivos del presupuesto de egresos del estado y planes de desarrollo (art 16). Según esta ley, para cada obra pública se debe elaborar un presupuesto que incluya los costos de investigaciones, estudios, proyectos, adquisición de predios, licencias, la ejecución de la obra, trabajos de infraestructura necesarios y obras ambientales (art 22); este presupuesto se debe componer de un catálogo de conceptos, análisis de precios unitarios, factor de indirectos y listado de recursos (art 23)

El artículo 120 LOPEJ menciona que “la convocatoria para licitación pública debe contener la fecha estimada de inicio y terminación de la obra pública” y se confirma en el artículo 130 de la misma ley diciendo que “las bases deben contener, en su caso el plazo de ejecución de la obra pública, determinado en días calendario, y la fecha de inicio y terminación”

En la licitación de obra pública las propuestas deben pasar por un primer filtro que selecciona las que resultan solventes (art 159) y que cumplen con los requisitos de las bases (art 157) haciendo mención entre otros, que “el programa de ejecución sea factible de realizar, dentro del plazo solicitado...”. También dice que la propuesta debe garantizar el cumplimiento de las obligaciones (art 160). Después de estos criterios, “si dos o más proposiciones satisfacen la totalidad de los requerimientos solicitados por el ente público... el contrato se adjudica a quien presente la proposición solvente del costo evaluado más bajo...”.

Estos requisitos y la forma de contratación por lo regular se especifican con mayor detalle en las bases de cada concurso. Para el caso específico de la licitación de la 2ª etapa del paso a desnivel López Mateos y Las Rosas, que es el contrato más grande dentro de este proyecto, se especifica lo siguiente: “En el criterio de evaluación de las proposiciones en ningún caso podrán utilizarse mecanismos de puntos o porcentajes. Las propuestas se evaluarán de

conformidad al procedimiento establecido en el comité de adjudicación de Obra Pública, el cual considera la suma algebraica de las diferencias que presenten los costos de insumos de materiales, mano de obra, y herramienta y equipo, en relación al presupuesto base elaborado por la dependencia, comparando el resultado con la utilidad neta esperada por el participante antes de impuestos (ISR y PTU), si la diferencia no excede a la posible pérdida, se considera como solvente, para aplicar posteriormente los porcentajes de indirectos, financiamiento, utilidad y el 15% del IVA." El resto de las condiciones son las mismas que ya se explicaron previamente.

2.3.2. ESTRATEGIAS PARA CONTRATACIÓN DE PROYECTOS EN OTROS PAÍSES

El "sistema de entrega de un proyecto" es un concepto de uso común en los Estados Unidos de América que se refiere a la estrategia del contrato y al alcance en etapas que va a ejecutar un mismo contratista en un proyecto. Los sistemas de entrega más comunes son los siguientes (Vanegas, 2005):

- Sistema tradicional que separa diseño, licitación y construcción.
- Sistema tradicional con un agente que puede ser un gerente de proyecto o de construcción.
- Integración de diseño y construcción o integración de ingenierías, compras y construcción.
- Otros como "llave en mano" y "fast track".

La decisión sobre cual sistema de entrega hay que elegir afecta todas las fases del proyecto, teniendo especial influencia en la eficiencia del proyecto. Un proceso cuantitativo y estructurado para tomar decisiones tiene más beneficios que una evaluación subjetiva, este proceso consiste en descomponer el problema en pequeños problemas de manera que se pueda revisar cada uno de ellos por separado.

Se han estudiado diversos métodos para evaluar diferentes sistemas de entrega de proyectos con el propósito de identificar la solución óptima para un proyecto dado. Estos métodos incluyen algoritmos genéticos, teoría de decisión estadística y Análisis de Decisión Multicriterio (MCDA por sus siglas en inglés). Un método adecuado debe tomar en cuenta mediciones indirectas de las variables cualitativas importantes, por lo que de los métodos mencionados, el MCDA es el más apropiado (Oyetunji, 2006).

Una vez escogido el método de Análisis de Decisión Multicriterio, la técnica a utilizar en un problema de decisión depende del tipo de problema. Los problemas de decisión pueden

clasificarse según si tienen incertidumbre o no, también se pueden catalogar como problemas de decisión de objetivos múltiples o de un solo objetivo. Las técnicas MCDA en uso son la Teoría de Utilidad Multiatributo (MAUT por sus siglas en inglés), Técnica Simple de Jerarquización Multiatributo (SMART por sus siglas en inglés), Proceso de Jerarquización Analítica (AHP por sus siglas en inglés), promedio geométrico, conos de preferencia y métodos de rango. El factor crítico distintivo entre estas técnicas es el papel que desempeña la incertidumbre en la evaluación de las alternativas.

La incertidumbre provoca que se pierda precisión en la toma de decisiones, por lo que se recomienda usar la MAUT con probabilidades para obtener mejores resultados al tomar una decisión. En los problemas que hay un alto nivel de incertidumbre y riesgo, el concepto de utilidad es valioso, siempre y cuando la persona que tome la decisión esté familiarizada con la probabilidad, y tenga el tiempo y la paciencia para llevar a cabo el análisis. Entre más certeza se tenga, se facilita el trabajo de toma de decisión porque las funciones con "utilidad" se sustituyen por funciones con valores. La selección de problemas con cierto nivel de suposiciones se analizan preferentemente con los métodos MAUT con el concepto de utilidad y AHP; también se usa la SMART que es una variante del MAUT clásico.

Se hizo un estudio para identificar cuál de estos tres métodos es más adecuado para la selección del sistema de entrega de un proyecto considerando tres puntos: el nivel de entrenamiento y esfuerzo que las personas que toman la decisión requieren para manejar la herramienta, la capacidad de la técnica para mejorar la decisión y el costo de comprar e implementar un software de apoyo, el resultado fue que el SMART es la técnica más adecuada (Adetokumbo, 2006).

De esta manera, la Técnica Simple de Jerarquización Multiatributo con Ponderaciones Balanceadas (SMARTS), parte del método de Análisis de Decisión Multicriterio, se basa en determinados valores cuantitativos, para llevar a cabo una evaluación de alternativas que identifique la solución óptima para un proyecto dado. Esta técnica es desarrollada y validada por el Instituto de la Industria de la Construcción en los Estados Unidos.

Los pasos que sigue la técnica SMARTS son los siguientes:

1. Identificar las alternativas relevantes.
2. Definir los objetivos y ambiente de evaluación.
3. Descomponer objetivos y ambiente en factores de selección y definir los atributos de medición de cada factor de selección.
4. Definir la función de valor para el atributo de medición de cada factor de selección.
5. Determinar las ponderaciones de preferencia para cada factor de selección.

6. Determinar el desempeño (nivel de logro) de cada alternativa con referencia al atributo de medición de cada factor de selección.
7. Determinar el valor relativo de desempeño (aplicando la función de valor al nivel de desempeño) de cada alternativa con referencia a cada factor de selección.
8. Aplicar la propiedad aditiva para obtener la suma total de cada alternativa de las opciones de factores de selección, utilizando los valores relativos y las ponderaciones de preferencia obtenidas en los pasos 5 y 7.
9. Seleccionar la alternativa óptima en base al resultado total, incluyendo un análisis de sensibilidad.

2.4. OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

Después de revisar este marco teórico se puede identificar la ruptura que existe entre la evaluación de proyectos y la asignación de obra pública respecto a la consideración del factor tiempo. En la evaluación de proyectos el tiempo adquiere un valor muy importante, mientras que en la Ley de Obra Pública prácticamente se le niega el valor al tiempo. Vale la pena enfatizar que al asignar una obra pública lo único que se busca mejorar es el importe que se va a pagar por la obra, quedando los demás aspectos con carácter de requisitos que simplemente se deben de cubrir. Sería interesante intentar implementar una técnica de decisión multicriterio para contratar los proyectos más representativos para la sociedad.

La Ley no especifica qué criterios deben tomarse en cuenta para definir en las bases del concurso el plazo máximo de ejecución de la obra; en la práctica se desconoce si se utiliza algún método probado para calcular el tiempo más adecuado. La definición del tiempo de ejecución no se deja en manos de los constructores, quienes en realidad son los que cuentan con la experiencia para proponer lo que más conviene, además de que son ellos mismos los que se estarían comprometiendo a terminar la obra en el plazo que ellos mismos analizaron.

CAPÍTULO 3

MEDICIÓN

3.1. JUSTIFICACIÓN

El propósito del presente capítulo consiste en la medición del costo social de las obras viales. Para llegar a este costo, hay que hacer la medición de aforos vehiculares, distancias y tiempos de recorridos, y calcular el costo horario de los vehículos y los costos de construcción de obra. Este costo social se pretende calcular para las situaciones "actual", "sin proyecto", "con proyecto" y "durante obra"; las primeras tres situaciones son consideradas por BANOBRAS en sus evaluaciones y la última es una aportación nueva de este estudio.

Se tiene una hipótesis de investigación de causalidad donde la variable independiente es "acelerar las obras con dobles turnos" y la variable dependiente es "el beneficio" expresado como Valor Presente Neto (VPN). El estudio se llevará a cabo haciendo simulaciones con varias propuestas para acelerar la obra y se va a analizar cómo se comporta el beneficio.

Las obras viales de tipo "paso a desnivel" que se encuentran en proceso (abril de 2006) en la zona metropolitana de Guadalajara son:

- Av. López Mateos y Av. Las Rosas
- Av. Vallarta y Av. Aviación
- Av. Lázaro Cárdenas y Av. Arboledas
- Av. López Mateos y Av. Américas
- Av. 8 de julio y Periférico

Esta cantidad de obras es mucho mayor respecto a los últimos años, por lo que el presente estudio adquiere mayor relevancia. La simulación se delimita para el caso específico del paso a desnivel en el cruce de Av. López Mateos y Av. Las Rosas.

3.2. RECOLECCIÓN DE DATOS

La Secretaría de Desarrollo Urbano (SEDEUR) es la dependencia del gobierno del Estado de Jalisco encargada del paso a desnivel López Mateos y Las Rosas, y que va a ser la principal fuente de donde se van a recolectar los datos de partida para este estudio. En la figura 3.1 se presenta un croquis de ubicación del proyecto.



Figura 3.1. Croquis de ubicación del proyecto y rutas de desvío

En base al artículo 10 de la Ley de Transparencia e Información Pública del Estado de Jalisco se solicitó a SEDEUR la información referente al estudio de factibilidad del proyecto y los datos proporcionados fueron: el costo aproximado de la obra (\$ 85,200,000), la duración estimada (8

meses), las condiciones generales de las avenidas involucradas (longitudes y número de carriles), el tránsito diario por avenida y las velocidades de circulación únicamente por López Mateos en las situaciones actual y con proyecto. La información de aforos, velocidades y costos viene presentada en matrices y se desglosa por avenida, por cada sentido de la circulación, por tipo de vehículo (automóvil, autobús y camión unitario) y por el horario (el período sin congestión correspondiente de 22:00 a 09:00 horas y el período con congestión se presenta de 09:00 a 22:00 horas). Ver en anexo 1 las tablas completas del estudio de factibilidad (BANOBRAS, 2004).

Los datos que no se incluyen en el estudio de factibilidad y no se pudieron conseguir fueron las velocidades en "situación actual" por las avenidas que cruzan (Las Rosas, 12 de Diciembre y Cubilete) y en "la situación sin proyecto" (con mejoras pequeñas), y los costos horarios de cada tipo de vehículo. Para efectos de poder continuar con el estudio y elaborar las simulaciones, se explican los criterios para proponer estos datos faltantes.

Debido a la imposibilidad física para medir en campo algunas velocidades no proporcionadas, se estimó que para "la situación actual", durante el período con congestión, los vehículos circulan a la misma velocidad por las laterales de López Mateos que por las avenidas que cruzan, y sin congestión estas velocidades se reducen ligeramente respecto a López Mateos por el hecho de ser avenidas secundarias (ver la tabla 3.1).

Tabla 3.1 Velocidades promedio para la "situación actual" (km/hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	40.0	-	35.0	16.5	-	12.5
		Laterales	40.0	30.0	30.0	15.0	11.0	11.0
	Norte-Sur	Centrales	40.0	-	35.0	16.5	-	12.5
		Laterales	40.0	30.0	30.0	15.0	11.0	11.0
Las Rosas	Ote- Pte	35.0	-	25.0	17.0	-	13.0	
	Pte-Ote	35.0	-	25.0	17.0	-	13.0	
12 Diciembre	Pte-Ote	35.0	25.0	25.0	15.0	10.0	10.0	
Cubilete	Ote- Pte	35.0	-	25.0	13.0	-	10.0	
	Pte-Ote	35.0	-	25.0	13.0	-	10.0	

datos proporcionados
 datos supuestos

Para "la situación sin proyecto" se consideró que las velocidades por López Mateos se incrementaban respecto a "la situación actual" al mejorar la carpeta asfáltica, y en las avenidas que cruzan las velocidades se conservan igual al no proponerse ningún tipo de mejora (ver la tabla 3.2). Para "la situación con proyecto" la presencia del paso a desnivel en los carriles

centrales de López Mateos ocasiona que la velocidad aumente, en cambio por las laterales de López Mateos y por las avenidas que cruzan se conservan las velocidades igual que en "la situación sin proyecto" (ver la tabla 3.3).



Tabla 3.2 Velocidades promedio para la "situación sin proyecto" (km/hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	43.0	-	38.0	18.0	-	14.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
	Norte-Sur	Centrales	43.0	-	38.0	18.0	-	14.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
Las Rosas	Ote- Pte	35.0	-	25.0	17.0	-	13.0	
	Pte-Ote	35.0	-	25.0	17.0	-	13.0	
12 Diciembre	Pte-Ote	35.0	25.0	25.0	15.0	10.0	10.0	
Cubilete	Ote- Pte	35.0	-	25.0	13.0	-	10.0	
	Pte-Ote	35.0	-	25.0	13.0	-	10.0	

 datos cambiantes
 datos supuestos

Tabla 3.3 Velocidades promedio para la "situación con proyecto" (km/hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	55.0	-	45.0	40.0	-	30.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
	Norte-Sur	Centrales	55.0	-	45.0	40.0	-	30.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
Las Rosas	Ote- Pte	35.0	-	25.0	17.0	-	13.0	
	Pte-Ote	35.0	-	25.0	17.0	-	13.0	
12 Diciembre	Pte-Ote	35.0	25.0	25.0	15.0	10.0	10.0	
Cubilete	Ote- Pte	35.0	-	25.0	13.0	-	10.0	
	Pte-Ote	35.0	-	25.0	13.0	-	10.0	

 datos proporcionados
 datos supuestos

Se considera que los costos horarios de cada vehículo se componen del costo de las personas que se encuentran trasladándose más el costo del desgaste del vehículo. Para la presente investigación el costo de las personas se calcula en base al ingreso per cápita (costo horario por persona promedio). Según el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) el ingreso per cápita anual fue de \$78,668.10 en el 2005, cantidad que se convierte a \$32.78 por hora al dividir el dato anual entre 12 meses y entre 200 horas promedio productivas al mes. Este costo por hora por persona se multiplica por la cantidad de personas promedio

que se trasladan en un vehículo. Se propone que los ocupantes de un automóvil sean 3; para los autobuses, 17; y en los camiones unitarios, 2.

A este valor se le agrega el costo por kilómetro según la categoría de vehículo, el cálculo se hace aplicando el método de precios unitarios que se usa para obtener el costo horario de una máquina. Los tres tipos de vehículo que circulan por la zona en estudio son: automóviles, autobuses y camiones unitarios.

Tabla 3.4 Análisis de costo por kilómetro para cada vehículo tipo

	AUTOMÓVIL	AUTOBÚS	CAMION UNITARIO
Vehículo	Corsa sedán 2006	International 2006, 35 pasajeros	Ford F-350 XLT 2006 con caja
Costo de adquisición	\$ 111,990.00	\$ 630,000.00	\$ 248,200.00
Valor de rescate	\$ 44,796.00	\$ 126,000.00	\$ 49,640.00
Vida útil	140,000 km	960,000 km	250,000
Tasa de interés	0%	14.4%	18%
Uso anual	20,000 km	80,000 km	50,000
Costo juego de llantas	\$ 3,000.00	\$ 30,000.00	\$ 30,000.00
Duración llantas	60,000 km	80,000 km	80,000
Rendimiento combustible	14 km/lt	3.5 km/lt	5
Costo combustible	\$ 6.50 /lt	\$ 5.42 /lt	\$ 5.42
Costo mantenimiento menor	\$ 1,412.48	\$ 3,084.21	\$ 3,000.00
Periodicidad mantenimiento	15000 km	10,000 km	\$ 10,000.00
Costo anual del seguro	\$ 6,500.00	\$ 15,000.00	\$ 10,000.00
Salario operador		\$ 9,000.00 mes	\$ 8,248.50
Cargo por depreciación	0.480 /km	0.525 /km	0.794 /km
Cargo por inversión	0.000 /km	0.680 /km	0.536 /km
Cargo por llantas	0.050 /km	0.375 /km	0.375 /km
Cargo por consumos	0.464 /km	1.549 /km	1.084 /km
Cargo por mantenimiento	0.094 /km	0.308 /km	0.300 /km
Cargo por seguros	0.325 /km	0.188 /km	0.200 /km
Cargo por operación	/km	0.741 /km	0.505 /km
Cargo total	\$1.413 /km	\$4.366 /km	\$3.794 /km

Para explicar el cálculo del costo se toma un automóvil promedio, por ejemplo un Corsa Sedán 2006, cuyo costo de adquisición es cercano a los 112 mil pesos y se considera que después de 140 mil kilómetros se puede vender al 40% del valor de compra, esto es casi 45 mil pesos; con esto se calcula el cargo por depreciación que es el costo por kilómetro recorrido, $[(\$111,990.00 - \$44,796.00) / 140,000] = 0.480 \text{ \$/km}$. El cargo por inversión se calcula multiplicando el promedio entre los costos de compra y de rescate, por la tasa de interés de financiamiento y dividido entre los kilómetros recorridos en un año, $[(\$111,990.00 + \$44,796.00) / 2 * (0\% / 20,000)] = 0 \text{ \$/km}$, que como en este caso la agencia no cobra intereses, el cargo por inversión resulta nulo. El cargo por llantas es la división entre el costo de un juego completo de llantas entre sus kilómetros de vida, $(\$3,000.00 / 60,000) = 0.050$. De manera similar se obtienen los cargos por consumo y mantenimiento donde se dividen el costo del combustible o del servicio

de mantenimiento programado entre su periodicidad en kilómetros. Para el cargo por seguros se divide el costo de la póliza anual entre los kilómetros promedio de un año. El último cargo, por operación no aplica para el automóvil, pero se obtendría dividiendo el sueldo del operador o chofer entre los kilómetros recorridos en el mismo periodo del sueldo. La suma de estos siete cargos se consolida como el costo por kilómetro, que para el automóvil es de \$1.413/km. Estos números y los costos de los otros tipos de vehículo se presentan en la tabla 3.4.

3.3. INSTRUMENTO PARA MEDIR EL COSTO SOCIAL

El estudio de factibilidad proporcionado por SEDEUR presenta algunos resultados obtenidos con el modelo computacional VOCMEX referentes a los costos de viaje por vehículo en las situaciones "actual" y "con proyecto", este costo está relacionado con los vehículos y sus pasajeros que se trasladan por un determinado tramo de vialidad. También se tienen los costos sociales por circulación para un año (el costo que implica a todos los vehículos que durante un año pasen por un tramo determinado de vialidad) en las situaciones "actual", "sin proyecto" y "con proyecto". La situación actual se presenta en el cruce vehicular antes de cualquier modificación, la situación sin proyecto implica mejoras de menor costo que en este caso consistieron en optimización de la carpeta asfáltica para aumentar la velocidad de los vehículos, y la situación con proyecto es la que incluye una inversión importante consistente en la construcción de un paso a desnivel. Estos costos proporcionados por SEDEUR se muestran en la tabla 3.5 (BANOBRAS, 2004).

Tabla 3.5 Costos de circulación anual, método VOCMEX (miles de pesos).

Situación		
Actual	Sin proyecto	Con proyecto
211,539	197,718	144,172

Para calcular el costo social en "la situación durante obra", la primera opción que se intentó fue conseguir el modelo VOCMEX para que este cálculo se hiciera bajo las mismas consideraciones que los cálculos proporcionados. Debido a que no fue posible obtener dicho modelo, se procedió a estudiar las tablas de datos y cálculos proporcionados para entender el método, encontrar relaciones entre tablas y elaborar un método propio en una hoja de cálculo.

Se identificó el siguiente proceso: dividiendo las longitudes entre las velocidades, obtenemos los tiempos de recorrido; multiplicando estos tiempos por los costos por vehículo, se tienen los costos de viaje por vehículo; y multiplicando estos costos por la cantidad de vehículos y por 365 tendremos los costos de circulación anual (el costo social que se busca). Para ejemplificar el procedimiento, se presenta en la tabla 3.6 el caso para un automóvil que circula por los

carriles centrales de López Mateos, de sur a norte, en el periodo con congestión (durante el día) para la "situación actual". El resto de los cálculos es la sumatoria para todos los carriles, de todas las avenidas involucradas y en ambos periodos, con congestión y sin congestión.

Tabla 3.6 Ejemplo de cálculo de costo social

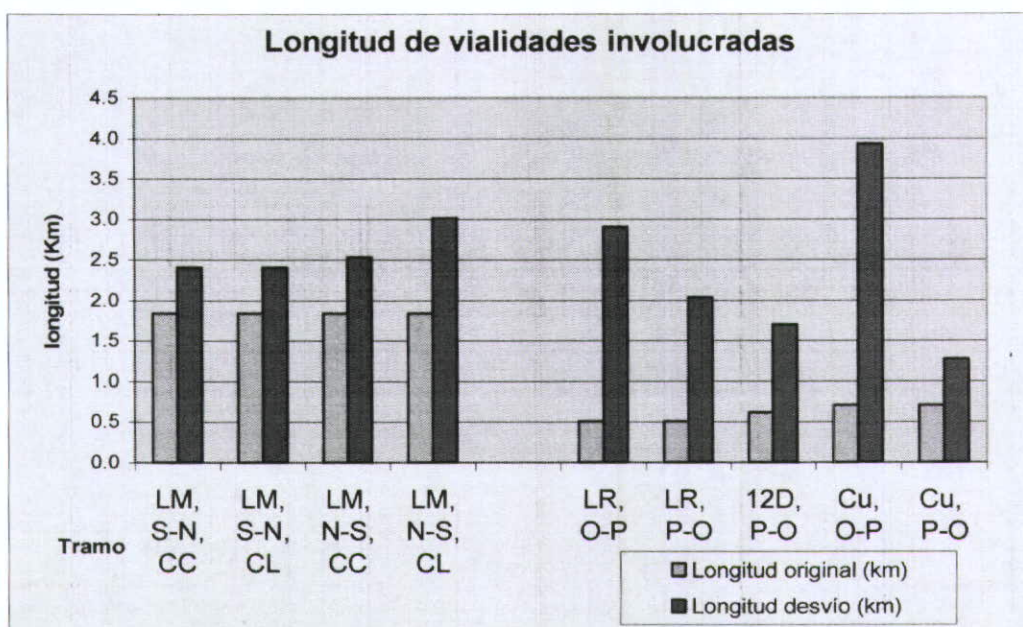
OPERACIONES	ORIGEN DE DATOS
$\text{Longitud (km) / Velocidad (km/hr) = Tiempo (hr)}$ $0.652 / 16.50 = 0.040$	Proporcionados, ver anexo 1 Cuadros 3.2 y 3.7 b)
$\text{IPC (\$/hr) X Personas/veh = Costo/hr/personas/veh}$ $32.78 \text{ X } 3 = 98.34$	Calculados en capítulo 3.2
$\text{Costo/km/veh X Velocidad (km/hr) = Costo/hr/veh}$ $1.41 \text{ X } 16.50 = 23.32$	Calculado en Tabla 3.4 y Viene de la Tabla 3.1
$\text{Costo/hr/veh X Tiempo (hr) = Costo de viaje (\$/veh)}$ $(98.34 + 23.32) \text{ X } 0.040 = 4.81$	Calculados en este mismo ejemplo
$\text{Tránsito diario (veh) X Costo viaje X 365 = Costo circul. Anual (\$)}$ $26,332 \text{ X } 4.81 \text{ X } 365 = 46,203,530$	Del cuadro 3.5, Anexo 1 y Calculado en línea anterior

Para calcular el costo de circulación anual para "la situación durante obra", el procedimiento y los datos de entrada son básicamente los mismos, con la diferencia de que aumentan las longitudes y disminuyen las velocidades por circular por las rutas de desvío, estas variables se tendrán que medir en campo. Se identificaron cada una de las rutas de desvío desde los puntos donde inician y terminan los congestionamientos, se midieron estas longitudes con el odómetro de un automóvil; para corroborar estas distancias y darles mayor precisión se midieron con el programa Google Earth. Se detallan los trayectos y las longitudes de desvío en la tabla 3.7 y en la gráfica 3.1 se presenta un comparativo entre estas longitudes. Las imágenes de los mapas de las rutas de desvío se muestran en el anexo 2.

Se midieron tiempos de circulación reales por las rutas de desvío, para el período con congestión en automóvil. Con esto, se calcularon velocidades de circulación dividiendo la longitud entre el tiempo, obteniendo datos entre 6 y 15 km/hr (ver tabla 3.8). Para llenar la tabla de velocidades en "situación durante obra" se promediaron los datos obtenidos de las mediciones por la misma ruta, y se escalaron y ajustaron el resto de los valores (ver la tabla 3.9). De esta manera, ya se tienen las velocidades para las cuatro "situaciones" y se presenta la gráfica 3.2 con la comparativa para un caso dado; en donde lo más importante no es la precisión de las velocidades proporcionadas, supuestas, medidas o escaladas, sino el diferencial entre ellas en función de las diferentes "situaciones".

Tabla 3.7 Rutas de desvío, proyecto López Mateos - Las Rosas

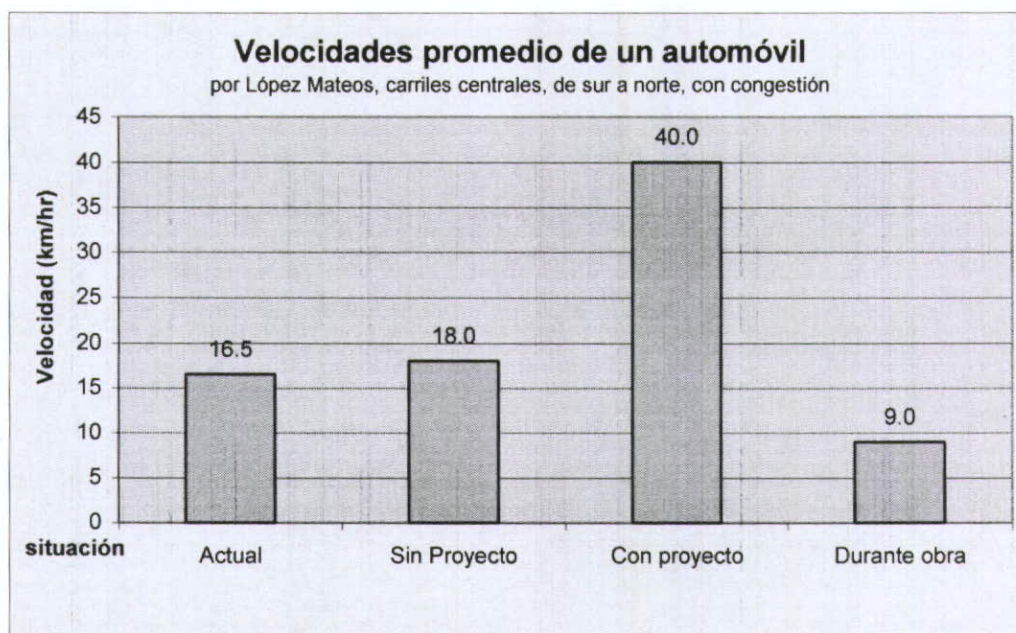
	LÓPEZ MATEOS	Calle Inicio	Trayectos	Calle Fin	Longitud original (km)	Longitud desvío (km)
1	Sur a norte, carriles centrales. (LM, S-N, CC)	Moctezuma	L.M., Cubilete, La Merced, Las Rosas, Chapalita, Placeres, Purísima, L.M	Lázaro Cárdenas	1.836	2.408
2	Sur a norte, carriles laterales. (LM, S-N, CL)	Moctezuma	L.M., Cubilete, La Merced, Las Rosas, Chapalita, Placeres, Purísima, L.M	Lázaro Cárdenas	1.836	2.408
3	Norte a sur, carriles centrales. (LM, N-S, CC)	Lázaro Cárdenas	L.M., A.Valeriano, La Ermita, Colimán, Iztaccihuatl, L.M.	Moctezuma	1.836	2.532
4	Norte a sur, carriles laterales. (LM, N-S, CL)	Lázaro Cárdenas	L.M., Lázaro Cárdenas, Tepeyac, Niño Obrero, Tizoc, Mixcoatl, Moctezuma, L.M.	Moctezuma	1.836	3.015
CRUCES						
5	Av. Las Rosas Ote-Pte. (LR, O-P)	La Merced	Las Rosas, Chapalita, Placeres, Purísima, L.M. Glor. Niños Héroes, L.M, Lázaro Cárdenas, Tepeyac, Las Rosas	La Ermita	0.501	2.904
6	Av. Las Rosas Pte Ote (LR, P-O)	La Ermita	La Ermita, Colimán, Tizoc, Mixcoatl, Tizoc, L.M, Cubilete, La Merced	La Merced	0.501	2.034
7	12 de Diciembre Pte-Ote. (12D, P-O)	La Ermita	La Ermita, Colimán, Tizoc, Mixcoatl, Tizoc, L.M, Cubilete, La Merced	La Merced	0.611	1.696
8	Av. Cubilete Ote-Pte. (Cu, O-P)	La Merced	La Merced, Las Rosas, Chapalita, Placeres, Purísima, L.M., Niños Héroes, L.M, Lázaro Cárdenas, Tepeyac, Cubilete	La Ermita	0.701	3.934
9	Av. Cubilete Pte-Ote (Cu, P-O)	La Ermita	La Ermita, Colimán, Tizoc, Mixcoatl, Tizoc, L.M, Cubilete, La Merced	La Merced	0.701	1.269



Gráfica 3.1 Comparativa entre distancias de vialidades y rutas de desvío.

Tabla 3.8 Datos medidos en campo para cálculo de velocidades

N° MEDICIÓN	DÍA	HORA INICIO	HORA FIN	DURACIÓN (hr:min:seg)	LONGITUD (Km)	VELOCIDAD (km/hr)	RUTA
1	08-Jun-06	11:43:44	11:47:20	0:03:36	2.2	14.7	LM, N-S, CC
2	08-Jun-06	11:47:20	11:52:50	0:05:30	1.8	7.9	LM, S-N, CC
3	08-Jun-06	12:03:50	12:11:20	0:07:30	2.9	9.3	LM, N-S, CL
4	08-Jun-06	12:11:20	12:16:38	0:05:18	2.4	10.9	LM, S-N, CC
5	08-Jun-06	12:24:00	12:28:52	0:04:52	2.6	12.8	LM, N-S, CC
6	08-Jun-06	12:39:34	12:42:34	0:03:00	0.7	5.6	Cu, P-O
7	08-Jun-06	12:43:45	12:45:00	0:01:15	0.4	7.7	LR, P-O
8	08-Jun-06	13:08:47	13:09:50	0:01:03	0.5	11.4	12D, P-O
9	08-Jun-06	13:27:35	13:34:55	0:07:20	2.2	7.2	LM, N-S, CC
10	08-Jun-06	13:34:55	13:42:05	0:07:10	2.6	8.7	LM, S-N, CC
11	08-Jun-06	13:30:10	13:39:43	0:09:33	3.3	8.3	LR, P-O
12	08-Jun-06	13:30:40	13:39:25	0:08:45	3.0	8.2	12D, P-O
13	08-Jun-06	13:31:15	13:39:15	0:08:00	2.6	7.8	Cu, P-O



Gráfica 3.2 Comparativa de velocidad entre las diferentes "situaciones" para un caso dado

Tabla 3.9 Velocidades promedio para la "situación durante obra" (km/hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	30.0	-	25.0	9.0	-	8.0
		Laterales	30.0	20.0	25.0	9.0	6.0	8.0
	Norte-Sur	Centrales	35.0	-	25.0	12.0	-	10.0
		Laterales	30.0	20.0	25.0	9.0	6.0	8.0
Las Rosas	Ote- Pte	25.0	-	20.0	8.0	-	7.0	
	Pte-Ote	25.0	-	20.0	8.0	-	7.0	
12 Diciembre	Pte-Ote	25.0	15.0	20.0	10.0	8.0	8.0	
Cubilete	Ote- Pte	25.0	-	20.0	7.0	-	6.0	
	Pte-Ote	25.0	-	20.0	7.0	-	6.0	

datos medidos
 datos escalados

3.4. CÁLCULO DEL COSTO SOCIAL

Debido a que el método VOCMEX es una aproximación para calcular costos de traslado en carreteras, se espera que el nuevo método arroje resultados con cierta diferencia respecto a los proporcionados por SEDEUR (VOCMEX). La intención de esta investigación no pretende desacreditar el método VOCMEX por usarse en condiciones diferentes para las que fue diseñado, simplemente se busca corroborar la validez del modelo propio. Se propone un rango de diferencias del 10% para considerar que los resultados del modelo propio son válidos. Con los datos de entrada obtenidos en el capítulo 3.2., se procedió a realizar los cálculos siguiendo el procedimiento demostrado en el capítulo anterior. Los resultados presentados en la tabla 3.10 muestran que en las situaciones "actual" y "sin proyecto" los resultados son muy parecidos teniendo diferencias de 1% y en la "situación con proyecto" el resultado también es válido presentando una diferencia del 9%. En el anexo 3 se presentan las tablas con las que se calcularon los costos sociales usando el modelo propio.

Tabla 3.10 Resumen de costos de circulación anual (miles de pesos)

	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO
CON EL MODELO VOCMEX	211,539	197,718	144,172
CON EL MODELO PROPIO	209,248	196,114	157,075
RELACIÓN PROPIO/VOCMEX	0.989	0.992	1.090

Una vez validado el modelo propio, cabe hacer el comentario que al calcular el costo social de la "situación durante obra" se deben tener las mismas condiciones de estudio que las otras tres situaciones. La principal diferencia que se tiene es la longitud de los tramos estudiados, en donde BANOBRAS utiliza para Av. López Mateos, 652 m. que es la distancia del túnel contrastando contra 2.4 km. y 3.0 km. que tienen las rutas de desvío para la "situación durante obra". La solución a seguir consiste en tener los mismos puntos de inicio y fin para los tramos equivalentes, tomando en cuenta que en las situaciones "actual", "sin proyecto" y "con proyecto" van en línea recta y en la "situación durante obra" los trayectos van rodeando por calles vecinas (ver tabla 3.7). Utilizando el mismo método desarrollado y cambiando únicamente las longitudes de las vialidades involucradas se calcularon los costos de circulación anual y se presentan los nuevos resultados en la tabla 3.11 haciendo una comparativa en el gráfico 3.3, donde se observa que para las situaciones "actual", "sin proyecto" y "con proyecto" el cambio es proporcional, sin embargo el costo anual de la "situación durante obra" contrasta fuertemente con las otras tres situaciones. Ver en el anexo 4 el cálculo de los costos sociales usando el modelo propio con las longitudes corregidas.

Tabla 3.11 Costo social anual con longitudes corregidas (miles de pesos)

SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN SIN PROYECTO	SITUACIÓN CON PROYECTO	SITUACIÓN DURANTE OBRA
592,418	555,432	445,502	1,556,227

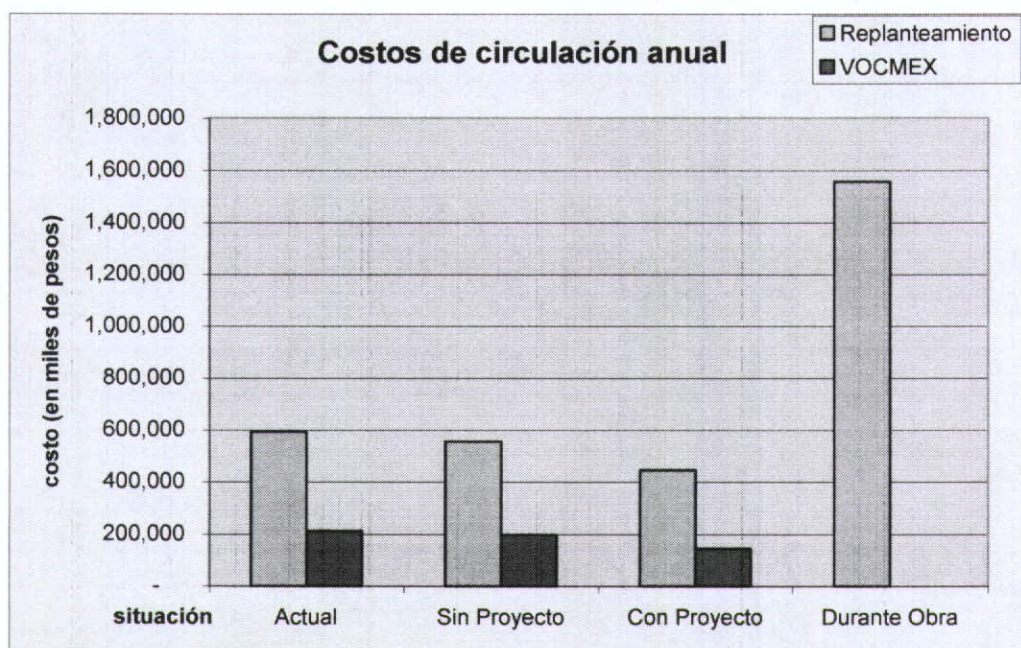


Gráfico 3.3 Comparativa de costos de circulación con longitudes corregidas y VOCMEX

El dato más importante hasta este punto de la investigación es el costo anual de las molestias durante la construcción que se obtiene de restar el costo social anual de la "situación durante obra" menos el de la "situación sin proyecto" el cual asciende a casi mil millones de pesos para un año. Si este dato escala a la duración propuesta por BANOBRAS de 8 meses, el costo de molestias es de 667.2 millones de pesos.

3.5. OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

El estudio de factibilidad sí hace mención a los costos de molestias durante la construcción, y los estima en 24.1 millones de pesos, calculados con el modelo VOCMEX en base a los ocho meses que dura la obra. Este dato lo obtuvo BANOBRAS considerando la distancia que mide el túnel (0.652 km), la única diferencia que se menciona es que se toma una velocidad menor, aunque no se especifican más datos. Esta situación en la realidad resulta muy diferente ya que las rutas de desvío tienen más del doble que la longitud del túnel y los tramos con embotellamiento abarcan una distancia todavía mayor como se explicó en la tabla 3.7 y en la gráfica 3.1.

Se pudo identificar que las tablas calculadas con el modelo VOCMEX incluyen ciertos factores no identificados que afectan los cálculos, pero en el alcance de esta investigación no se incluye analizar a fondo el funcionamiento de dicho modelo.

Otros factores que se afectan durante la construcción de la obra, y que no son motivo de este estudio son, las supuestas disminuciones en las ventas de los comercios, el aumento de emisión de hidrocarburos a la atmósfera por los vehículos automotores, las incomodidades a los vecinos por el tráfico que se desvía por las calles donde viven y por los ruidos que genera la obra.

CAPÍTULO 4

ANÁLISIS

4.1. JUSTIFICACIÓN

En este capítulo se analizan las variaciones del beneficio social al proponer cambios en el calendario de obra considerando por ejemplo que el personal trabaje horas extras, empleando turnos adicionales (como se usa en las industrias en donde resulta costoso apagar y luego arrancar las máquinas) o proponiendo jornadas especiales (usando la idea de las tiendas de autoservicio o de las empresas de seguridad privada)

Estos recortes de calendario implican la revisión a grandes rasgos de las afectaciones al resto de los componentes del presupuesto de la obra, además de la mano de obra: materiales, maquinaria y equipo, costos indirectos, costos por financiamiento y utilidad.

Lo que viene siendo propiamente el análisis del beneficio social se va a elaborar tomando en cuenta los flujos financieros a largo plazo de los costos y de los beneficios proyectados, considerando una adecuada tasa del valor del dinero en el tiempo.

4.2. PROPUESTAS PARA RECORTAR EL CALENDARIO DE LA OBRA

Para comprimir un calendario de obra, los expertos en el tema recomiendan elaborar una red de actividades, tomando en cuenta las secuencias y precedencias lógicas entre tareas; se propone la duración de las actividades en función de un rendimiento real, usando una cantidad de recursos normal según el juicio experto. Para cada actividad se calcula la mínima cantidad de días en que puede realizarse sin que se dispare el costo total de la misma. Se identifican las diferentes rutas de la red y se marca la ruta crítica, en la cual el atraso de una actividad implica el retraso del fin del proyecto. Se va a disminuir la duración de las actividades dentro de la ruta crítica, un día a la vez por cada actividad, identificando en cada paso cómo se afectan las rutas no críticas. Se va a encontrar que algunas rutas paralelas se van a convertir en críticas, por lo

que si se reduce un día en la ruta crítica original, también se tendrá que reducir la nueva ruta crítica, de manera que la entrega del proyecto disminuya esa unidad. Esta disminución día a día se realiza hasta que las actividades de la ruta crítica lleguen al límite mínimo de duración calculado previamente. Con esto obtenemos la duración mínima del proyecto.

Para este proyecto, SEDEUR informó que no existía dicha red de actividades con la ruta crítica, mucho menos el análisis de duración de cada actividad con su límite inferior. Para el análisis se va a considerar el peor de los escenarios que consiste en que todas las actividades ya se encuentren en su límite inferior de duración, y por consiguiente, dentro de la ruta crítica. La empresa que participó con el contrato más grande para este proyecto presentó en su propuesta técnica jornadas laborales de 8 horas diarias de lunes a viernes, más 5 horas del sábado (45 horas por semana). Tomando en cuenta estas consideraciones, se van a comprimir las duraciones de las actividades incrementando recursos fuera de la jornada normal.

Se proponen cinco alternativas para simular el recorte del calendario de obra, con las que se analiza el comportamiento del rendimiento y el calendario de obra. El rendimiento de la mano de obra es afectado por el cansancio acumulado por trabajar más horas que las de costumbre, por laborar horarios nocturnos o en su caso, por la situación de cambio de estafeta de un turno a otro. Este cambio de turno implica entender el avance que entrega la cuadrilla previa y planear a partir de dónde se deben iniciar las labores de la jornada.

En Estados Unidos de América y Canadá se han hecho varios estudios para entender la reducción de productividad, todos coinciden en que las horas extras, el cambio de turno y el cambio de horarios afecta la productividad de manera negativa, aunque la magnitud de esta pérdida varía de un estudio a otro; los estudios más importantes y reconocidos los han hecho M. Kossoris, Business Roundtable, la Asociación Nacional de Contratistas Eléctricos (NECA, Estados Unidos), James Adrian, el Instituto de la Industria de la Construcción (CII, Estados Unidos) (Hanna, 2004), Dozzi y AbouRizk. En Latinoamérica se encontraron los estudios realizados por Alfredo Serpell, de Chile, quien revisa los efectos de la fatiga en la productividad y en el costo de la obra. Cabe mencionar que los resultados de los estudios de estos autores no son exactamente los mismos y además, de que no se hicieron en las mismas condiciones que se tienen en esta investigación, por lo que los porcentajes de pérdida de rendimiento a usar en esta tesis se interpolaron y ajustaron para que fueran consistentes entre sí. Lo importante en esta parte de la investigación consiste en identificar la sensibilidad del costo de obra al afectar el calendario y posteriormente, habrá que reconocer la alternativa que optimiza los costos del proyecto en función del tiempo (flujos financieros). Hay que tener presente que los costos van a variar en función de los porcentajes de rendimiento usados y los resultados

numéricos no son definitivos, pero sí comparativos e indicativos de puntos medulares en la planeación del proyecto.

El costo social en la "situación durante obra" considera trasladarse por las rutas de desvío y estas condiciones se dieron en el periodo en que estuvieron cerrados los carriles centrales. Esta duración del cierre es la que se va a tomar de base para afectarse por los diferentes cambios propuestos, y no se considera la duración total de la obra porque no todo este tiempo se cerró por completo la circulación. Para corroborar las diferentes fechas de planeación proporcionadas por SEDEUR, las cuales varían entre sí, se revisaron los periódicos locales para identificar las fechas de cierre de carriles centrales de Av. López Mateos, por lo que se va a tomar una duración de 10 meses (ver tabla 4.1). Otra situación que se observa en esta tabla, es que en el plan de las constructoras, entre el término de la primera etapa y el inicio de la segunda se abre un hueco de 78 días; las fechas reales de inicio y término de cada etapa, y los motivos de estas diferencias se desconocen.

Tabla 4.1 Fechas y duraciones del proyecto López Mateos - Las Rosas

	1ª etapa			2ª etapa			total en días	total en meses
	inicio	fin	días	inicio	fin	días		
Estimado BANOBRAS							244	8.0
Bases concursos	11-Ago-05	08-Nov-05	90	28-Nov-05	23-Sep-06	300	409	13.4
Plan Constructoras	11-Ago-05	14-Oct-05	65	30-Dic-05	25-Oct-06	300	441	14.5
Plan Concretera	10-Ago-05	28-Feb-06	203	10-Ene-06	30-Nov-06	325	478	15.7
Cierre real centrales	17-Ago-05				16-Jun-06		304	10.0

El procedimiento a seguir consiste en analizar cinco alternativas y obtener las nuevas duraciones para la obra y el incremento en el costo del proyecto. La primera alternativa propone que se trabaje una primera jornada normal, empezando desde las seis de la mañana y asignando una hora para comida. A las tres de la tarde termina el primer grupo de trabajadores y entrega el avance de su tramo a un segundo turno a quien también se asigna una hora para comida y descanso. Según los artículos 60 y 61 de la Ley Federal del Trabajo (LFT), la segunda, se trata de una jornada mixta, por lo que se limita a 7.5 horas. El primer turno presenta una baja de rendimiento porque se tiene que identificar el avance que le dejó el turno anterior y una ligera pérdida en lo que planea el arranque de su jornada, el segundo turno además de esta disminución se ve afectado por el hecho de trabajar unas horas con luz artificial y por los cambios que tendría el personal en sus hábitos alimenticios y de sueño, por lo que se proponen los factores de rendimiento 90% y 85% respectivamente. Con esto, el avance de la obra se contabiliza como si el primer turno hubiera trabajado 7.2 horas efectivas y 6.4 horas para el segundo turno. En lugar de trabajar las 45 horas a la semana que se acostumbra

en la región (ocho horas de lunes a viernes más cinco horas del sábado), se proponen jornadas de 8 horas diarias por seis días a la semana. De esta manera se estarían pagando 48 horas para cada uno de los turnos con una efectividad de 43.2 horas el primero y 38.3 horas el segundo. Se tiene un factor de aceleración de 1.81 que equivale a dividir las 81.5 horas efectivas entre las 45 horas acostumbradas, por lo que el uso de las rutas alternas se tendría durante 5.5 meses en vez de 10 meses. Además, se genera un factor de sobrecosto en la mano de obra de 1.18 por pagar 96 horas con una efectividad de 81.5. En la tabla 4.2 se presentan los números de esta primera alternativa.

Tabla 4.2 Alternativa 1, Jornada de dos turnos de ocho horas de lunes a sábado

		Turno A 06:00 a 15:00	Turno B 15:00 a 23:30	SUMAS	
		L a S	L a S		
Horas pagadas	(hr)	8.0	8.0		16.0
Jornada nominal	(hr)	8.0	7.5		15.5
Jornada real	(hr)	8.0	7.5		15.5
Rendimiento		90%	85%		
Horas efectivas	(hr)	7.2	6.4		13.6
Jornadas por semana	(jor)	6	6		
Horas sem. pagadas	(hr)	48.0	48.0		96.0
Horas sem. efectivas	(hr)	43.2	38.3		81.5

Factor de aceleración	1.81
Duración (meses)	5.5
Sobrecosto Mano Obra	1.18

La segunda alternativa se basa en la anterior, agregándole un tercer turno. El primer grupo de cuadrillas se conserva con las mismas características. Al segundo turno, nada más se le asigna media hora para comida. Y se abre un tercer turno nocturno, limitado a 7 horas (arts. 60 y 61 de la LFT) que se hace corrido de 11 pm a 6 am, por lo que se le tiene que conceder al trabajador un descanso de media hora dentro de la jornada (art. 63 de la LFT). La disminución del rendimiento se toma igual que en la alternativa anterior y para el turno nocturno se considera un 80% debido a que toda la jornada se trabaja con luz artificial y los cambios de hábitos del personal se afectan más que en el segundo turno. Así las cosas, laborando 6 días a la semana, se pagan 144 horas, pero con el avance de cómo si se hubieran trabajado 112.7 horas, ver tabla 4.3.

Tabla 4.3 Alternativa 2, Jornada de tres turnos de ocho horas de lunes a sábado

		Turno A 06:00 a 15:00 L a S	Turno B 15:00 a 23:00 L a S	Turno C 23:00 a 06:00 L a S		SUMAS
Horas pagadas	(hr)	8.0	8.0	8.0		24.0
Jornada nominal	(hr)	8.0	7.5	7.0		22.5
Jornada real	(hr)	8.0	7.5	6.5		22.0
Rendimiento		90%	85%	80%		
Horas efectivas	(hr)	7.2	6.4	5.2		18.8
Jornadas por semana	(jor)	6	6	6		
Horas sem. pagadas	(hr)	48.0	48.0	48.0		144.0
Horas sem. efectivas	(hr)	43.2	38.3	31.2		112.7

Factor de aceleración	2.50
Duración (meses)	4.0
Sobrecosto Mano Obra	1.28

La alternativa número tres es una jornada en la que un mismo grupo de gente trabaja 12 horas diarias durante cuatro días continuos, asignando una hora para comida; esta jornada especial es avalada por el artículo 59 de la LFT. El quinto día se presenta a trabajar un segundo grupo de empleados con jornadas de doce horas durante cuatro días. El noveno día vuelve a comenzar el ciclo y regresa la cuadrilla original. La única baja de rendimiento se puede dar por la adaptación a los nuevos horarios propuestos por lo que se propone un 95%. En esta modalidad de horario, los días de trabajo se van recorriendo respecto a los días de la semana con el beneficio para la obra en que se trabajan los domingos como día normal (se considera una prima del 25% según art. 71 de la LFT), no se pagan horas extras, ni se concede tiempo de descanso dentro de la jornada. Dicho esto, en un periodo de 7 días, se pagan 87 horas con el rendimiento de 79.8 horas. La tabla 4.4 contiene los datos de esta tercera alternativa.

Tabla 4.4 Alternativa 3, Jornada de un turno de doce horas de cuatro días

		Cuadrilla A L-M-M-J 06:00 a 19:00	Cuadrilla B V-S-D-L 06:00 a 19:00		SUMAS
Horas pagadas	(hr)	12.0	12.0		24.0
Jornada nominal	(hr)	12.0	12.0		24.0
Jornada real	(hr)	12.0	12.0		24.0
Rendimiento		95%	95%		
Horas efectivas	(hr)	11.4	11.4		22.8
Jornadas por semana	(jor)	4	3		
Horas sem. pagadas	(hr)	48.0	39.0		87.0
Horas sem. efectivas	(hr)	45.6	34.2		79.8

Factor de aceleración	1.77
Duración (meses)	5.6
Sobrecosto Mano Obra	1.09

En la cuarta alternativa también se usa la modalidad de 12 horas diarias durante cuatro días continuos como la alternativa anterior, considerando además un segundo turno que se vuelve nocturno y corrido, en el que la jornada nominal es de 11 horas concediendo un descanso de media hora dentro del turno. Referente a la baja de rendimiento, el primer turno es afectado por la adaptación al nuevo horario más lo que se lleve en identificar el avance hecho en la jornada anterior y se planea la nueva; el segundo turno tiene además la situación de trabajar con luz artificial y los cambios presentados en sus hábitos alimenticios y de sueño. De esta manera, en un período de 7 días se pagan 174 horas y el avance equivalente a 131.3 horas, estos resultados se presentan en la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Alternativa 4, Jornada de dos turnos de doce horas de cuatro días

		Cuadrilla A 06:00 a 19:00 L-M-M-J	Cuadrilla B 19:00 a 06:00 L-M-M-J	Cuadrilla C 06:00 a 19:00 V-S-D-L	Cuadrilla D 19:00 a 06:00 V-S-D-L	SUMAS
Horas pagadas	(hr)	12.0	12.0	12.0	12.0	48.0
Jornada nominal	(hr)	12.0	11.0	12.0	11.0	46.0
Jornada real	(hr)	11.5	10.5	11.5	10.5	44.0
Rendimiento		88%	80%	88%	80%	
Horas efectivas	(hr)	10.1	8.4	10.1	8.4	37.04
Jornadas por semana	(jor)	4	4	3	3	
Horas sem. pagadas	(hr)	48.0	48.0	39.0	39.0	174.0
Horas sem. efectivas	(hr)	40.5	33.6	30.4	25.2	129.6

Factor de aceleración	2.88
Duración (meses)	3.5
Sobrecosto Mano Obra	1.34

La alternativa número cinco propone un turno único de 8 horas en donde el mismo personal se queda tres horas extras diarias. Según los artículos 66, 67 y 68 de la LFT, las primeras nueve horas extras se pagan al doble y las siguientes al triple. La principal desventaja de esta alternativa es alto costo pagado y la baja de rendimiento ocasionado por el cansancio acumulado. Con esto obtenemos que trabajando de lunes a sábado, se pagan 93 horas mientras el avance corresponde a 49.5 horas. Estos números se presentan en la tabla 4.6.

Tabla 4.6 Alternativa 5, Jornada normal con 3 horas extras diarias

		Turno único	Horas extras		SUMAS
		08:00 a 17:00	17:00 a 19:00		
		L a S	L a S		
Horas pagadas	(hr)	8.0	7.5		15.5
Jornada nominal	(hr)	8.0	3.0		11.0
Jornada real	(hr)	8.0	3.0		11.0
Rendimiento		78%	78%		
Horas efectivas	(hr)	6.2	2.3		8.6
Jornadas por semana	(jor)	6	6		
Horas sem. pagadas	(hr)	48.0	45.0		93.0
Horas sem. efectivas	(hr)	37.4	14.0		51.5

Factor de aceleración	1.14
Duración (meses)	8.7
Sobrecosto Mano Obra	1.81

En la tabla 4.7 se presenta el resumen de las alternativas con sus duraciones y la afectación en costo de la mano de obra. Cabe aclarar que la duración según BANOBRAS se pone como referencia y la comparativa se debe hacer entre las otras seis alternativas.

Tabla 4.7 Afectación del calendario de obra y factor de sobrecosto de mano de obra

	DURACIÓN (meses)	SOBRECOSTO MANO DE OBRA
PLANEACIÓN BANOBRAS (referencia)	8.0	
CONDICIONES REALES DE EJECUCIÓN		
Jornada normal de lunes a sábado	10.0	1.00
ALTERNATIVA 1		
Jornada de dos turnos de ocho horas de lunes a sábado	5.5	1.18
ALTERNATIVA 2		
Jornada de tres turnos de ocho horas de lunes a sábado	4.0	1.28
ALTERNATIVA 3		
Jornada de un turno de doce horas, cuatro días continuos	5.6	1.09
ALTERNATIVA 4		
Jornada de dos turnos de doce horas, cuatro días continuos	3.5	1.34
ALTERNATIVA 5		
Jornada normal más tres horas extras diarias, lunes a sábado	8.7	1.81

4.3. AFECTACIÓN DEL COSTO DEL PROYECTO POR EL RECORTE DEL CALENDARIO

La cuantificación monetaria del beneficio social debe considerar previamente la revisión de los costos de obra que se afectan por los recortes al calendario. De esta manera, se investigó en SEDEUR sobre los importes de los concursos asignados para el proyecto López Mateos - Las Rosas (ver tabla 4.8) así como la información detallada de dichos presupuestos.

Tabla 4.8 Contratos asignados, Proyecto López Mateos - Las Rosas

	CONCEPTO Y ALCANCE	IMPORTE CONTRATO	ADICIONALES/ ESCALATORIAS	ACUMULADOS	EMPRESA
TRABAJOS PREVIOS	Trabajos preliminares	891,839	999,768	1,891,607	Constructora Deco Class
	Estudio de mecánica de suelos	197,685		2,089,292	Suelos y Control
	Estudios, investigaciones y servicios de consultoría para la elaboración del proyecto ejecutivo preliminares	2,869,480	3,892,290	8,851,062	Metro Arquitectura
	Consultoría para proyecto, imagen urbana e ingenierías	1,014,835		9,865,897	Metro Arquitectura
	Poda, trasplante y derribo de árboles	905,708		10,771,605	Sam Trac
	Adecuación de rutas de desvío	933,782		11,705,386	Fazort y Compañía
APOYO PARALELO	Señalización para permitir obras	941,760		941,760	Fazort y Compañía
	Coordinación de auxiliares viales para los desvíos	906,938	1,321,054	3,169,752	Megaobras
	Servicio Control Topográfico y de Calidad de las Obras preliminares	598,650	295,895	4,064,296	ARS Ingeniería Mexicana
	Control de Calidad en 2° etapa	1,875,447		5,939,744	ARS Ingeniería Mexicana
CONSTRUCCION DE LA OBRA	1° etapa cimentación	6,122,390	5,117,860	11,240,250	Fazort y Compañía
	Suministro de concreto hidráulico y servicio de bombeo para la 1ª etapa de cimentación	1,053,975	980,367	13,274,591	Cemex
	2° Etapa paso a desnivel	42,258,531	44,976,712	100,509,834	Constructora Ral de Occidente
	Suministro de concreto hidráulico y servicio de bombeo para la 2ª etapa de cimentación	13,720,995	5,213,201	119,444,030	Cemex
	Semaforización de cruceros	787,538	554,429	120,785,997	Fazort y Compañía
	Señalética de nodo urbano	898,214	987,090	122,671,300	Publiseñales
SUMAS		75,977,766	64,338,664	140,316,430	

En la información proporcionada se incluyen las convocatorias, las bases, el presupuesto, el catálogo de conceptos, el programa financiero de obra, la explosión de insumos, el análisis de costos indirectos y de financiamiento de las etapas 1ª y 2ª de la construcción del paso a desnivel. También se proporcionó información sobre la adjudicación de suministro de concreto. El resto de los concursos relacionados con el proyecto son de estudios y trabajos preliminares, control de obra y señalización, y no se afecta su costo por las reducciones del calendario al no considerarse como parte de las actividades críticas que implican el cierre de carriles. Con estos datos se obtuvo el presupuesto global del proyecto y en la tabla 4.9 se presentan los componentes de este presupuesto reagrupados de la manera en que se van a analizar.

Tabla 4.9 Componentes del presupuesto global

COMPONENTE	IMPORTE	% cascada
Actividades previas y diseños	11,705,386	
Actividades de apoyo en obra	5,939,744	
Señalética y semaforización	3,227,270	
Concreto	20,968,538	
Materiales	53,115,799	
Mano de obra	17,849,383	
Maquinaria y equipo	12,435,397	
Indirecto de oficina central	1,795,581	2.2%
Indirecto de campo	2,218,092	2.7%
Costo de financiamiento	633,466	0.7%
Utilidad	10,427,775	11.8%
SUMA TOTAL	140,316,430	

Construcción etapas 1 y 2

Se revisaron los componentes de los presupuestos contratados para las primeras dos etapas, en función a su sensibilidad para afectarse por los cambios al calendario, observando lo siguiente:

Materiales: Todos se cotizan por unidades con dimensiones físicas (m^1 , m^2 , m^3 , lt), de conteo (pza, jgo, lote) o de peso, por lo que su rendimiento y cantidades no se afectan con los recortes del calendario. Un caso especial es el del concreto que requiere un determinado tiempo de fraguado para que se pueda continuar con la siguiente actividad programada. Debido a que no se cuenta con un calendario de obra con ruta crítica ni actividades ligadas, no se pueden identificar las actividades afectadas en las que interviene el concreto. De esta manera, se va a considerar un sobre costo global proponiendo concretos de resistencia rápida a 7 ó 14 días en vez del concreto de fraguado normal a 28 días. Se calcularon los factores de sobre costo para los precios actuales proporcionados por CEMEX obteniendo a 7 días, 1.077 y a 14 días, 1.046. En un documento proporcionado por SEDEUR se identificó que el concreto programado para obra es de $f_c = 250/cm^2$, TMA $\frac{3}{4}$ ", RN, Rev.12-14 bombeable, y se pudo calcular a un precio de \$ 810.75/ m^3 .

Mano de obra: El análisis se revisó en el capítulo anterior obteniendo bajas de rendimiento, incremento de turnos y de horas, lo que ocasiona un sobre costo. A final de cuentas este componente es el que permite acelerar los calendarios.

Maquinaria y equipo: Si son rentados y cuentan con horómetro, la costumbre indica que la renta se cobra por 200 horas o 30 días, lo que ocurra primero. Con el recorte de calendarios,

las máquinas se van a pagar por rentas horarias, inclusive si son máquinas propias, el desgaste y los consumos también se cuantifican por horas trabajadas. Otra situación que se puede presentar es en los equipos, herramientas y cimbras que se rentan por día, donde se genera un ahorro al trabajar más horas y por desocuparlas antes de lo previsto. La operación de la maquinaria se afecta en la misma proporción que la baja de rendimiento de la mano de obra. Para estas situaciones no se tiene suficiente información con la que se puedan cuantificar los ahorros y los sobrecostos, y por otro lado, se puede considerar que estas diferencias tanto positivas como negativas se compensan y por lo tanto la afectación al costo del proyecto no es considerable. Un caso especial es el tema de la iluminación para las jornadas nocturnas, por lo que se va a considerar la renta de seis torres de iluminación por toda la duración de la obra

Indirectos: Los que son de oficina central se calculan en función del costo directo de la obra por lo que en primera instancia su incremento va en la misma proporción en que se modifiquen los costos directos de la obra. También se pudieran revisar con la idea de que al ejecutar la obra más rápido, en el tiempo ahorrado, la empresa constructora estaría disponible para ejecutar otras obras, lo que aumentaría su capacidad de facturación con los mismos costos de oficina central; pero por no encontrarse en los alcances de esta tesis, se conservan los indirectos de oficina central proporcionales al costo directo de la obra. Los que son de campo presentan las siguientes variaciones: los honorarios de residentes, topógrafos, choferes y ayudantes se incrementan en la misma proporción en que se modifique el rendimiento de la mano de obra debido a la baja de rendimiento; las rentas y depreciaciones de oficinas y campamentos pudieran generar un ahorro que no se considera representativo; los gastos de oficina de obra, seguros y fianzas, y fletes y acarreos se conservan igual. Debido a que los indirectos de campo representan una pequeña proporción del costo del proyecto, para evitar desviarse del tema central y hacer cálculos rápidos, se considera que la mitad de los indirectos de campo son por conceptos de honorarios y se incrementan según los factores de sobrecosto vistos en el capítulo anterior; la otra mitad de los indirectos de campo se conserva igual.

Costo por financiamiento: Si el periodo para presentar las estimaciones y pagarlas se reduce en la misma medida en que se acelera la obra, este costo se conserva sin cambios ya que los importes a financiar crecen en la misma proporción en que se reduce el tiempo de financiamiento, por lo que el pago de intereses va a ser el mismo.

Utilidad: se conserva proporcional a la suma de costos directos, indirectos y financiamiento de la obra. En estricto sentido financiero, el hecho de recibir este dinero antes de lo previsto, implica que se pueda invertir esa utilidad y crezca; pero por estar fuera del alcance de esta

tesis y no considerarse representativo este incremento, el importe de la utilidad se no se modifica.

En la tabla 4.10 se presentan los resultados de la afectación de los costos para cada alternativa, donde se demuestra que en el caso más crítico el costo sólo se aumenta en un 14% respecto al presupuesto original y de manera contraria el tiempo se puede reducir hasta en una tercera parte de la duración real de 10 meses.

Tabla 4.10 Costos del proyecto para cada alternativa

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4	Alternativa 5
Duración (meses)	5.5	4.0	5.6	3.5	8.7
Actividades previas y diseños	11,705,386	11,705,386	11,705,386	11,705,386	11,705,386
Actividades de apoyo en obra	5,939,744	5,939,744	5,939,744	5,939,744	5,939,744
Señalética y semaforización	3,227,270	3,227,270	3,227,270	3,227,270	3,227,270
Concreto	21,936,569	22,592,862	21,936,569	22,592,862	21,936,569
Materiales	53,115,799	53,115,799	53,115,799	53,115,799	53,115,799
Mano de obra	21,037,947	22,816,788	19,459,854	23,957,055	32,245,389
Maquinaria y equipo	12,864,923	12,745,960	12,873,805	12,705,259	13,114,980
Indirecto de oficina central	1,873,477	1,909,213	1,839,692	1,932,887	2,120,152
Indirecto de campo	2,521,029	2,686,638	2,375,105	2,796,217	3,675,198
Costo de financiamiento	662,445	675,932	649,771	684,866	755,625
Utilidad	10,904,812	11,126,840	10,696,181	11,273,905	12,438,703
SUMA TOTAL	145,789,401	148,542,432	143,819,176	149,931,250	160,274,816

4.4. CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE NETO DEL PROYECTO

Se va a analizar el Valor Presente Neto (VPN) del Beneficio Social considerando los flujos a 20 años de los costos (construcción, molestias durante obra y mantenimiento anual) y de los beneficios (costo social de la "situación sin proyecto" menos el costo social de la "situación con proyecto") tomando en cuenta un crecimiento anual de los aforos del 2.3% y las adecuadas tasas del valor del dinero en el tiempo; estos parámetros se toman igual los utilizados por BANOBRAS en el estudio de factibilidad proporcionado por SEDEUR. Además se considera un 4% por inflación anual que afecta los costos de mantenimiento. En la tabla 4.11 se presenta el planteamiento de los flujos financieros con los datos de entrada considerados por BANOBRAS con el fin de validar el cálculo del Valor Presente Neto, el cual resultó aceptable.

Tabla 4.11 Flujos financieros del proyecto, con los datos de BANOBRAS

(importes en miles de pesos)

Duración 8.0 meses

Tasa	Año	Construcción	Molestias	Beneficios	Mantenimiento	Flujo	VPN acum	
16%	2004	0	- 85,200	- 24,100	17,741	- 130	- 91,690	317,642
16%	2005	1			54,454	- 407	54,047	474,825
14%	2006	2			55,714	- 423	55,290	488,103
14%	2007	3			57,003	- 440	56,563	493,406
14%	2008	4			58,322	- 458	57,864	498,001
14%	2009	5			59,671	- 476	59,195	501,756
14%	2010	6			61,052	- 495	60,557	504,519
14%	2011	7			62,465	- 515	61,950	506,116
12%	2012	8			63,910	- 535	63,375	506,349
12%	2013	9			65,389	- 557	64,833	496,131
12%	2014	10			66,902	- 579	66,323	483,055
12%	2015	11			68,451	- 602	67,848	466,739
12%	2016	12			70,034	- 626	69,408	446,758
12%	2017	13			71,655	- 651	71,004	422,631
12%	2018	14			73,313	- 677	72,636	393,823
12%	2019	15			75,010	- 705	74,305	359,730
12%	2020	16			76,745	- 733	76,013	319,676
12%	2021	17			78,521	- 762	77,759	272,902
12%	2022	18			80,338	- 792	79,546	218,560
12%	2023	19			82,197	- 824	81,373	155,696
12%	2024	20			84,099	- 857	83,242	83,242

Beneficio año cero 53,222

Inflación anual 4%

Tasa de Crecimiento 2.31%

TIR 61%

VALIDACIÓN DEL CÁLCULO DEL VPN

VPN calculado por BANOBRAS	331,931
VPN calculado en este estudio	317,642
Relación método propio/BANOBRAS	0.96

En la tabla 4.12 se muestra el flujo financiero con las condiciones reales del proyecto respecto al costo de la obra y la duración del cierre de carriles centrales, el cual viene a afectar el importe de las molestias. La proyección de aforos viales, que está ligada con el cálculo de los beneficios, permanece igual; y respecto al mantenimiento, se podría manejar como un porcentaje del costo de la obra, pero por falta de información, se adopta una postura conservadora y se mantiene igual que en el flujo financiero con los datos de BANOBRAS. En la columna "Flujo" se presenta la sumatoria de ese año (positivo significa ingreso y negativo es egreso); la columna "VPN acum" muestra la actualización del valor del dinero acumulado de los flujos partiendo del año 20 hasta llegar al año cero, según la tasa correspondiente.

Tabla 4.12 Flujos financieros del proyecto, con las condiciones reales

(importes en miles de pesos)

Duración 10.0 meses

Tasa	Año	Construcción	Molestias	Beneficios	Mantenimiento	Flujo	VPN acum
16%	2004	0 - 140,316	- 831,261	18,622	- 66	- 953,021	- 103,878
16%	2005	1		112,475	- 407	112,068	985,007
14%	2006	2		115,077	- 423	114,654	1,012,609
14%	2007	3		117,740	- 440	117,300	1,023,669
14%	2008	4		120,465	- 458	120,007	1,033,261
14%	2009	5		123,252	- 476	122,776	1,041,109
14%	2010	6		126,104	- 495	125,609	1,046,899
14%	2011	7		129,022	- 515	128,507	1,050,271
12%	2012	8		132,008	- 535	131,472	1,050,810
12%	2013	9		135,062	- 557	134,506	1,029,658
12%	2014	10		138,188	- 579	137,609	1,002,571
12%	2015	11		141,386	- 602	140,783	968,758
12%	2016	12		144,657	- 626	144,031	927,331
12%	2017	13		148,005	- 651	147,353	877,297
12%	2018	14		151,429	- 677	150,752	817,537
12%	2019	15		154,933	- 705	154,229	746,799
12%	2020	16		158,519	- 733	157,786	663,678
12%	2021	17		162,187	- 762	161,425	566,600
12%	2022	18		165,940	- 792	165,147	453,796
12%	2023	19		169,780	- 824	168,955	323,287
12%	2024	20		173,708	- 857	172,851	172,851

TIR 12%

Los flujos financieros para las cinco alternativas de recorte de calendario se revisan con los mismos datos que en la corrida anterior con la única diferencia en el año cero por el costo de construcción que varía ligeramente y el costo de las molestias, que está en función directa del tiempo de la obra; la entrega rápida del proyecto también afecta que ese mismo año ya haya beneficios y mantenimiento. En los veinte años restantes los beneficios y el mantenimiento se mantienen igual en las cinco alternativas al no cambiar el diseño del paso a desnivel. Por cuestión práctica, se presentan los flujos financieros de las cinco alternativas únicamente para el año cero que es en el que cambian los importes. Ver las tablas 4.13 a 4.17.

Tabla 4.13 Flujos financieros del proyecto, con la alternativa 1

(importes en miles de pesos)

Duración 5.5 meses

Tasa	Año	Construcción	Molestias	Beneficios	Mantenimiento	Flujo	VPN acum
16%	2004	0 - 145,789	- 459,260	59,484	- 212	- 545,777	303,367

65814

Tabla 4.14 Flujos financieros del proyecto, con la alternativa 2

(importes en miles de pesos)								Duración 4.0 meses	
Tasa	Año	Construcción	Molestias	Beneficios	Mantenimiento	Flujo	VPN acum		
16%	2004	0	- 148,542	- 332,062	73,456	- 261	- 407,409	441,734	

Tabla 4.15 Flujos financieros del proyecto, con la alternativa 3

(importes en miles de pesos)								Duración 5.6 meses	
Tasa	Año	Construcción	Molestias	Beneficios	Mantenimiento	Flujo	VPN acum		
16%	2004	0	- 143,819	- 468,756	58,441	- 208	- 554,342	294,801	

Tabla 4.16 Flujos financieros del proyecto, con la alternativa 4

(importes en miles de pesos)								Duración 3.5 meses	
Tasa	Año	Construcción	Molestias	Beneficios	Mantenimiento	Flujo	VPN acum		
16%	2004	0	- 149,931	- 288,543	78,236	- 278	- 360,517	488,627	

Tabla 4.17 Flujos financieros del proyecto, con la alternativa 5

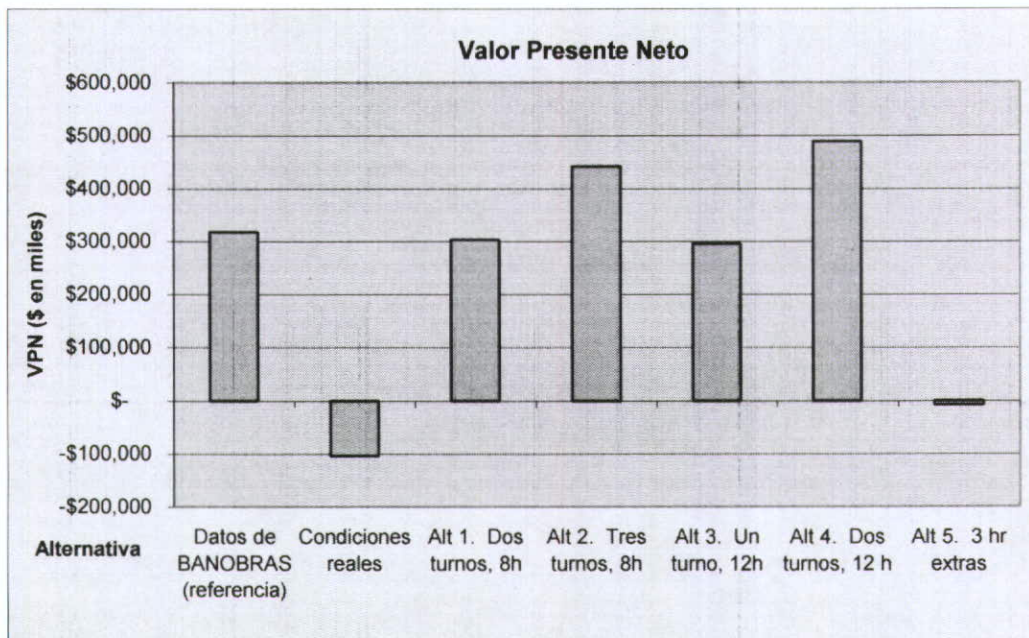
(importes en miles de pesos)								Duración 8.7 meses	
Tasa	Año	Construcción	Molestias	Beneficios	Mantenimiento	Flujo	VPN acum		
16%	2004	0	- 160,275	- 726,627	30,116	- 107	- 856,893	7,749	

En la tabla 4.18 y en la gráfica 4.1 se muestra la comparativa de los Valores Actuales Sociales (VPN) y las Tasas Internas de Rendimiento (TIR). Debido a que las alternativas son excluyentes entre sí, se debe tomar la que arroje el mayor Valor Actual Neto. Los valores de la TIR se ponen únicamente de referencia, porque no siempre son válidos para la toma de decisiones (Brealey, 1996). En este caso, los valores con los datos de BANOBRAS aparentan ser atractivos, pero no son comparables con los demás valores por la razón mencionada en el capítulo 3, que no considera el adecuado costo de las molestias.

Tabla 4.18 Valor Presente Neto (miles de pesos) y Tasa Interna de Rendimiento

ALTERNATIVA	VPN	TIR	Meses
Datos de BANOBRAS (referencia)	\$ 317,642	61%	8.0
Condiciones reales	-\$ 103,878	12%	10.0
Alt 1. Dos turnos, 8h	\$ 303,367	22%	5.5
Alt 2. Tres turnos, 8h	\$ 441,734	30%	4.0
Alt 3. Un turno, 12h	\$ 294,801	22%	5.6
Alt 4. Dos turnos, 12 h	\$ 488,627	33%	3.5
Alt 5. 3 hr extras	-\$ 7,749	14%	8.7

Volviendo a la tabla de resultados, lo primero que resalta es que el valor para las condiciones reales de la obra es negativo. En estricto sentido financiero, de haber conocido este dato antes de empezar la obra, no se hubiera aceptado el proyecto por arrojar resultados negativos. Esto significa, que los beneficios a 20 años no son suficientes para cubrir el costo de las molestias y de la construcción, considerando el correspondiente valor del dinero en el tiempo. Por otro lado, se encuentra que el mayor valor se obtiene con la alternativa 4 que consiste en trabajar doble jornada de 12 horas durante cuatro días y luego cambiar de cuadrillas los siguientes cuatro días. En la alternativa 5 se demuestra que trabajar horas extras ocasiona la mayor baja de rendimiento, el mayor sobrecosto en la mano de obra y el menor recorte de calendario, por lo que es la alternativa menos recomendable.



Gráfica 4.1. Comparativa del Valor Actual Neto Social

4.5. OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

Es evidente que entre la revisión de factibilidades de BANOBRAS y la ejecución de la obra se perdió el sentido del tiempo por las diferencias encontradas en este estudio que resultaron muy contrastantes, y lo más importante que hay que indicar es la pérdida de tiempo que sufrieron los ciudadanos por las rutas de desvío que difícilmente van a poder recuperar en 20 años.

Entre los datos proporcionados por SEDEUR se encontró que la empresa que ganó el concurso para construir la primera etapa hizo su propuesta de ejecución en 65 días en vez de los 90 días que se solicitaban en las bases del concurso; se desconoce si este factor tuvo peso al momento de asignar la obra. Lamentablemente esos 25 días de ahorro se convirtieron en 78 días de retraso entre la fecha propuesta para acabar la primera etapa y el inicio de la segunda etapa (ver tabla 4.1).

De las tablas proporcionadas en el estudio de factibilidad elaborado por BANOBRAS se comenta el cuadro 3.21 presentado en el anexo 1 que contiene el monto de la inversión social. En dicha tabla, por medio de factores de corrección se disminuye el costo de la obra de 85 millones a 70 millones. Por una parte, se desconocen los factores usados, y por otro lado, no se comprende cómo influye este valor en los cálculos, ya que a final de cuentas lo que resulta relevante es el importe que se paga por la obra. Otro cuadro a comentar es el 3.23, que propone el momento óptimo de entrada en operación del paso a desnivel; de aquí se desconoce la procedencia de los datos de "anualidad de la inversión"; por otro lado, menciona el estudio de factibilidad que a la fecha de elaboración (2004), el momento óptimo de entrada ya ha sido rebasado, por lo que se la inversión tendría que hacerse en el año 2004, lo cual se interpreta como la autorización para iniciar los trámites de la obra.

Entre otras alternativas también se revisó la situación de trabajar los días festivos y los fines de semana pero no se continuó este análisis al ver que los resultados eran parecidos a los de trabajar horas extras, los menos favorables de las alternativas. Una mejora que no se pudo analizar por falta de información de la planeación de la obra a detalle, fue el incremento de recursos humanos y de maquinaria en el área de trabajo, el cual tendría un efecto similar a las alternativas analizadas. Otros temas que se dejan como líneas para futuras investigaciones son el uso de tecnologías que permitan agilizar la obra como por ejemplo del uso de tablaestaca metálica en vez de pilas que inclusive analizó la propia dependencia en su momento y por causas desconocidas no se llevó a cabo.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES

Después de hacer el análisis detallado y sustentado de los flujos financieros del proyecto, se aceptó la hipótesis planteada:

“Si las obras viales se trabajan en un régimen de dobles turnos, el valor presente neto del proyecto aumenta”.

La simulación del recorte del calendario de obra que arrojó mayores beneficios fue la alternativa 4, que considera doble jornada de 12 horas por cuatro días continuos, con un valor presente neto \$488,627,066 y una TIR de 33% contrastando con el VPN de -\$103,877,575 y la TIR de 12% con las condiciones reales del proyecto sin aceleración. Esto implica que en porcentajes, es casi tres veces más rentable ejecutar la obra en menor tiempo aunque se incurran en mayores gastos de mano de obra por baja de rendimientos y aumento de costos directos del concreto por el uso de aditivos acelerantes. Otra contribución de este trabajo es la implicación de costos por las molestias causadas a los ciudadanos por rutas de desvío y menores velocidades que el método VOCMEX no considera de manera adecuada; en este caso el estudio realizado por BANOBRAS contempla un costo de 24.1 millones de pesos comparado contra el valor calculado en esta investigación de 834.0 millones de pesos por los diez meses que duraron cerrados los carriles centrales. Se está conciente que el recorte del calendario de obra no siempre va a resultar benéfico para el proyecto, una excesiva reducción del tiempo de ejecución ocasionaría altos costos de obra. Un siguiente paso consistiría en elaborar un método para obtener el punto de máximo beneficio.

La implementación de un sistema de recorte de calendario como éste, pudiera tener la desventaja de la resistencia al cambio cultural y de que la obra se salga de control si no se coordina el personal de manera adecuada; por lo mismo, no se propone como la única solución. En base a esto, la presente investigación sirvió para demostrar que este tipo de obras viales se deben ejecutar lo más rápido posible para darle el mayor beneficio a la sociedad. Otras opciones para acelerar la obra pueden ser la implementación de nuevas

tecnologías, la planeación de la obra con más frentes de trabajo, el incremento del número de cuadrillas dentro del mismo turno, etc.

Se pueden tomar como muestra las técnicas que se emplean en países más industrializados para tomar decisiones para asignar proyectos. El hecho de que BANOBRAS apruebe la construcción de un proyecto, debe significar que la dependencia encargada de ejecutarla nunca pierda de vista los parámetros con los que se hizo el planteamiento inicial o inclusive que busque mejorarlos. Por lo mismo, cabría hacer un replanteamiento en la Ley de Obra Pública de manera que para cada propuesta de concurso de obra pública se integre el costo y el tiempo a los flujos financieros del proyecto para identificar el Valor Presente Neto mayor; otra opción consiste en incluir otros "sistemas de entrega de proyecto" y usar un método puntuable en el que se ponderen las diferentes condiciones que propone cada concursante y seleccionar la que ofrezca el máximo beneficio en conjunto, como se revisó en el marco teórico.

Desde el planteamiento original de BANOBRAS hasta el término de la construcción se encontraron las siguientes diferencias:

- Las longitudes de las vialidades que propone BANOBRAS para los estudios incluyen únicamente las que se encuentran en el área inmediata del túnel, y no las que se afectaron durante la construcción del túnel.
- El costo de las molestias durante la obra que considera BANOBRAS resulta simbólico, no está calculado con la misma proporción que los beneficios.
- La duración de construcción propuesta por BANOBRAS de 8 meses no se respetó.
- El costo de obra propuesto por BANOBRAS de 85 millones pasó a 140 millones de pesos.
- Los concursos asignados por SEDEUR por 76 millones terminaron ampliándose a 140 millones de pesos.

De los aspectos anteriores, la duración de construcción es el factor que tiene el brazo de palanca más grande, lo que significa que con pequeños cambios en el tiempo de ejecución, se ocasionan grandes cambios en el Valor Presente Neto del proyecto debidos principalmente a las molestias durante las obras.

Lo que es importante remarcar es que la forma de cómo se planeó y ejecutó este proyecto, debe servir de aprendizaje para que futuros proyectos sean llevados a mejores términos. Además del tiempo de ejecución se deben tomar en cuenta detalles como por ejemplo el cierre

de carriles para usarlos como bodega; la mejor coordinación con la Secretaría de Vialidad y Transporte para el cierre de carriles; la efectiva comunicación a los ciudadanos de las fechas de cierre de carriles y difusión de las rutas alternas; consulta previa con los ciudadanos sobre el alcance y beneficios del proyecto, para evitar detenciones de la obra por inconformidades con el diseño o la resistencia a la reubicación de árboles.

Como líneas para futuras investigaciones se plantean:

- La adecuación del método VOCMEX a las condiciones urbanas o la elaboración de un método nuevo para calcular los costos involucrados en el tránsito de un cruce urbano.
- La elaboración de un método para encontrar el máximo beneficio de los costos de un proyecto al variar el tiempo de ejecución.
- La investigación de las diversas causas de retraso en la construcción de la obra del paso a desnivel.
- La investigación de las causas del incremento del monto de los contratos de los concursos asignados.
- Las afectaciones durante la obra sobre las ventas de los comercios de la zona.
- La afectación por las emisiones de hidrocarburos por los vehículos a la atmósfera.
- Las incomodidades a los vecinos por el tráfico que se desvía por las calles donde viven.
- Las incomodidades a los vecinos por los ruidos que genera la obra.

BIBLIOGRAFÍA

BANOBRAS, (2004), "Evaluación de la Construcción del Paso a Desnivel en la Avenida Adolfo López Mateos y Av. Las Rosas", pp. 17-31.

Brealey, Richar & Myers, Steward, (1996), "Principles of Corporate Finance", McGraw-Hill, Fifth Edition, pp. 94-113.

Dozzi, S.P. & AbouRizk, S.M., (1993), "Human Factors and Productivity Improvement", Productivity in Construction, Institute for Research in Construction, pp. 18-21.

Fontaine, Ernesto (1999), "Evaluación Social de Proyectos", Editorial Alfaomega, pp. 21-33, 81-83, 271-275.

Govea, Jesús (2001), "Evaluación Social de Proyectos: Una Experiencia Exitosa en la Universidad Autónoma de Guadalajara", Federalismo y Desarrollo editado por Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, Nueva época, Núm 71. Julio-Agosto-Septiembre de 2001, pp. 37-36.

Hanna, Awad & Sullivan, Kenneth, (2004), "Impact of Overtime on Construction Labor Productivity", Cost Engineering, Vol. 46, N° 4, Abril 2004, pp. 20-27.

Hassanein, Ahmed & Moselhi, Osama, (2004), "Accelerating Linear Projects", Construction Management and Economics, Vol. 23, Mayo 2005, pp. 377-385.

"Ley de Obra Pública del Estado de Jalisco", (2004)
<http://www.congresoajalisco.gob.mx/Servicios/BibVirtual/vivliovirtual.cfm>

"Ley de Transparencia e Información Pública del Estado de Jalisco", (2002)
http://portaleducativo.jalisco.gob.mx/N_Sociedad/ltip.html

"Ley Federal del Trabajo" (1998), Editorial Porrúa, 79° edición actualizada, pp. 55-59.

Martínez, Roberto, (2001), "Evaluación Socioeconómica de Proyectos", Federalismo y Desarrollo editado por Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, Nueva época, Núm. 71. Julio a Septiembre de 2001, pp. 4-25.

Oyetunji, Adetokunbo & Anderson, Stuart, (2006), "Relative Effectiveness of Project Delivery and Contract Strategies", Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol. 132, N°1, Enero 06, pp. 3-12.

Serpell, Alfredo (2002), "Administración de Operaciones de Construcción", Editorial Alfaomega, pp. 211-218.

Vanegas, Jorge (2005), Apuntes de clase Planeación y Programación de Proyectos, Maestría en Administración de la Construcción, Universidad Panamericana, Sede Guadalajara, México.

Velasco, Gerardo (2001), "Sistema del Marco Lógico: Formulación, Diseño, y Control de Proyectos", Federalismo y Desarrollo editado por Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, Nueva época, Núm. 71. Julio a Septiembre de 2001. pp. 26-36.

<http://sedeur.jalisco.gob.mx/>

<http://www.banobras.gob.mx/Banobras>

<http://www.inegi.gob.mx/>

<http://www.milenio.com/guadalajara/milenio/default.html>

<http://www.mural.com/>

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOCIOECONÓMICA POR BANOBRAS

Cuadro 3.1 Monto de inversión privada (pesos de junio de 2004, IVA incluido)

Concepto	Monto
Materiales	30,400,000
Mano de obra	18,400,000
Maquinaria y equipo	13,600,000
Indirectos	17,600,000
Supervisión y control	4,000,000
Proyecto	1,200,000
Total	85,200,000

Cuadro 3.2 Características de cada avenida

Avenida	Longitud (km)	Número Carriles
Av. LM carriles centrales y laterales	0.652	8
Av. Las Rosas Ote-Pte	0.100	4
Av. Las Rosas Pte-Ote	0.250	4
12 de Diciembre Pte-Ote	0.250	2
Av. Cubilete Ote-Pte	0.200	4
Av. Cubilete Pte-Ote	0.200	4

Cuadro 3.3 Tránsito promedio Diario en la Av. Adolfo López Mateos (carriles en ambos sentidos en el periodo sin congestión)

Tramo	Carriles centrales	Carriles laterales		
		Las Rosas	12 Dic	Cubilete
Automóvil	9,076	4,837	4,754	4,466
Autobús	-	430	258	256
Cam. unitario	86	292	184	169
Camión artic.	-	-	-	-
Total	9,162	5,559	5,196	4,891

Cuadro 3.4 Tránsito promedio Diario en las Avenidas Las Rosas, 12 de Diciembre y Cubilete en el periodo sin congestión

Tramo	Las Rosas		12 Dic	Cubilete	
	Ote-Pte	Pte-Ote	Pte-Ote	Ote-Pte	Pte-Ote
Automóvil	1,395	1,495	1,215	800	999
Autobús	-	-	10	-	-
Cam. unitario	37	12	31	23	38
Camión artic.	-	-	-	-	-
Total	1,432	1,507	1,256	823	1,037

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOCIOECONÓMICA POR BANOBRAS

Cuadro 3.5 Tránsito promedio Diario en la Av. Adolfo López Mateos (carriles en ambos sentidos en el periodo con congestión)

Tramo	Carriles centrales	Carriles laterales		
		Las Rosas	12 Dic	Cubilete
Automóvil	52,664	28,068	27,584	25,916
Autobús	-	2,494	1,497	1,485
Cam. unitario	501	1,697	1,068	980
Camión artic.	-	-	-	-
Total	53,165	32,259	30,149	28,381

Cuadro 3.6 Tránsito promedio Diario en las Avenidas Las Rosas, 12 de Diciembre y Cubilete en el periodo con congestión

Tramo	Las Rosas		12 Dic	Cubilete	
	Ote-Pte	Pte-Ote	Pte-Ote	Ote-Pte	Pte-Ote
Automóvil	8,096	8,678	7,049	4,643	5,794
Autobús	-	-	58	-	-
Cam. unitario	216	70	183	134	223
Camión artic.	-	-	-	-	-
Total	8,312	8,748	7,290	4,777	6,017

Cuadro 3.7 a) Velocidades promedio por tipo de vehículo en la Av. Adolfo López Mateos (km/hr)

Tramo	Periodo sin congestión			
	Carriles centrales	Carriles laterales		
		Las Rosas	12 Dic	Cubilete
Automóvil	40	40	40	40
Autobús	0	30	30	30
Cam. unitario	35	30	30	30
Camión artic.	0	0	0	0

Cuadro 3.7 b) Velocidades promedio por tipo de vehículo en la Av. Adolfo López Mateos (km/hr)

Tramo	Periodo con congestión			
	Carriles centrales	Carriles laterales		
		Las Rosas	12 Dic	Cubilete
Automóvil	13a20	17	15	13
Autobús	0	13	10	10
Cam. unitario	10a15	13	10	10
Camión artic.	0	0	0	0

Cuadro 3.8 Costos Generalizados de Viaje en la Av. Adolfo López Mateos (Carriles de ambos sentidos) en la situación actual, periodo sin congestión (\$/veh)

Tramo	Carriles centrales	Carriles laterales		
		Las Rosas	12 Dic	Cubilete
Automóvil	1.770	0.415	0.380	0.461
Autobús	-	3.556	3.254	3.951
Cam. unitario	4.055	1.017	0.931	1.131
Camión artic.	-	-	-	-

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOCIOECONÓMICA POR BANOBRAS

Cuadro 3.9 Costos Generalizados de Viaje en las avenidas Las Rosas, 12 de Diciembre y Cubilete, situación actual, periodo sin congestión (\$/veh)

Tramo	Las Rosas		12 Dic	Cubilete	
	Ote-Pte	Pte-Ote	Pte-Ote	Ote-Pte	Pte-Ote
Automóvil	0.325	0.812	0.812	0.650	0.650
Autobús	2.554	6.386	6.386	5.108	5.108
Cam. unitario	0.723	1.809	1.809	1.447	1.447
Camión artic.	-	-	-	-	-

Cuadro 3.10 Costos Generalizados de Viaje en la Av. López Mateos (Carriles de ambos sentidos) en la situación actual, periodo con congestión (\$/veh)

Tramo	Carriles centrales	Carriles laterales		
		Las Rosas	12 Dic	Cubilete
Automóvil	3.782	0.828	0.845	1.132
Autobús	-	7.590	8.253	10.021
Cam. unitario	7.298	1.649	1.715	2.082
Camión artic.	-	-	-	-

Cuadro 3.11 Costos Generalizados de Viaje en las avenidas Las Rosas, 12 de Diciembre y Cubilete en el periodo con congestión (\$/veh)

Tramo	Las Rosas		12 Dic	Cubilete	
	Ote-Pte	Pte-Ote	Pte-Ote	Ote-Pte	Pte-Ote
Automóvil	0.689	1.723	1.723	1.750	1.750
Autobús	6.362	15.906	15.906	9.928	9.928
Cam. unitario	1.323	3.307	3.307	2.204	2.204
Camión artic.	-	-	-	-	-

Cuadro 3.12 a) Costo de circulación anual en la situación actual (miles de pesos)

Tramo	L ó p e z M a t e o s				Total
	Carriles centrales	Carriles laterales			
		Las Rosas	12 Dic	Cubilete	
Automóvil	97,667	16,703	10,436	12,763	
Autobús	-	12,820	5,322	6,351	
Cam. unitario	1,669	1,530	823	905	
Camión artic.	-	-	-	-	
Suma	99,336	31,053	16,581	20,019	166,989

Cuadro 3.12 b) Costo de circulación anual en la situación actual (miles de pesos)

Tramo	Las Rosas		12 Dic	Cubilete		Total
	Ote-Pte	Pte-Ote	Pte-Ote	Ote-Pte	Pte-Ote	
Automóvil	10,403	14,683	6,807	4,894	6,054	
Autobús	-	-	492	-	-	
Cam. unitario	295	151	303	176	292	
Camión artic.	-	-	-	-	-	
Suma	10,698	14,834	7,602	5,070	6,346	44,550
Acumulado de ambos cuadros: López Mateos y avenidas que cruzan						211,539

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOCIOECONÓMICA POR BANOBRAS

Cuadro 3.13a. Costo de circulación anual en la situación sin proyecto (miles de pesos)

Tramo	L ó p e z M a t e o s				Total
	Carriles centrales	Carriles laterales			
		Las Rosas	12 Dic	Cubilete	
Automóvil	89,784	15,483	9,447	11,678	
Autobús	-	11,904	4,722	5,628	
Cam. unitario	1,584	1,396	735	807	
Camión artic.	-	-	-	-	
Suma	91,368	28,783	14,904	18,113	153,168

Cuadro 3.13b. Costo de circulación anual en la situación sin proyecto (miles de pesos)

Tramo	Las Rosas		12 Dic	Cubilete		Total
	Ote-Pte	Pte-Ote		Ote-Pte	Pte-Ote	
Automóvil	10,403	14,683	6,807	4,894	6,054	
Autobús	-	-	492	-	-	
Cam. unitario	295	151	303	176	292	
Camión artic.	-	-	-	-	-	
Suma	10,698	14,834	7,602	5,070	6,346	44,550
Acumulado de ambos cuadros: López Mateos y avenidas que cruzan						197,718

Cuadro 3.14. Características del paso a desnivel de López Mateos en la situación con proyecto

Concepto	Valor
Longitud	0.65
Número de carriles	4
Índice de rugosidad (m/km)	2.5
Pendiente ascendente (%)	1.0
Pendiente descendente(%)	1.0
Proporción ascendente (%)	50
Curvatura	0

Cuadro 3.15 Velocidades promedio en la situación con proyecto en el paso a desnivel (km/hr)

Periodo	Sin congestión	Con congestión
Automóvil	55	40
Autobús	0	0
Cam. unitario	45	30
Camión artic.	0	0

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOCIOECONÓMICA POR BANOBRAS

Cuadro 3.16 Costos Generalizados de Viaje en la Av. López Mateos (Carriles ambos sentidos) en la situación con proyecto, periodo sin congestión (\$/veh)

Tramo	Carriles centrales	Carriles laterales		
		Las Rosas	12 Dic	Cubilete
Automóvil	1.346	0.394	0.360	0.437
Autobús	-	3.350	3.060	3.722
Cam. unitario	3.203	0.936	0.856	1.040
Camión artic.	-	-	-	-

Cuadro 3.17 Costos Generalizados de Viaje en las avenidas Las Rosas, 12 de Diciembre y Cubilete, situación con proyecto, periodo sin congestión (\$/veh)

Tramo	Las Rosas		12 Dic	Cubilete	
	Ote-Pte	Pte-Ote	Pte-Ote	Ote-Pte	Pte-Ote
Automóvil	0.325	0.325	0.812	0.650	0.650
Autobús	2.554	2.554	6.386	5.108	5.108
Cam. unitario	0.723	0.723	1.809	1.447	1.447
Camión artic.	-	-	-	-	-

Cuadro 3.18 Costos Generalizados de Viaje en la Av. López Mateos (Carriles ambos sentidos) en la situación con proyecto, periodo con congestión (\$/veh)

Tramo	Carriles centrales	Carriles laterales		
		Las Rosas	12 Dic	Cubilete
Automóvil	1.694	0.713	0.750	1.022
Autobús	-	6.620	7.187	8.727
Cam. unitario	3.833	0.936	1.502	1.824
Camión artic.	-	-	-	-

Cuadro 3.19 Costos Generalizados de Viaje en las avenidas Las Rosas, 12 de Diciembre y Cubilete, situación con proyecto, periodo sin congestión (\$/veh)

Tramo	Las Rosas		12 Dic	Cubilete	
	Ote-Pte	Pte-Ote	Pte-Ote	Ote-Pte	Pte-Ote
Automóvil	0.689	0.689	1.723	1.750	1.750
Autobús	6.362	6.362	15.906	9.928	9.928
Cam. unitario	1.323	1.323	3.307	2.204	2.204
Camión artic.	-	-	-	-	-

Cuadro 3.20 a) Costo de circulación anual en la situación con proyecto (miles de pesos)

Tramo	L ó p e z M a t e o s				Total
	Carriles centrales	Carriles laterales			
		Las Rosas	12 Dic	Cubilete	
Automóvil	37,021	15,483	9,447	11,678	
Autobús	-	11,904	4,722	5,628	
Cam. unitario	801	1,396	735	807	
Camión artic.	-	-	-	-	
Suma	37,822	28,783	14,904	18,113	99,622

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOCIOECONÓMICA POR BANOBRAS

Cuadro 3.20 b) Costo de circulación anual en la situación con proyecto (miles de pesos)

Tramo	Las Rosas		12 Dic Pte-Ote	Cubilete		Total
	Ote-Pte	Pte-Ote		Ote-Pte	Pte-Ote	
Automóvil	10,403	14,683	6,807	4,894	6,054	
Autobús	-	-	492	-	-	
Cam. unitario	295	151	303	176	292	
Camión artic.	-	-	-	-	-	
Suma	10,698	14,834	7,602	5,070	6,346	44,550
Acumulado de ambos cuadros: López Mateos y avenidas que cruzan						144,172

Cuadro 3.21 Monto de inversión social (pesos de marzo de 2004, IVA incluido)

Usando factores de corrección

Concepto	Monto
Materiales	26,371,000
Mano de obra	13,920,000
Maquinaria y equipo	11,219,000
Indirectos	13,913,000
Supervisión y control	3,478,000
Proyecto	1,043,000
Total	69,944,000

Cuadro 3.22. Beneficio social por ahorro en costos de circulación

López Mateos, carriles centrales

Tramo	Costos de circulación		Beneficio anual
	Sin proyecto	Con proyecto	
Automóvil	89,784	37,021	52,763
Autobús	-	-	-
Cam. unitario	1,584	801	783
Camión artic.	-	-	-
Suma	91,368	37,822	53,546

Cuadro 3.23. Momento óptimo de entrada en operación del paso a desnivel

(miles de \$/año)

Año	Beneficio neto	Anualidad de la inversión
2004	53,222	35,242
2005	54,454	35,795
2006	55,714	34,962

Cuadro 3.24. Valor Actual Neto Social (miles de pesos)

Concepto	Monto
Valor actual de costos	96,195
Valor Actual de Beneficios	428,126
Valor Actual Neto Social	331,931

RUTAS DE DESVÍO Y TRAMOS EQUIVALENTES

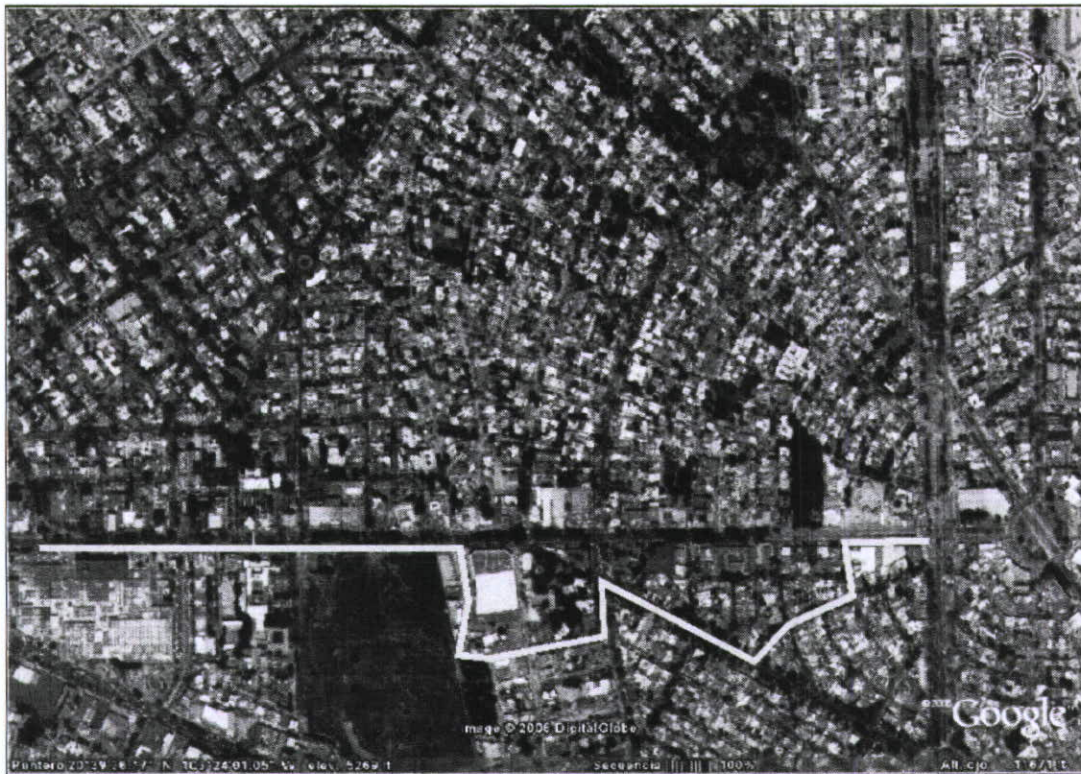


Fig 1. Ruta de desvío, López Mateos de Sur a Norte circulando por carriles centrales



Fig 2. Ruta de desvío, López Mateos de Sur a Norte yendo por carriles laterales

RUTAS DE DESVÍO Y TRAMOS EQUIVALENTES

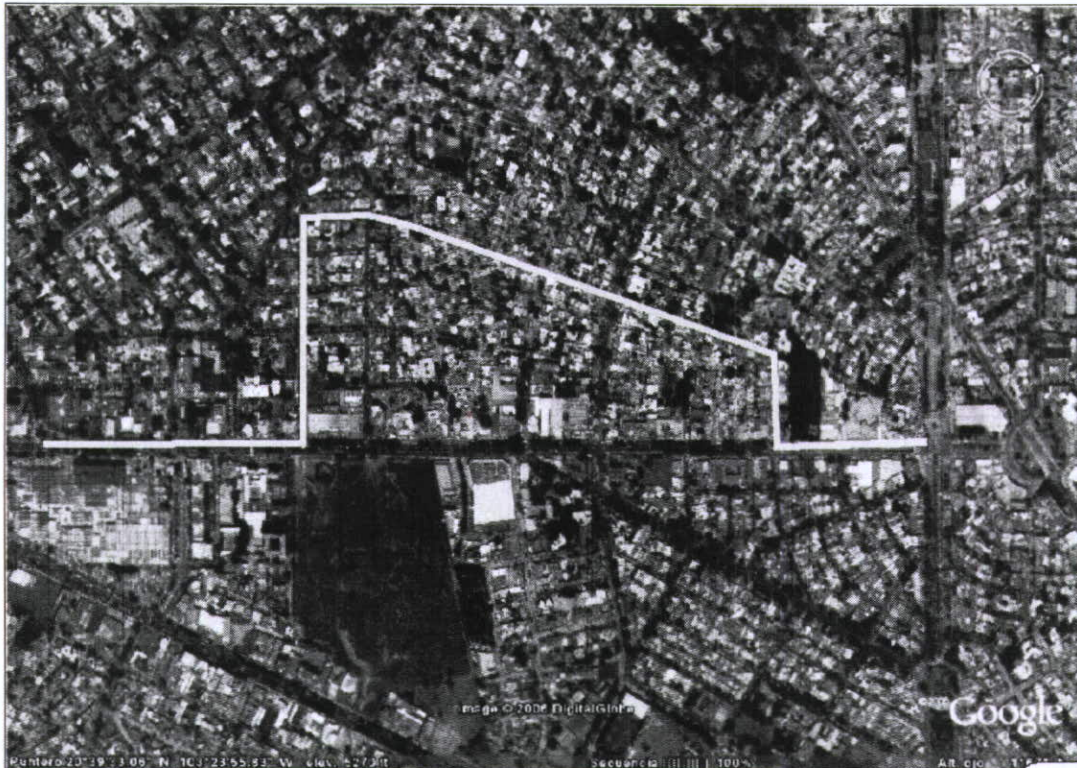


Fig 3. Ruta de desvío, López Mateos de Norte a Sur, circulación por los carriles centrales



Fig 4. Ruta de desvío, López Mateos de Norte a Sur, recorrido por los carriles laterales

RUTAS DE DESVÍO Y TRAMOS EQUIVALENTES



Fig 5. Ruta de desvío, Av Las Rosas de Oriente a Poniente



Fig. 6 Ruta de desvío, Av Las Rosas circulando de Poniente a Oriente

RUTAS DE DESVÍO Y TRAMOS EQUIVALENTES

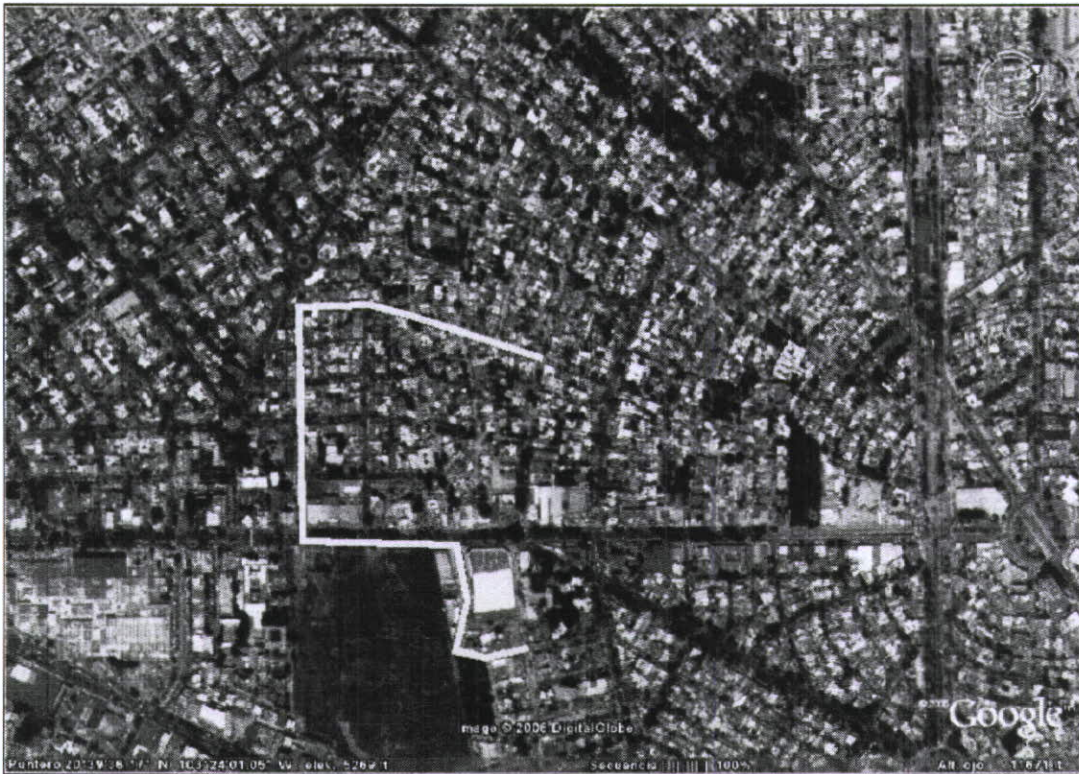


Fig 7. Ruta de desvío Av. 12 de Diciembre yendo de Poniente a Oriente

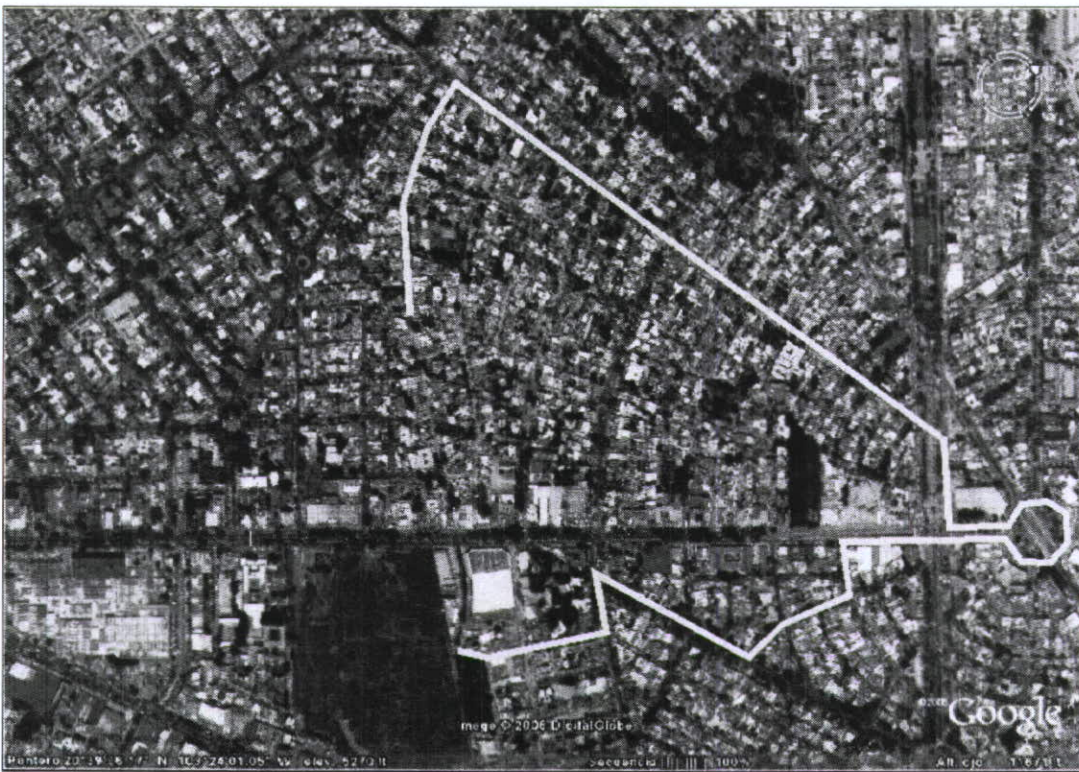


Fig 8. Ruta de desvío Av. Cubilete circulación de Oriente a Poniente

RUTAS DE DESVÍO Y TRAMOS EQUIVALENTES



Fig. 9 Ruta de desvío Av. Cubilete de Poniente a Oriente



Fig 10. Tramo equivalente Av. López Mateos de Sur a Norte

RUTAS DE DESVÍO Y TRAMOS EQUIVALENTES



Fig 11. Tramo equivalente Av. López Mateos de Norte a Sur



Fig 12. Tramo equivalente Av. Las Rosas

RUTAS DE DESVÍO Y TRAMOS EQUIVALENTES



Fig 13. Tramo equivalente Av. 12 de Diciembre



Fig 14. Tramo equivalente Av. Cubilete

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON UN MÉTODO PROPIO SITUACIÓN ACTUAL

Características de cada avenida

			Número carriles	Longitud (km)
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	2	0.652
		Laterales	2	0.652
	Norte-Sur	Centrales	2	0.652
		Laterales	2	0.652
Las Rosas	Ote- Pte		4	0.100
	Pte-Ote		4	0.250
12 Diciembre	Pte-Ote		2	0.250
Cubilete	Ote- Pte		4	0.200
	Pte-Ote		4	0.200

Velocidades promedio (km/hr)

			Periodo sin congestión			Periodo con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	40.0		35.0	16.5		12.5
		Laterales	40.0	30.0	30.0	15.0	11.0	11.0
	Norte-Sur	Centrales	40.0		35.0	16.5		12.5
		Laterales	40.0	30.0	30.0	15.0	11.0	11.0
Las Rosas	Ote- Pte		35.0		25.0	17.0		13.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	17.0		13.0
12 Diciembre	Pte-Ote		35.0	25.0	25.0	15.0	10.0	10.0
Cubilete	Ote- Pte		35.0		25.0	13.0		10.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	13.0		10.0

datos proporcionados
 datos supuestos

Tiempos de recorrido (hr)

			Periodo sin congestión			Periodo con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	0.016	-	0.019	0.040	-	0.052
		Laterales	0.016	0.022	0.022	0.043	0.059	0.059
	Norte-Sur	Centrales	0.016	-	0.019	0.040	-	0.052
		Laterales	0.016	0.022	0.022	0.043	0.059	0.059
Las Rosas	Ote- Pte		0.003	-	0.004	0.006	-	0.008
	Pte-Ote		0.007	-	0.010	0.015	-	0.019
12 Diciembre	Pte-Ote		0.007	0.010	0.010	0.017	0.025	0.025
Cubilete	Ote- Pte		0.006	-	0.008	0.015	-	0.020
	Pte-Ote		0.006	-	0.008	0.015	-	0.020

Cálculo del costo horario promedio por vehículo (de las personas)

Ingreso anual por habitante	Ingreso horario habitante	Personas por vehículo			Costo horario por vehículo (personas)		
		Automóvil	Autobús	Camión unitario	Automóvil	Autobús	Camión unitario
\$78,668.10	\$32.78	3	17	2	98.34	557.23	65.56

* <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/acerca/inegi324.asp?c=324>

Costo por kilómetro por vehículo (\$/veh)

Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
1.41	4.37	3.79	1.41	4.37	3.79

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON UN MÉTODO PROPIO SITUACIÓN ACTUAL

Cálculo de costo por kilómetro a costo horario de cada vehículo

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	56.5	-	132.8	23.3	-	47.4
		Laterales	56.5	131.0	113.8	21.2	48.0	41.7
	Norte-Sur	Centrales	56.5	-	132.8	23.3	-	47.4
		Laterales	56.5	131.0	113.8	21.2	48.0	41.7
Las Rosas	Ote- Pte	49.5	-	94.9	24.0	-	49.3	
	Pte-Ote	49.5	-	94.9	24.0	-	49.3	
12 Diciembre	Pte-Ote	49.5	109.1	94.9	21.2	43.7	37.9	
Cubilete	Ote- Pte	49.5	-	94.9	18.4	-	37.9	
	Pte-Ote	49.5	-	94.9	18.4	-	37.9	

Costos generalizados de viaje (\$/veh)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	2.52	-	3.70	4.81	-	5.89
		Laterales	2.52	14.96	3.90	5.20	35.88	6.36
	Norte-Sur	Centrales	2.52	-	3.70	4.81	-	5.89
		Laterales	2.52	14.96	3.90	5.20	35.88	6.36
Las Rosas	Ote- Pte	0.42	-	0.64	0.72	-	0.88	
	Pte-Ote	1.06	-	1.60	1.80	-	2.21	
12 Diciembre	Pte-Ote	1.06	6.66	1.60	1.99	15.02	2.59	
Cubilete	Ote- Pte	0.84	-	1.28	1.80	-	2.07	
	Pte-Ote	0.84	-	1.28	1.80	-	2.07	

Tránsito promedio diario

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión	Automóvil	Autobús	Camión	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
	Norte-Sur	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
Las Rosas	Ote- Pte	1,395		37	8,096		216	9,744	
	Pte-Ote	1,495		12	8,678		70	10,255	
12 Diciembre	Pte-Ote	1,215	10	31	7,049	58	183	8,546	
Cubilete	Ote- Pte	800		23	4,643		134	5,600	
	Pte-Ote	999		38	5,794		223	7,054	
			19,666	325	442	114,113	1,883	2,575	139,004

Costos de circulación anual (\$ en miles)

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	4,181	-	58	46,204	-	539	50,982
		Laterales	2,159	859	153	25,782	11,951	1,449	42,352
	Norte-Sur	Centrales	4,181	-	58	46,204	-	539	50,982
		Laterales	2,159	859	153	25,782	11,951	1,449	42,352
Las Rosas	Ote- Pte	215	-	9	2,127	-	70	2,420	
	Pte-Ote	576	-	7	5,700	-	56	6,339	
12 Diciembre	Pte-Ote	468	24	18	5,126	318	173	6,127	
Cubilete	Ote- Pte	247	-	11	3,043	-	101	3,402	
	Pte-Ote	308	-	18	3,797	-	168	4,291	
			14,494	1,742	484	163,764	24,220	4,544	209,248

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON UN MÉTODO PROPIO SITUACIÓN SIN PROYECTO

Características de cada avenida

			Número carriles	Longitud
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	2	0.652
		Laterales	2	0.652
	Norte-Sur	Centrales	2	0.652
		Laterales	2	0.652
Las Rosas	Ote- Pte		4	0.100
	Pte-Ote		4	0.250
12 Diciembre	Pte-Ote		2	0.250
Cubilete	Ote- Pte		4	0.200
	Pte-Ote		4	0.200

Velocidades promedio (km/hr)

			Periodo sin congestión			Periodo con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	43.0		38.0	18.0		14.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
	Norte-Sur	Centrales	43.0		38.0	18.0		14.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
Las Rosas	Ote- Pte		35.0		25.0	17.0		13.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	17.0		13.0
12 Diciembre	Pte-Ote		35.0	25.0	25.0	15.0	10.0	10.0
Cubilete	Ote- Pte		35.0		25.0	13.0		10.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	13.0		10.0

datos que cambian respecto a la "situación" anterior
 datos que se conservan como en la "situación" anterior

Tiempos de recorrido (hr)

			Periodo sin congestión			Periodo con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	0.015	-	0.017	0.036	-	0.047
		Laterales	0.015	0.020	0.020	0.041	0.050	0.054
	Norte-Sur	Centrales	0.015	-	0.017	0.036	-	0.047
		Laterales	0.015	0.020	0.020	0.041	0.050	0.054
Las Rosas	Ote- Pte		0.003	-	0.004	0.006	-	0.008
	Pte-Ote		0.007	-	0.010	0.015	-	0.019
12 Diciembre	Pte-Ote		0.007	0.010	0.010	0.017	0.025	0.025
Cubilete	Ote- Pte		0.006	-	0.008	0.015	-	0.020
	Pte-Ote		0.006	-	0.008	0.015	-	0.020

Cálculo del costo horario promedio por vehículo (de las personas)

Ingreso anual por habitante	Ingreso horario habitante	Personas por vehículo			Costo horario por vehículo (personas)		
		Automóvil	Autobús	Camión unitario	Automóvil	Autobús	Camión unitario
78,668.10 *	32.78	3	17	2	98.34	557.23	65.56

* <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/acerca/inegi324.asp?c=324>

Costo por kilómetro por vehículo (\$/veh)

Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
1.41	4.37	3.79	1.41	4.37	3.79

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON UN MÉTODO PROPIO SITUACIÓN SIN PROYECTO

Cálculo de costo por kilómetro a costo horario de cada vehículo

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	60.8	-	144.2	25.4	-	53.1
		Laterales	60.8	139.7	121.4	22.6	56.8	45.5
	Norte-Sur	Centrales	60.8	-	144.2	25.4	-	53.1
		Laterales	60.8	139.7	121.4	22.6	56.8	45.5
Las Rosas	Ote- Pte	49.5	-	94.9	24.0	-	49.3	
	Pte-Ote	49.5	-	94.9	24.0	-	49.3	
12 Diciembre	Pte-Ote	49.5	109.1	94.9	21.2	43.7	37.9	
Cubilete	Ote- Pte	49.5	-	94.9	18.4	-	37.9	
	Pte-Ote	49.5	-	94.9	18.4	-	37.9	

Costos generalizados de viaje (\$/veh)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	2.41	-	3.60	4.48	-	5.53
		Laterales	2.41	14.20	3.81	4.93	30.79	6.04
	Norte-Sur	Centrales	2.41	-	3.60	4.48	-	5.53
		Laterales	2.41	14.20	3.81	4.93	30.79	6.04
Las Rosas	Ote- Pte	0.42	-	0.64	0.72	-	0.88	
	Pte-Ote	1.06	-	1.60	1.80	-	2.21	
12 Diciembre	Pte-Ote	1.06	6.66	1.60	1.99	15.02	2.59	
Cubilete	Ote- Pte	0.84	-	1.28	1.80	-	2.07	
	Pte-Ote	0.84	-	1.28	1.80	-	2.07	

Tránsito promedio diario

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión	Automóvil	Autobús	Camión	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
	Norte-Sur	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
Las Rosas	Ote- Pte	1,395		37	8,096		216	9,744	
	Pte-Ote	1,495		12	8,678		70	10,255	
12 Diciembre	Pte-Ote	1,215	10	31	7,049	58	183	8,546	
Cubilete	Ote- Pte	800		23	4,643		134	5,600	
	Pte-Ote	999		38	5,794		223	7,054	
			19,666	325	442	114,113	1,883	2,575	139,004

Costos de circulación anual (\$ en miles)

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	3,996	-	56	43,091	-	505	47,649
		Laterales	2,063	815	149	24,456	10,258	1,375	39,118
	Norte-Sur	Centrales	3,996	-	56	43,091	-	505	47,649
		Laterales	2,063	815	149	24,456	10,258	1,375	39,118
Las Rosas	Ote- Pte	215	-	9	2,127	-	70	2,420	
	Pte-Ote	576	-	7	5,700	-	56	6,339	
12 Diciembre	Pte-Ote	468	24	18	5,126	318	173	6,127	
Cubilete	Ote- Pte	247	-	11	3,043	-	101	3,402	
	Pte-Ote	308	-	18	3,797	-	168	4,291	
			13,932	1,655	474	154,888	20,834	4,330	196,114

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON UN MÉTODO PROPIO SITUACIÓN CON PROYECTO

Características de cada avenida

			Número carriles	Longitud
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	2	0.652
		Laterales	2	0.652
	Norte-Sur	Centrales	2	0.652
		Laterales	2	0.652
Las Rosas	Ote- Pte		4	0.100
	Pte-Ote		4	0.250
12 Diciembre	Pte-Ote		2	0.250
Cubilete	Ote- Pte		4	0.200
	Pte-Ote		4	0.200

Velocidades promedio (km/hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	55.0		45.0	40.0		30.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
	Norte-Sur	Centrales	55.0		45.0	40.0		30.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
Las Rosas	Ote- Pte		35.0		25.0	17.0		13.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	17.0		13.0
12 Diciembre	Pte-Ote		35.0	25.0	25.0	15.0	10.0	10.0
Cubilete	Ote- Pte		35.0		25.0	13.0		10.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	13.0		10.0

datos proporcionados
 datos supuestos

Tiempos de recorrido (hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	0.012	-	0.014	0.016	-	0.022
		Laterales	0.015	0.020	0.020	0.041	0.050	0.054
	Norte-Sur	Centrales	0.012	-	0.014	0.016	-	0.022
		Laterales	0.015	0.020	0.020	0.041	0.050	0.054
Las Rosas	Ote- Pte		0.003	-	0.004	0.006	-	0.008
	Pte-Ote		0.007	-	0.010	0.015	-	0.019
12 Diciembre	Pte-Ote		0.007	0.010	0.010	0.017	0.025	0.025
Cubilete	Ote- Pte		0.006	-	0.008	0.015	-	0.020
	Pte-Ote		0.006	-	0.008	0.015	-	0.020

Cálculo del costo horario promedio por vehículo (de las personas)

Ingreso anual por habitante	Ingreso horario habitante	Personas por vehículo			Costo horario por vehículo (personas)		
		Automóvil	Autobús	Camión unitario	Automóvil	Autobús	Camión unitario
78,668.10 *	32.78	3	17	2	98.34	557.23	65.56

* <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/acerca/inegi324.asp?c=324>

Costo por kilómetro por vehículo (\$/veh)

Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
1.41	4.37	3.79	1.41	4.37	3.79

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON UN MÉTODO PROPIO SITUACIÓN CON PROYECTO

Cálculo de costo por kilómetro a costo horario de cada vehículo

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	77.7	-	170.8	56.5	-	113.8
		Laterales	60.8	139.7	121.4	22.6	56.8	45.5
	Norte-Sur	Centrales	77.7	-	170.8	56.5	-	113.8
		Laterales	60.8	139.7	121.4	22.6	56.8	45.5
Las Rosas	Ote- Pte	49.5	-	94.9	24.0	-	49.3	
	Pte-Ote	49.5	-	94.9	24.0	-	49.3	
12 Diciembre	Pte-Ote	49.5	109.1	94.9	21.2	43.7	37.9	
Cubilete	Ote- Pte	49.5	-	94.9	18.4	-	37.9	
	Pte-Ote	49.5	-	94.9	18.4	-	37.9	

Costos generalizados de viaje (\$/veh)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	2.09	-	3.42	2.52	-	3.90
		Laterales	2.41	14.20	3.81	4.93	30.79	6.04
	Norte-Sur	Centrales	2.09	-	3.42	2.52	-	3.90
		Laterales	2.41	14.20	3.81	4.93	30.79	6.04
Las Rosas	Ote- Pte	0.42	-	0.64	0.72	-	0.88	
	Pte-Ote	1.06	-	1.60	1.80	-	2.21	
12 Diciembre	Pte-Ote	1.06	6.66	1.60	1.99	15.02	2.59	
Cubilete	Ote- Pte	0.84	-	1.28	1.80	-	2.07	
	Pte-Ote	0.84	-	1.28	1.80	-	2.07	

Tránsito promedio diario

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión	Automóvil	Autobús	Camión	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
	Norte-Sur	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
Las Rosas	Ote- Pte	1,395		37	8,096		216	9,744	
	Pte-Ote	1,495		12	8,678		70	10,255	
12 Diciembre	Pte-Ote	1,215	10	31	7,049	58	183	8,546	
Cubilete	Ote- Pte	800		23	4,643		134	5,600	
	Pte-Ote	999		38	5,794		223	7,054	
			19,666	325	442	114,113	1,883	2,575	139,004

Costos de circulación anual (\$ en miles)

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	3,457	-	54	24,263	-	356	28,130
		Laterales	2,063	815	149	24,456	10,258	1,375	39,118
	Norte-Sur	Centrales	3,457	-	54	24,263	-	356	28,130
		Laterales	2,063	815	149	24,456	10,258	1,375	39,118
Las Rosas	Ote- Pte	215	-	9	2,127	-	70	2,420	
	Pte-Ote	576	-	7	5,700	-	56	6,339	
12 Diciembre	Pte-Ote	468	24	18	5,126	318	173	6,127	
Cubilete	Ote- Pte	247	-	11	3,043	-	101	3,402	
	Pte-Ote	308	-	18	3,797	-	168	4,291	
			12,855	1,655	469	117,231	20,834	4,032	157,075

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON NUEVAS DISTANCIAS SITUACIÓN ACTUAL

Características de cada avenida

			Número carriles	Longitud (km)
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	2	1.836
		Laterales	2	1.836
	Norte-Sur	Centrales	2	1.836
		Laterales	2	1.836
Las Rosas	Ote- Pte		4	0.501
	Pte-Ote		4	0.501
12 Diciembre	Pte-Ote		2	0.611
Cubilete	Ote- Pte		4	0.701
	Pte-Ote		4	0.701

Velocidades promedio (km/hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	40.0		35.0	16.5		12.5
		Laterales	40.0	30.0	30.0	15.0	11.0	11.0
	Norte-Sur	Centrales	40.0		35.0	16.5		12.5
		Laterales	40.0	30.0	30.0	15.0	11.0	11.0
Las Rosas	Ote- Pte		35.0		25.0	17.0		13.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	17.0		13.0
12 Diciembre	Pte-Ote		35.0	25.0	25.0	15.0	10.0	10.0
Cubilete	Ote- Pte		35.0		25.0	13.0		10.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	13.0		10.0

datos proporcionados
 datos supuestos

Tiempos de recorrido (hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	0.046	-	0.052	0.111	-	0.147
		Laterales	0.046	0.061	0.061	0.122	0.167	0.167
	Norte-Sur	Centrales	0.046	-	0.052	0.111	-	0.147
		Laterales	0.046	0.061	0.061	0.122	0.167	0.167
Las Rosas	Ote- Pte		0.014	-	0.020	0.029	-	0.039
	Pte-Ote		0.014	-	0.020	0.029	-	0.039
12 Diciembre	Pte-Ote		0.017	0.024	0.024	0.041	0.061	0.061
Cubilete	Ote- Pte		0.020	-	0.028	0.054	-	0.070
	Pte-Ote		0.020	-	0.028	0.054	-	0.070

Cálculo del costo horario promedio por vehículo (de las personas)

Ingreso anual por habitante	Ingreso horario habitante	Personas por vehículo			Costo horario por vehículo (personas)		
		Automóvil	Autobús	Camión unitario	Automóvil	Autobús	Camión unitario
78,668.10 *	32.78	3	17	2	98.34	557.23	65.56

* <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/acerca/inegi324.asp?c=324>

Costo por kilómetro por vehículo (\$/veh)

Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
1.41	4.37	3.79	1.41	4.37	3.79

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON NUEVAS DISTANCIAS SITUACIÓN ACTUAL

Cálculo de costo por kilómetro a costo horario de cada vehículo

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	56.5	-	132.8	23.3	-	47.4
		Laterales	56.5	131.0	113.8	21.2	48.0	41.7
	Norte-Sur	Centrales	56.5	-	132.8	23.3	-	47.4
		Laterales	56.5	131.0	113.8	21.2	48.0	41.7
Las Rosas	Ote- Pte		49.5	-	94.9	24.0	-	49.3
	Pte-Ote		49.5	-	94.9	24.0	-	49.3
12 Diciembre	Pte-Ote		49.5	109.1	94.9	21.2	43.7	37.9
Cubilete	Ote- Pte		49.5	-	94.9	18.4	-	37.9
	Pte-Ote		49.5	-	94.9	18.4	-	37.9

Costos generalizados de viaje (\$/veh)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	7.11	-	10.41	13.54	-	16.60
		Laterales	7.11	42.12	10.98	14.63	101.02	17.91
	Norte-Sur	Centrales	7.11	-	10.41	13.54	-	16.60
		Laterales	7.11	42.12	10.98	14.63	101.02	17.91
Las Rosas	Ote- Pte		2.12	-	3.21	3.61	-	4.43
	Pte-Ote		2.12	-	3.21	3.61	-	4.43
12 Diciembre	Pte-Ote		2.58	16.29	3.92	4.87	36.71	6.32
Cubilete	Ote- Pte		2.96	-	4.50	6.29	-	7.26
	Pte-Ote		2.96	-	4.50	6.29	-	7.26

Tránsito promedio diario

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión	Automóvil	Autobús	Camión	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
	Norte-Sur	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
Las Rosas	Ote- Pte		1,395		37	8,096		216	9,744
	Pte-Ote		1,495		12	8,678		70	10,255
12 Diciembre	Pte-Ote		1,215	10	31	7,049	58	183	8,546
Cubilete	Ote- Pte		800		23	4,643		134	5,600
	Pte-Ote		999		38	5,794		223	7,054
			19,666	325	442	114,113	1,883	2,575	139,004

Costos de circulación anual (\$ en miles)

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	11,774	-	163	130,107	-	1,517	143,562
		Laterales	6,079	2,419	431	72,601	33,653	4,080	119,262
	Norte-Sur	Centrales	11,774	-	163	130,107	-	1,517	143,562
		Laterales	6,079	2,419	431	72,601	33,653	4,080	119,262
Las Rosas	Ote- Pte		1,077	-	43	10,656	-	349	12,126
	Pte-Ote		1,154	-	14	11,422	-	113	12,704
12 Diciembre	Pte-Ote		1,144	59	44	12,528	777	422	14,975
Cubilete	Ote- Pte		864	-	38	10,665	-	355	11,922
	Pte-Ote		1,079	-	62	13,309	-	591	15,042
			41,026	4,897	1,390	463,996	68,083	13,025	592,418

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON NUEVAS DISTANCIAS SITUACIÓN SIN PROYECTO

Características de cada avenida

			Número carriles	Longitud
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	2	1.836
		Laterales	2	1.836
	Norte-Sur	Centrales	2	1.836
		Laterales	2	1.836
Las Rosas	Ote- Pte		4	0.501
	Pte-Ote		4	0.501
12 Diciembre	Pte-Ote		2	0.611
Cubilete	Ote- Pte		4	0.701
	Pte-Ote		4	0.701

Velocidades promedio (km/hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	43.0		38.0	18.0		14.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
	Norte-Sur	Centrales	43.0		38.0	18.0		14.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
Las Rosas	Ote- Pte		35.0		25.0	17.0		13.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	17.0		13.0
12 Diciembre	Pte-Ote		35.0	25.0	25.0	15.0	10.0	10.0
Cubilete	Ote- Pte		35.0		25.0	13.0		10.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	13.0		10.0

datos que cambian respecto a la "situación" anterior
 datos que se conservan como en la "situación" anterior

Tiempos de recorrido (hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	0.043	-	0.048	0.102	-	0.131
		Laterales	0.043	0.057	0.057	0.115	0.141	0.153
	Norte-Sur	Centrales	0.043	-	0.048	0.102	-	0.131
		Laterales	0.043	0.057	0.057	0.115	0.141	0.153
Las Rosas	Ote- Pte		0.014	-	0.020	0.029	-	0.039
	Pte-Ote		0.014	-	0.020	0.029	-	0.039
12 Diciembre	Pte-Ote		0.017	0.024	0.024	0.041	0.061	0.061
Cubilete	Ote- Pte		0.020	-	0.028	0.054	-	0.070
	Pte-Ote		0.020	-	0.028	0.054	-	0.070

Cálculo del costo horario promedio por vehículo (de las personas)

Ingreso anual por habitante	Ingreso horario habitante	Personas por vehículo			Costo horario por vehículo (personas)		
		Automóvil	Autobús	Camión unitario	Automóvil	Autobús	Camión unitario
78,668.10 *	32.78	3	17	2	98.34	557.23	65.56

* <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/acerca/inegi324.asp?c=324>

Costo por kilómetro por vehículo (\$/veh)

Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
1.41	4.37	3.79	1.41	4.37	3.79

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON NUEVAS DISTANCIAS SITUACIÓN SIN PROYECTO

Cálculo de costo por kilómetro a costo horario de cada vehículo

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	60.8	-	144.2	25.4	-	53.1
		Laterales	60.8	139.7	121.4	22.6	56.8	45.5
	Norte-Sur	Centrales	60.8	-	144.2	25.4	-	53.1
		Laterales	60.8	139.7	121.4	22.6	56.8	45.5
Las Rosas	Ote- Pte		49.5	-	94.9	24.0	-	49.3
	Pte-Ote		49.5	-	94.9	24.0	-	49.3
12 Diciembre	Pte-Ote		49.5	109.1	94.9	21.2	43.7	37.9
Cubilete	Ote- Pte		49.5	-	94.9	18.4	-	37.9
	Pte-Ote		49.5	-	94.9	18.4	-	37.9

Costos generalizados de viaje (\$/veh)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	6.79	-	10.13	12.63	-	15.56
		Laterales	6.79	39.99	10.73	13.88	86.71	17.00
	Norte-Sur	Centrales	6.79	-	10.13	12.63	-	15.56
		Laterales	6.79	39.99	10.73	13.88	86.71	17.00
Las Rosas	Ote- Pte		2.12	-	3.21	3.61	-	4.43
	Pte-Ote		2.12	-	3.21	3.61	-	4.43
12 Diciembre	Pte-Ote		2.58	16.29	3.92	4.87	36.71	6.32
Cubilete	Ote- Pte		2.96	-	4.50	6.29	-	7.26
	Pte-Ote		2.96	-	4.50	6.29	-	7.26

Tránsito promedio diario

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión	Automóvil	Autobús	Camión	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
	Norte-Sur	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
Las Rosas	Ote- Pte		1,395		37	8,096		216	9,744
	Pte-Ote		1,495		12	8,678		70	10,255
12 Diciembre	Pte-Ote		1,215	10	31	7,049	58	183	8,546
Cubilete	Ote- Pte		800		23	4,643		134	5,600
	Pte-Ote		999		38	5,794		223	7,054
			19,666	325	442	114,113	1,883	2,575	139,004

Costos de circulación anual (\$) en miles

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	11,253	-	159	121,343	-	1,423	134,178
		Laterales	5,810	2,296	421	68,868	28,886	3,872	110,154
	Norte-Sur	Centrales	11,253	-	159	121,343	-	1,423	134,178
		Laterales	5,810	2,296	421	68,868	28,886	3,872	110,154
Las Rosas	Ote- Pte		1,077	-	43	10,656	-	349	12,126
	Pte-Ote		1,154	-	14	11,422	-	113	12,704
12 Diciembre	Pte-Ote		1,144	59	44	12,528	777	422	14,975
Cubilete	Ote- Pte		864	-	38	10,665	-	355	11,922
	Pte-Ote		1,079	-	62	13,309	-	591	15,042
			39,445	4,652	1,362	439,003	58,550	12,421	555,432

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON NUEVAS DISTANCIAS SITUACIÓN CON PROYECTO

Características de cada avenida

			Número carriles	Longitud
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	2	1.836
		Laterales	2	1.836
	Norte-Sur	Centrales	2	1.836
		Laterales	2	1.836
Las Rosas	Ote- Pte		4	0.501
	Pte-Ote		4	0.501
12 Diciembre	Pte-Ote		2	0.611
Cubilete	Ote- Pte		4	0.701
	Pte-Ote		4	0.701

Velocidades promedio (km/hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	55.0		45.0	40.0		30.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
	Norte-Sur	Centrales	55.0		45.0	40.0		30.0
		Laterales	43.0	32.0	32.0	16.0	13.0	12.0
Las Rosas	Ote- Pte		35.0		25.0	17.0		13.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	17.0		13.0
12 Diciembre	Pte-Ote		35.0	25.0	25.0	15.0	10.0	10.0
Cubilete	Ote- Pte		35.0		25.0	13.0		10.0
	Pte-Ote		35.0		25.0	13.0		10.0

datos proporcionados
 datos supuestos

Tiempos de recorrido (hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	0.033	-	0.041	0.046	-	0.061
		Laterales	0.043	0.057	0.057	0.115	0.141	0.153
	Norte-Sur	Centrales	0.033	-	0.041	0.046	-	0.061
		Laterales	0.043	0.057	0.057	0.115	0.141	0.153
Las Rosas	Ote- Pte		0.014	-	0.020	0.029	-	0.039
	Pte-Ote		0.014	-	0.020	0.029	-	0.039
12 Diciembre	Pte-Ote		0.017	0.024	0.024	0.041	0.061	0.061
Cubilete	Ote- Pte		0.020	-	0.028	0.054	-	0.070
	Pte-Ote		0.020	-	0.028	0.054	-	0.070

Cálculo del costo horario promedio por vehículo (de las personas)

Ingreso anual por habitante	Ingreso horario habitante	Personas por vehículo			Costo horario por vehículo (personas)		
		Automóvil	Autobús	Camión unitario	Automóvil	Autobús	Camión unitario
78,668.10 *	32.78	3	17	2	98.34	557.23	65.56

* <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/acerca/inegi324.asp?c=324>

Costo por kilómetro por vehículo (\$/veh)

Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
1.41	4.37	3.79	1.41	4.37	3.79

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON NUEVAS DISTANCIAS SITUACIÓN CON PROYECTO

Cálculo de costo por kilómetro a costo horario de cada vehículo

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	77.7	-	170.8	56.5	-	113.8
		Laterales	60.8	139.7	121.4	22.6	56.8	45.5
	Norte-Sur	Centrales	77.7	-	170.8	56.5	-	113.8
		Laterales	60.8	139.7	121.4	22.6	56.8	45.5
Las Rosas	Ote- Pte		49.5	-	94.9	24.0	-	49.3
	Pte-Ote		49.5	-	94.9	24.0	-	49.3
12 Diciembre	Pte-Ote		49.5	109.1	94.9	21.2	43.7	37.9
Cubilete	Ote- Pte		49.5	-	94.9	18.4	-	37.9
	Pte-Ote		49.5	-	94.9	18.4	-	37.9

Costos generalizados de viaje (\$/veh)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	5.88	-	9.64	7.11	-	10.98
		Laterales	6.79	39.99	10.73	13.88	86.71	17.00
	Norte-Sur	Centrales	5.88	-	9.64	7.11	-	10.98
		Laterales	6.79	39.99	10.73	13.88	86.71	17.00
Las Rosas	Ote- Pte		2.12	-	3.21	3.61	-	4.43
	Pte-Ote		2.12	-	3.21	3.61	-	4.43
12 Diciembre	Pte-Ote		2.58	16.29	3.92	4.87	36.71	6.32
Cubilete	Ote- Pte		2.96	-	4.50	6.29	-	7.26
	Pte-Ote		2.96	-	4.50	6.29	-	7.26

Tránsito promedio diario

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión	Automóvil	Autobús	Camión	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
	Norte-Sur	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
Las Rosas	Ote- Pte		1,395		37	8,096		216	9,744
	Pte-Ote		1,495		12	8,678		70	10,255
12 Diciembre	Pte-Ote		1,215	10	31	7,049	58	183	8,546
Cubilete	Ote- Pte		800		23	4,643		134	5,600
	Pte-Ote		999		38	5,794		223	7,054
			19,666	325	442	114,113	1,883	2,575	139,004

Costos de circulación anual (\$ en miles)

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	9,736	-	151	68,322	-	1,004	79,213
		Laterales	5,810	2,296	421	68,868	28,886	3,872	110,154
	Norte-Sur	Centrales	9,736	-	151	68,322	-	1,004	79,213
		Laterales	5,810	2,296	421	68,868	28,886	3,872	110,154
Las Rosas	Ote- Pte		1,077	-	43	10,656	-	349	12,126
	Pte-Ote		1,154	-	14	11,422	-	113	12,704
12 Diciembre	Pte-Ote		1,144	59	44	12,528	777	422	14,975
Cubilete	Ote- Pte		864	-	38	10,665	-	355	11,922
	Pte-Ote		1,079	-	62	13,309	-	591	15,042
			36,410	4,652	1,347	332,961	58,550	11,582	445,502

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON NUEVAS DISTANCIAS SITUACIÓN DURANTE OBRA

Características de cada avenida

			Número carriles	Longitud
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	2	2.408
		Laterales	2	2.408
	Norte-Sur	Centrales	2	2.532
		Laterales	2	3.015
Las Rosas	Ote- Pte		4	2.904
	Pte-Ote		4	2.034
12 Diciembre	Pte-Ote		2	1.696
Cubilete	Ote- Pte		4	3.934
	Pte-Ote		4	1.269

Velocidades promedio (km/hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	30.0		25.0	9.0		8.0
		Laterales	30.0	20.0	25.0	9.0	6.0	8.0
	Norte-Sur	Centrales	35.0		25.0	12.0		10.0
		Laterales	30.0	20.0	25.0	9.0	6.0	8.0
Las Rosas	Ote- Pte		25.0		20.0	8.0		7.0
	Pte-Ote		25.0		20.0	8.0		7.0
12 Diciembre	Pte-Ote		25.0	15.0	20.0	10.0	8.0	8.0
Cubilete	Ote- Pte		25.0		20.0	7.0		6.0
	Pte-Ote		25.0		20.0	7.0		6.0

datos medidos
 datos supuestos

Tiempos de recorrido (hr)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	0.080	-	0.096	0.268	-	0.301
		Laterales	0.080	0.120	0.096	0.268	0.401	0.301
	Norte-Sur	Centrales	0.072	-	0.101	0.211	-	0.253
		Laterales	0.101	0.151	0.121	0.335	0.503	0.377
Las Rosas	Ote- Pte		0.116	-	0.145	0.363	-	0.415
	Pte-Ote		0.081	-	0.102	0.254	-	0.291
12 Diciembre	Pte-Ote		0.068	0.113	0.085	0.170	0.212	0.212
Cubilete	Ote- Pte		0.157	-	0.197	0.562	-	0.656
	Pte-Ote		0.051	-	0.063	0.181	-	0.212

Cálculo del costo horario promedio por vehículo (de las personas)

Ingreso anual por habitante	Ingreso horario habitante	Personas por vehículo			Costo horario por vehículo (personas)		
		Automóvil	Autobús	Camión unitario	Automóvil	Autobús	Camión unitario
78,668.10 *	32.78	3	17	2	98.34	557.23	65.56

* <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/acerca/inegi324.asp?c=324>

Costo por kilómetro por vehículo (\$/veh)

Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
1.41	4.37	3.79	1.41	4.37	3.79

REPLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD CON NUEVAS DISTANCIAS SITUACIÓN DURANTE OBRA

Cálculo de costo por kilómetro a costo horario de cada vehículo

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	42.4	-	94.9	12.7	-	30.4
		Laterales	42.4	87.3	94.9	12.7	26.2	30.4
	Norte-Sur	Centrales	49.5	-	94.9	17.0	-	37.9
		Laterales	42.4	87.3	94.9	12.7	26.2	30.4
Las Rosas	Ote- Pte	35.3	-	75.9	11.3	-	26.6	
	Pte-Ote	35.3	-	75.9	11.3	-	26.6	
12 Diciembre	Pte-Ote	35.3	65.5	75.9	14.1	34.9	30.4	
Cubilete	Ote- Pte	35.3	-	75.9	9.9	-	22.8	
	Pte-Ote	35.3	-	75.9	9.9	-	22.8	

Costos generalizados de viaje (\$/veh)

			Período sin congestión			Período con congestión		
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	11.30	-	15.45	29.71	-	28.87
		Laterales	11.30	77.60	15.45	29.71	234.15	28.87
	Norte-Sur	Centrales	10.69	-	16.25	24.33	-	26.21
		Laterales	14.14	97.17	19.35	37.20	293.17	36.15
Las Rosas	Ote- Pte	15.53	-	20.54	39.80	-	38.22	
	Pte-Ote	10.88	-	14.39	27.88	-	26.77	
12 Diciembre	Pte-Ote	9.07	70.41	11.99	19.07	125.54	20.33	
Cubilete	Ote- Pte	21.03	-	27.82	60.82	-	57.91	
	Pte-Ote	6.79	-	8.97	19.62	-	18.68	

Tránsito promedio diario

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión	Automóvil	Autobús	Camión	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
	Norte-Sur	Centrales	4,538		43	26,332		251	31,164
		Laterales	2,343	157	108	13,595	913	624	17,739
Las Rosas	Ote- Pte	1,395		37	8,096		216	9,744	
	Pte-Ote	1,495		12	8,678		70	10,255	
12 Diciembre	Pte-Ote	1,215	10	31	7,049	58	183	8,546	
Cubilete	Ote- Pte	800		23	4,643		134	5,600	
	Pte-Ote	999		38	5,794		223	7,054	
			19,666	325	442	114,113	1,883	2,575	139,004

Costos de circulación anual (\$ en miles)

			Período sin congestión			Período con congestión			
			Automóvil	Autobús	Camión Unitario	Automóvil	Autobús	Camión Unitario	
López Mateos	Sur-Norte	Centrales	18,711	-	243	285,583	-	2,640	307,176
		Laterales	9,660	4,456	606	147,440	78,000	6,577	246,741
	Norte-Sur	Centrales	17,711	-	255	233,816	-	2,396	254,178
		Laterales	12,095	5,580	759	184,607	97,662	8,235	308,938
Las Rosas	Ote- Pte	7,906	-	277	117,611	-	3,013	128,807	
	Pte-Ote	5,934	-	63	88,298	-	684	94,980	
12 Diciembre	Pte-Ote	4,022	257	136	49,077	2,658	1,358	57,507	
Cubilete	Ote- Pte	6,142	-	234	103,079	-	2,832	112,287	
	Pte-Ote	2,474	-	124	41,493	-	1,520	45,612	
			84,655	10,293	2,697	1,251,005	178,320	29,256	1,556,227

