



CRITERIOS QUE INTERVIENEN EN LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE REHABILITACIÓN DE CAMINOS RURALES

Guillermo Torres Vargas
Víctor M. Islas Rivera
Martha Lelis Zaragoza

Publicación Técnica No. 147
Sanfandila, Qro, 2000

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**Crterios que Intervienen
en la Metodología de Evaluación
Económica de Rehabilitación
de Caminos Rurales**

Publicación Técnica No. 147

Sanfandila, Qro. 2000

Este trabajo fue realizado en la Coordinación Operativa del Instituto Mexicano del Transporte por Guillermo Torres Vargas. Se contó con los valiosos comentarios y sugerencias hechos por Víctor M. Islas Rivera, titular de la Coordinación. Asimismo, se reconoce la colaboración de Martha Leis Zaragoza de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico, en el acopio de información estadística.

Indice

	<u>Página</u>
Resumen	VII
Abstract	IX
Resumen Ejecutivo	XI
Introducción	1
1 Generalidades sobre el proceso de Evaluación de Proyectos	3
2 Criterios que deben ser tomados en cuenta en el proceso de evaluación económica	5
2.1 Horizonte Económico	5
2.2 Valoración	5
2.3 Homogeneidad	6
2.4 Extensión	7
3 Valoración de los beneficios debidos al incremento en la producción de la zona de influencia del camino	9
3.1 Determinación del valor de los insumos, a partir del consumo intermedio de la producción bruta en la zona de influencia del camino	11
3.2 Determinación del consumo doméstico de la población	12
4 Estimación de los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación vehicular	17
4.1 Costo de operación vehicular base	17
4.2 Costos de operación vehicular corregidos	18

4.3	Ahorros anuales y totales en costos de operación vehicular	19
5	Estimación del costo de las distintas políticas de conservación y mantenimiento	25
5.1	Política de conservación y mantenimiento para caminos rurales: Criterio del Banco Interamericano de Desarrollo	26
5.2	Costo de Conservación Rutinaria (CCR)	27
5.3	Costo de Conservación Periódica (CCP)	27
6	Valor del tiempo de recorrido	33
6.1	Estimación del valor del tiempo de recorrido de los conductores	33
6.2	Estimación del valor del tiempo de recorrido de los pasajeros	34
6.3	Determinación de los ahorros en tiempo de recorrido	35
7	Determinación de los indicadores de rentabilidad económica	39
7.1	Índice de Rentabilidad (IR).	39
7.2	Valor Presente Neto (VPN)	41
7.3	Tasa de Recuperación de la Inversión o Tasa Interna de Retorno (TIR)	43
7.4	Índice de Rentabilidad Inmediata (IRI)	43
7.5	Análisis de Sensibilidad	45

7.6	Intervalos de confianza en la rentabilidad económica de proyectos de rehabilitación de caminos rurales	48
8	Metodología sistematizada de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales	53
9	Conclusiones y recomendaciones	55
	Referencias Bibliográficas	59
	Anexos	61
	Anexo 1 Determinación del valor de los insumos para la producción y del consumo doméstico	63
	Anexo 2 Insumos para el cálculo de los costos de operación base	67
	Anexo 3 Costos de operación base, factores de corrección y costos de operación corregidos	73
	Anexo 4 Valor del tiempo de los usuarios del transporte	81
	A) Determinación del valor del tiempo de los operadores de transporte	83
	B) Determinación del valor del tiempo de los pasajeros	84
	Anexo 5 Velocidades de operación para distintas superficies de rodamiento y distintos índices internacionales de rugosidad	85
	Anexo 6 Intervalos de confianza de rentabilidad económica de rehabilitación de caminos rurales	89
	Anexo 7 Metodología de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales (Manual del Usuario)	95

Indice de Cuadros

	<u>Página</u>
3.1 Valor de la producción	14
3.2 Beneficios por incremento de la producción	15
4.3.1 Costos de operación vehicular	22
5.1.1 Política de conservación recomendada por el BID para las obras de mejoramiento de caminos rurales	29
5.3.1 Conservación y mantenimiento	32
6.3.1 Estimación del tiempo de recorrido y su valor por tipo de vehículo	37
6.3.2 Determinación de los beneficios debidos a los ahorros en tiempo de recorrido	38
7.4.1 Flujo de beneficios y costos del proyecto	46
7.4.2 Indicadores de rentabilidad económica	47
7.5.1 Análisis de sensibilidad a la inversión	49

Indice de Figuras.

	<u>Página</u>
1.- Escala del índice internacional de rugosidad	21
2.- Diagrama de flujo para la estimación de los costos de operación vehicular	23
3.- Diagrama de flujo para la estimación de los costos de conservación rutinaria y periódica	30
4.- Interpretación de la tasa interna de retorno	44
5.- Intervalos de confianza de rentabilidad económica de proyectos de rehabilitación de caminos rurales	51



Resumen

La identificación de las variables explicativas que intervienen en el proceso de evaluación de proyectos, así como los criterios que deben ser aplicados a cada una de ellas, conforman la base conceptual de toda metodología que tiene por objeto determinar una serie de indicadores de tipo económico. Estos indicadores constituyen una herramienta importante para que los responsables de la programación de inversiones de infraestructura carretera en el medio rural, tomen decisiones que conduzcan a la optimización de los recursos disponibles.

En el presente trabajo se lleva a cabo la identificación de variables, a las cuales se le aplican los criterios de valoración, homogeneidad, horizonte económico y extensión, los cuales constituyen la base conceptual para la determinación de los indicadores de rentabilidad económica. Dichos indicadores se obtienen mediante la utilización de una metodología basada en el análisis beneficio-costos de las inversiones por realizar.

Por otra parte, se realizan análisis de sensibilidad a la inversión, consagrándose un gran apartado a la generación de nomogramas (gráficas), que establecen de manera conservadora las fronteras de rentabilidad para una serie de condiciones económicas y de operación previamente establecidas.



Abstract

The identification and treatment of the explanatory variables involved in appraisal of projects represent the theoretical base of any methodology that looks for profitability indicators. These indicators represent an important tool for the people who make decisions about investment in rural road infrastructure looking for the optimization of the available resources.

This work carry out the identification of the variables then, it is applied several criteria to the variables such as valuation, homogeneity, project term in order to obtain the profitable indicators of an investment project. These indicators are estimated with a methodology based on the Cost-Benefit Analysis for the upcoming investments.

In the other hand, there is a sensibility analysis about to economical profitability. A set of graphics are generated to establish a quite conservative manner, to achieve a profitable boundary for a set of economical and operative conditions, which have been established previously.

Resumen Ejecutivo

La optimización de recursos económicos destinados a la rehabilitación de caminos rurales constituye una preocupación de los responsables de la programación de inversiones en obras de este tipo, en los diferentes niveles de gobierno (Federal, Estatal y/o Municipal).

En el presente trabajo, se exponen los distintos criterios que intervienen en todo estudio de factibilidad económica de obras de infraestructura, aplicándose éstos a las variables que intervienen en proyectos como la rehabilitación de caminos rurales, entre las cuales se encuentran la producción agrícola en el área de influencia del mismo, el costo de operación de los vehículos que circulan por caminos rurales, los costos derivados de las distintas políticas de conservación y el valor del tiempo de los operadores y de los pasajeros que utilizan este tipo de obras para desplazarse .

La valoración, la homogeneidad, el horizonte económico y la extensión de las variables que intervienen en el análisis beneficio-costos de los proyectos de rehabilitación, permiten determinar los indicadores de factibilidad de los proyectos susceptibles de ser incluidos en el programa anual de inversiones de cada uno de los niveles de gobierno a que nos hemos referido.

Una vez realizada la parte conceptual de los distintos criterios que intervienen en la evaluación económica, se procedió a efectuar la valoración de cada una de las variables identificadas con objeto de proporcionar los elementos de análisis para elaborar una metodología de evaluación, aplicable tanto a las condiciones Nacionales, como a condiciones prevalecientes en regiones diferentes a las de México.

En los cuadros y figuras se muestran algunos resultados que se obtienen de la aplicación de una metodología concebida para el caso de México. Asimismo, en diversos anexos se muestran los elementos de análisis que sirvieron de base para estimar los beneficios derivados de la valoración de las distintas variables que intervienen en el proceso de evaluación.

Por otra parte, se realizan análisis de sensibilidad a la inversión, consagrándose un gran apartado a la generación de nomogramas (gráficas), que establecen de manera conservadora las fronteras de rentabilidad para una serie de condiciones económicas y de operación previamente establecidas.

La metodología se presenta de manera sencilla y amigable, en la que el usuario de la misma puede interpretar claramente los resultados que se obtienen como producto de su aplicación.

Introducción

El presente proyecto ha sido desarrollado con la óptica de proporcionar los elementos de análisis necesarios a los profesionales que tienen bajo su responsabilidad la programación de inversiones de infraestructura para el transporte en el medio rural, sobre todo en lo relativo a la rehabilitación de caminos, fundamentalmente de aquellos en cuyas zonas de influencia se encuentran localizadas actividades de cierta importancia económica que demandan de la existencia de vías de comunicación transitables en toda época del año.

Es conveniente mencionar, que la metodología desarrollada ha sido concebida con el propósito de dar respuesta a los requerimientos de evaluación económica de este tipo de obras y cuyas fuentes de financiamiento son principalmente instituciones internacionales de crédito, entre las que pueden ser mencionadas el Banco Mundial (BIRF) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), para el caso de México.

El trabajo ha sido dividido en nueve apartados o secciones, en los que se tratan algunos conceptos básicos sobre la evaluación de proyectos, aspectos de producción de la zona de influencia del camino, los costos de operación vehicular del tránsito usuario y potencial, los costos de conservación del camino por rehabilitar y el tiempo de recorrido. Se consagra un apartado a los resultados del análisis de rentabilidad de los proyectos de inversión, así como un apartado al que se ha denominado Intervalos de confianza de rentabilidad económica, el cual consta de una serie de nomogramas producto de varias ejecuciones iterativas (corridas) del modelo propuesto, los cuales serán de gran ayuda para un análisis previo y conservador de rentabilidad. Los apartados finales contemplan algunos aspectos relativos a la sistematización de la metodología propuesta, así como las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

Por otra parte, en el apartado identificado como “Determinación de Indicadores Económicos”, se presenta un análisis de sensibilidad a la inversión con el fin de conocer cual es el costo de inversión que puede soportar el o los proyectos en estudio.

El apartado identificado como “Intervalos de confianza de rentabilidad”, es creado atendiendo dos aspectos: el cálculo de beneficios debidos a los ahorros derivados de los costos de operación vehicular y de conservación del camino, y el máximo costo de inversión que acepta el proyecto para que

sea rentable, considerando una tasa de actualización previamente establecida.

Los datos utilizados en la actualización de costos de conservación, así como los de operación vehicular, responden a una indagación sobre los mismos realizada en julio de 1999, por lo que para actualizar dichos valores en un futuro deberá realizarse una operación similar o bien aplicar los índices de precios al consumidor, publicados normalmente por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en la revista "El Mercado de Valores" de Nacional Financiera.

La metodología ha sido realizada en una hoja de cálculo, la cual resulta amigable, aún para las personas que cuentan con poca o nula experiencia en la evaluación de proyectos.

Si bien la metodología ha sido concebida para el caso Mexicano, todos los criterios y variables identificados en la misma, son aplicables a otros países, en función de la disponibilidad de información económica de las regiones de interés, así como de la actualización adecuada de los costos de construcción, conservación y sobre todo de los costos de operación del parque vehicular de cada nación.

Es conveniente señalar que el análisis ha sido efectuado tomando como unidad monetaria el peso mexicano, sin embargo todos los algoritmos desarrollados pueden aceptar otras unidades monetarias diferentes. La adaptación podrá aplicarse a casos particulares de distintas regiones.

La generación automatizada de los nomogramas de rentabilidad, permiten al analista de proyectos de inversión conocer de manera previa si el conjunto de proyectos por evaluar cumplen con ciertos parámetros mínimos de rentabilidad, para poder ser evaluados posteriormente en forma particular.

Esta evaluación proporcionará los elementos necesarios para llevar a cabo la programación de inversiones de proyectos de infraestructura para el transporte rural en el corto, mediano y largo plazos.

1 Generalidades sobre el proceso de Evaluación de Proyectos

En el proceso de evaluación de proyectos, se tiene que partir de una base que la constituye el proyecto. Es necesario tener una concepción acerca del mismo, así como de las diversas etapas que lo conforman, para de esta manera poder comprender y analizar los diversos resultados que puedan obtenerse de la aplicación de los distintos métodos que se emplean en su evaluación.

Todo estudio económico de un proyecto tiene por objeto evaluarlo, en otras palabras, calificarlo y compararlo con otro, para encontrar entre ellos ventajas o desventajas que puedan influir en el momento en que se realice la asignación de recursos, estableciendo así un orden de importancia. En otros términos, deben establecerse cuáles son los patrones de comparación que se van a utilizar y en qué forma podrán ser medidos.

En todo caso, se tratará de señalar el máximo de las ventajas y el mínimo de las desventajas. Estas ventajas o desventajas resultarán cualitativa y cuantitativamente distintas de acuerdo con el criterio de evaluación que se seleccione.

Existen varios criterios que intervienen en el proceso de evaluación, los cuales pueden ser de tipo económico, social o financiero. En nuestro caso nos referiremos a aquellos que intervienen en el análisis de tipo económico.

En el caso de evaluación de proyectos de rehabilitación de caminos rurales se recurre normalmente a la teoría económica relativa al análisis Beneficio-Costo.

Es conveniente señalar que el análisis Beneficio-Costo tiene sus orígenes en la Economía pura, específicamente en la microeconomía.

Para la microeconomía el aspecto más importante en el análisis Beneficio-Costo, es optimizar la utilidad neta de la inversión de las empresas, centrandose fundamentalmente su atención en los precios de mercado y los beneficios directos de los inversionistas. Para los proyectos en los que el inversionista es el gobierno en sus distintos niveles, el análisis de referencia tiene por finalidad cuantificar los beneficios que obtendrá la colectividad, con una óptica regional situada entre la microeconomía y la macroeconomía.

Los proyectos de caminos rurales constituyen un ejemplo claro del grupo de proyectos que deben ser estudiados con una visión nacional o regional, en otros términos, con una visión intermedia entre la microeconomía y la macroeconomía, es decir, recurriendo a elementos de economía regional y, por que no, también de carácter espacial; en donde los criterios que predominan en el análisis son los que contemplan el beneficio colectivo de una población determinada, así como los costos de oportunidad (el no llevar a cabo una inversión en el lugar y momento adecuados puede traer consigo mayores costos) y no solamente los efectos directos debidos al proyecto sino también aquellos considerados como indirectos.

“La evaluación de proyectos consiste en la aplicación de patrones o normas que proporcionan indicadores para la apreciación comparativa de las ventajas y desventajas de los proyectos considerados, de manera que pueda justificarse cualquier preferencia o selección de proyectos”¹.

La evaluación de proyectos reviste gran importancia desde el punto de vista práctico, ya que contribuye con la formación de bases para la futura elaboración de programas de inversión a nivel regional y/o nacional.

¹ ONU.- Pautas para la evaluación de proyectos, 1976.- in Torres Vargas G. “Evaluación de Proyectos de Infraestructura Carretera”, Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, UNAM 1981

2 Criterios que deben ser tomados en cuenta en el proceso de evaluación económica

La amplia gama de consideraciones que pueden hacerse en el estudio de los proyectos, da lugar al gran número de criterios de evaluación que se han propuesto en la práctica, todos ellos tomados de las diversas opiniones acerca de qué es lo que debe medirse y cómo debe llevarse a cabo esta medición.

A estos aspectos comunes suele considerárseles como problemas de valoración y extensión, agregándoseles el horizonte económico, ya que se presenta implícitamente en todos los criterios de evaluación.

2.1 Horizonte Económico

Este aspecto generalmente se define como el lapso que transcurre desde la investigación previa de un proyecto hasta la medición, mediante proyecciones, de los efectos que cause en el sistema económico dicha inversión en caso de realizarse.

Dentro de las etapas que abarca el horizonte económico pueden citarse la investigación, la recopilación de información, el procesamiento y análisis de datos relacionados directa o indirectamente con el propio proyecto, la fijación del lapso de vida útil que es el que presenta mayores problemas y, finalmente, los efectos económicos de la inversión en el presente y el futuro.

2.2 Valoración

Este aspecto es muy importante en todo proceso de evaluación. Consiste en la indagación de precios de los bienes y servicios que acompañan al proyecto, los cuales permiten obtener el coeficiente que servirá como base de comparación.

Esta valoración puede llevarse a cabo de dos maneras, la primera de ellas consiste en aplicar los precios que rijan en el mercado para los bienes y servicios y la segunda considera el valor social de los mismos. La aplicación de uno u otro, estará en función del objetivo de la evaluación, de los elementos que se consideran y de la información de que se disponga.

La valoración a precios de mercado no presenta dificultad ya que lo único que se tiene que hacer es investigar el valor comercial de los bienes y servicios en el momento de estudio y tomarlos en consideración durante la evaluación.

La aplicación de los precios sociales (enfoque neoclásico), presenta dificultades, tanto teóricas como prácticas, ya que los precios de mercado deben ser modificados. Existen varias maneras de efectuar dichas modificaciones; pero existen dos que no son excluyentes: la primera consiste en eliminar de estos precios los impuestos, subsidios y transferencias de cualquier tipo; la segunda, consiste en emplear en la valoración los llamados costos de oportunidad.

En caso de que los impuestos y subsidios influyan directamente sobre ciertos bienes y servicios, la eliminación de ellos es relativamente sencilla pues lo único que se tiene que hacer es sustraer de su valor comercial el monto que represente el gravamen y de esta forma obtener el valor que efectivamente tiene para la comunidad, debido al esfuerzo colectivo que representa. Asimismo, se deberán tener mayores consideraciones en dicha corrección cuando se trate de determinar las influencias indirectas de los subsidios o impuestos.

La determinación de los costos sociales producto de la resta de los impuestos y subsidios a los precios de mercado resulta incompleta en general, no siendo aceptada regularmente por las instituciones de crédito internacional, las cuales constituyen la fuente más importante de recursos para obras de infraestructura de países en vías de desarrollo como México. El problema que se plantea, es el del uso alternativo de los recursos y el desplazamiento de los niveles de menor productividad a los de mayor productividad mediante la utilización del concepto de costo de oportunidad, por lo que las instituciones de crédito solicitan el análisis de beneficios y costos derivados de los proyectos a precios actualizados.

2.3 Homogeneidad

Debido a que las posibilidades de inversión, en lo que a evaluación de proyectos se refiere, presentan un comportamiento distinto en la distribución temporal de los costos, beneficios y diferentes lapsos de vida útil de los proyectos, es necesario reducir las características determinantes de los mismos, a magnitudes económicas comparables. De los métodos de equivalencia más usuales podemos citar el del valor actualizado.

El valor actualizado se obtiene mediante la aplicación de una tasa de descuento, conocida también como tasa de actualización, misma que hace posible sumar los costos de la inversión con todos los costos y beneficios anuales, permitiendo establecer un patrón de comparación entre proyectos, aún y cuando la vida útil de las distintas alternativas sea diferente.

El flujo de beneficios y costos anuales, se puede reducir al equivalente de un solo pago efectuado junto con la inversión inicial.

2.4 Extensión

El problema de extensión de un efecto consiste en determinar la amplitud con que se consideran las repercusiones económicas del proyecto. Hacia atrás, son los efectos que se presentan en relación con el origen de los insumos necesarios a la realización del proyecto y, hacia delante son los beneficios obtenidos por la colectividad, después de empezar a operar el proyecto. El objetivo de dicha extensión es en síntesis, reconocer y cuantificar las repercusiones económicas dentro del criterio de evaluación adoptado.

La extensión se manifiesta como el periodo de recuperación de la inversión, permitiendo a los responsables de la toma de decisiones saber en que momento y en que proyectos conviene llevar a cabo la inversión requerida.

En todo proceso de evaluación de proyectos de infraestructura para el transporte, se requiere tomar en cuenta los factores que puedan ser relevantes para la fundamentación de evaluaciones de este tipo.

Los factores que intervienen en todo proceso de evaluación de proyectos de infraestructura carretera, se seleccionan de acuerdo a los efectos que dichos proyectos pueden traer consigo y los que se desean obtener en una región determinada.

En el análisis económico propuesto para el estudio de rentabilidad de rehabilitación de caminos rurales, se estudian los distintos factores según la estructura propuesta en la concepción de la metodología de evaluación desarrollada.

Durante el desarrollo de la metodología propuesta, el horizonte económico considerado ha sido fijado en 10 años, la valoración es realizada a precios de mercado llevándose a cabo ésta en la determinación de los beneficios producidos por cada aspecto que influye en la rentabilidad del mismo; la

homogeneidad se realiza en el flujo de costos y beneficios totales derivados del proyecto, en el apartado relativo a la determinación de los indicadores de rentabilidad económica.

3 Valoración de los beneficios debidos al incremento en la producción de la zona de influencia del camino

Para el desarrollo de este apartado, se revisaron algunos conceptos básicos de economía espacial, sobre todo de los que tienen relación con el espacio rural.

Robert Badouin¹ nos permite tener una aproximación del concepto de espacio rural tal y como se concibe en un país como el nuestro, es decir como un suelo que es susceptible de considerarse como un capital agrícola; en donde la presencia de infraestructura como el camino, condiciona la localización de ciertas actividades agropecuarias, debido a la accesibilidad con que cuentan las explotaciones, parcelas, ejidos y caseríos.

La distancia por recorrer puede determinar diferencias de densidad en la localización de las actividades las cuales dan origen a las relaciones de producción que traen consigo las relaciones sociales que son determinantes en la localización de las poblaciones.

De lo anterior podemos concebir al espacio rural como un valor, ya que es productor de bienes o generador de satisfactores. Este espacio puede proporcionar, por lo tanto, rentabilidad económica, diferenciada por la desigualdad de fertilidad de tierras y por la diversidad de sus aptitudes agronómicas.

Sin embargo esta diferenciación provoca también costos, tales como los de equipamiento y de transporte.

¹ BADOUIN Robert.- Economie et aménagement de l'espace rural.- Presses Universitaires de France (PUF), París, Francia, 1979. "El espacio rural constituye una realidad en la que la complejidad es asociada a una variedad de aspectos:

a).- El espacio rural está constituido, ante todo por suelos, compuestos de tierras arables, las cuales representan un potencial productivo. El espacio rural se confunde a simple vista con el espacio agrícola útil. Se recae constantemente en el concepto de capital agrícola puesto que la capacidad productiva no es debida únicamente a los factores naturales, sino que en ella interviene también el trabajo humano.

b).- El espacio rural puede ser considerado como una distancia por recorrer; aspecto que trae consigo la noción de costo de transporte. En razón del costo de recorrido, proximidad y vecindad, se puede determinar la localización de actividades de las que se obtengan mayores beneficios".

En la medida que se logre generar un número considerable de satisfactores para la población empezando por la autosuficiencia alimentaria, en esa misma medida se irá conformando un espacio viable.

La viabilidad de una región estará en función, ante todo, de su capacidad para alimentar a su población. Resulta innegable que el desempeño de la vocación productiva de las distintas regiones que constituyen un país, depende de su accesibilidad para poder hacerles llegar los insumos requeridos por dicha vocación.

El rehabilitar la estructura física de un camino trae consigo un incremento en la producción, aunque no necesariamente la apertura de nuevas áreas de cultivo en las regiones agrícolas. Dicho incremento es susceptible de obtenerse al mejorar los rendimientos de las superficies que se encuentran en explotación.

Una adecuada accesibilidad otorga a la región la posibilidad de contar con asistencia técnica, utilización de semillas mejoradas y de fertilizantes químicos que le permitan lograr el incremento de la producción deseada.

Una vez realizada la revisión conceptual sobre el espacio rural se procedió a analizar la forma en que intervienen los factores relativos a la producción agrícola con el fin de incorporarlos a la metodología de evaluación propuesta, tomando en cuenta los preceptos siguientes:

- Si el camino no se rehabilita, la zona de influencia del mismo difícilmente obtendrá mejores rendimientos en la producción de las tierras de cultivo, pudiendo ocasionar una depresión económica en ésta. Esta situación caracteriza la situación sin proyecto.
- El poder atender la rehabilitación de un camino, abre la posibilidad de expectativas de producción que requiere la población que año con año se incrementa. Es por ello que al estimar los beneficios debidos al incremento de la producción, se considera que éste será similar al crecimiento anual de la población, lo que conlleva a considerar que en la condición con proyecto el incremento anual refleja el crecimiento que presenta la población en la región en que se encuentra el camino.

Es conveniente señalar que este tipo de beneficios empiezan a presentarse en el quinto año posterior a la puesta en operación del camino rehabilitado, por considerar que en los primeros años el excedente de ingresos debido a

la producción, se reinvierte para garantizar la consolidación de las áreas de cultivo.

Para la estimación del valor de la producción en las condiciones sin y con proyecto, se requieren como datos la población beneficiada dentro del área de influencia del camino, la tasa de crecimiento anual de la población, los productos más representativos, la superficie cultivada por tipo de cultivo (Ha.), el rendimiento de estas superficies (Ton./Ha.) y el precio regional por producto expresado en (\$/Ton.).

3.1 Determinación del valor de los insumos, a partir del consumo intermedio de la producción bruta en la zona de influencia del camino

La estimación de los insumos necesarios para la producción se realizó a partir del consumo intermedio necesario en la producción bruta agrícola del área de influencia del camino. El consumo intermedio se compone de dos partes, una que se refiere al consumo de insumos y otra que se refiere a las erogaciones que se realizan para pagar los distintos impuestos derivados de la actividad agropecuaria. A partir de la información disponible por rama de la actividad económica nacional, es posible estimar el peso que tienen los insumos en la producción bruta de una zona determinada.

El Sistema de Cuentas Nacionales de México¹, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en su apartado de Cuentas de Producción, presenta para el periodo 1990-1997 los valores básicos de producción de la actividad económica (Producción Bruta), los de consumo intermedio (los cuales están integrados por los insumos y los impuestos) así como el valor agregado (Producto Interno Bruto).

La información consultada muestra que cerca del 12.05% del consumo intermedio, corresponde al rubro de impuestos de los productos.

Por otra parte, la rama de agricultura contribuye con casi un 70% del PIB del sector agropecuario (agricultura, silvicultura, ganadería y pesca).

Si al rubro de Consumo Intermedio (reportado para el sector agropecuario) le sustraemos la parte correspondiente a impuestos, la diferencia representará el valor de los insumos necesarios para la producción, la que en promedio arrojó una participación del 28% de la producción bruta total,

¹ INEGI.- Sistema de Cuentas Nacionales de México, Estadísticas de Contabilidad Nacional. México, D.F. 1998

por lo que se estima que los insumos necesarios para la producción agrícola representan cerca del 20% de la producción bruta mencionada, porcentaje que es utilizado para estimar el valor de los insumos necesarios para la producción dentro del área de influencia del camino.

Con la información relativa a la superficie de producción de los distintos productos regionales, los rendimientos de las superficies de cultivo y el valor regional de los diversos productos de la zona, es posible determinar el valor de la producción bruta y a partir de ésta estimar el monto de sus insumos.

3.2 Determinación del consumo doméstico de la población

Un aspecto importante a ser tomado en cuenta es el consumo doméstico de la población, mismo que se determinó de acuerdo al siguiente procedimiento:

Si se considera que para garantizar la constitución de un espacio viable, éste debe ser capaz de alimentar a su población y que cerca del 27% de la población total de México se encuentra localizada en el medio rural, entonces una parte equivalente del autoconsumo nacional de la producción agrícola estará consagrada al consumo doméstico de la población rural.

De acuerdo con los datos obtenidos del Banco de Información Económica del INEGI, los insumos del sector agropecuario representan el 28% del valor de su producción bruta y el valor de la producción destinada al consumo doméstico representa, por lo tanto, el 72% restante. Asimismo, se observa que la agricultura participa en promedio (1990-1997) con un 70% de la producción agropecuaria, por lo que se estima que el valor de los insumos necesarios para la producción agrícola representan un 20% de su producción bruta. Partiendo de la misma base, podemos establecer que el 13.3 % de la producción agrícola se destina al consumo doméstico de la población localizada en el medio rural, toda vez que el 50.4 % de la producción bruta agrícola es destinada al autoconsumo nacional y que en 1995, un 26.5 % de la población nacional se localiza en el medio rural, (según la información publicada por el INEGI en el "Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 1997"). En el Anexo 1 se muestra con detalle el procedimiento utilizado en la determinación de los valores relativos a los distintos tipos de consumo que han sido descritos.

Una vez obtenidos los rendimientos económicos bajo las condiciones con y sin proyecto, se procede a calcular los beneficios que se espera obtener a partir del año 5 durante el horizonte económico del proyecto, el cual ha sido

3 Valoración de los beneficios debidos al incremento en la producción de la zona de influencia del camino

fijado en 10 años. En los cuadros 3.1 y 3.2, se consignan los resultados relativos al valor de la producción y de los beneficios obtenidos por incremento en la producción respectivamente.

Cuadro 3.1 Valor de la producción

NOMBRE DE LA OBRA Localidad Origen - Localidad Destino
ENTIDAD FEDERATIVA Nombre de la Entidad

AÑO	POBLACION EN MILES DE HABITANTES	SUPERFICIE CULTIVADA (HA)							
		SIN PROYECTO				CON PROYECTO			
		MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA
0	5.600	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
1	5.757	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
2	5.918	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
3	6.084	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
4	6.254	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
5	6.429	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
6	6.609	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
7	6.794	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
8	6.984	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
9	7.180	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
10	7.381	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400

AÑO	RENDIMIENTO DE LA PRODUCCION (TON/HA)							
	SIN PROYECTO				CON PROYECTO			
	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA
0	0.955	0.305	0.292	2.025	0.955	0.305	0.292	2.025
1	0.955	0.305	0.292	2.025	0.982	0.314	0.300	2.082
2	0.955	0.305	0.292	2.025	1.009	0.322	0.309	2.140
3	0.955	0.305	0.292	2.025	1.037	0.331	0.317	2.200
4	0.955	0.305	0.292	2.025	1.067	0.341	0.326	2.262
5	0.955	0.305	0.292	2.025	1.096	0.350	0.335	2.325
6	0.955	0.305	0.292	2.025	1.127	0.360	0.345	2.390
7	0.955	0.305	0.292	2.025	1.159	0.370	0.354	2.457
8	0.955	0.305	0.292	2.025	1.191	0.380	0.364	2.526
9	0.955	0.305	0.292	2.025	1.224	0.391	0.374	2.596
10	0.955	0.305	0.292	2.025	1.259	0.402	0.385	2.669

AÑO	VALOR DE LA PRODUCCION (MILES DE \$)								VALOR TOTAL DE LA PRODUCCION (MILES DE \$)	
	SIN PROYECTO				CON PROYECTO				S/PROYECTO	C/PROYECTO
	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA		
0	7.611	3.449	1.289	2.914	7.611	3.449	1.289	2.914	15.263	15.263
1	7.611	3.449	1.289	2.914	7.824	3.545	1.325	2.996	15.263	15.690
2	7.611	3.449	1.289	2.914	8.043	3.645	1.362	3.080	15.263	16.129
3	7.611	3.449	1.289	2.914	8.268	3.747	1.400	3.166	15.263	16.581
4	7.611	3.449	1.289	2.914	8.500	3.852	1.440	3.254	15.263	17.045
5	7.611	3.449	1.289	2.914	8.738	3.959	1.480	3.346	15.263	17.523
6	7.611	3.449	1.289	2.914	8.982	4.070	1.521	3.439	15.263	18.013
7	7.611	3.449	1.289	2.914	9.234	4.184	1.564	3.536	15.263	18.518
8	7.611	3.449	1.289	2.914	9.492	4.301	1.608	3.635	15.263	19.036
9	7.611	3.449	1.289	2.914	9.758	4.422	1.653	3.736	15.263	19.569
10	7.611	3.449	1.289	2.914	10.031	4.546	1.699	3.841	15.263	20.117

Cuadro 3.2 Beneficios por incremento de la producción

NOMBRE DE LA OBRA **Localidad Origen - Localidad Destino**
ENTIDAD FEDERATIVA **Nombre de la Entidad**

AÑO	COSTO DE INSUMOS PARA LA PRODUCCION (MILES DE \$)								COSTO DE LA PRODUCCION (MILES DE \$)	
	SIN PROYECTO				CON PROYECTO				S/PROYECTO	C/PROYECTO
	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA		
0	1.522	0.690	0.258	0.583	1.522	0.690	0.258	0.583	3.053	3.053
1	1.522	0.690	0.258	0.583	1.735	0.786	0.294	0.664	3.053	3.480
2	1.522	0.690	0.258	0.583	1.954	0.886	0.331	0.748	3.053	3.919
3	1.522	0.690	0.258	0.583	2.180	0.988	0.369	0.835	3.053	4.371
4	1.522	0.690	0.258	0.583	2.411	1.093	0.408	0.923	3.053	4.835
5	1.522	0.690	0.258	0.583	1.748	0.792	0.296	0.669	3.053	3.505
6	1.522	0.690	0.258	0.583	1.796	0.814	0.304	0.688	3.053	3.603
7	1.522	0.690	0.258	0.583	1.847	0.837	0.313	0.707	3.053	3.704
8	1.522	0.690	0.258	0.583	1.898	0.860	0.322	0.727	3.053	3.807
9	1.522	0.690	0.258	0.583	1.952	0.884	0.331	0.747	3.053	3.914
10	1.522	0.690	0.258	0.583	2.006	0.909	0.340	0.768	3.053	4.023

AÑO	CONSUMO DOMESTICO MILES DE \$		COSTO DE LA PRODUCCION MILES DE \$		PRODUCCION EXPORTABLE MILES DE \$		BENEFICIOS DE PRODUCCION	
	S/PROYECTO	C/PROYECTO	S/PROYECTO	C/PROYECTO	S/PROYECTO	C/PROYECTO	MILES DE PESOS	MILES DE DOLARES
0	2.030	2.030	3.053	3.053	10.180	10.180	0.000	0.000
1	2.030	2.030	3.053	3.480	10.180	10.180	0.000	0.000
2	2.030	2.030	3.053	3.919	10.180	10.180	0.000	0.000
3	2.030	2.030	3.053	4.371	10.180	10.180	0.000	0.000
4	2.030	2.030	3.053	4.835	10.180	10.180	0.000	0.000
5	2.030	2.331	3.053	3.505	10.180	11.688	1.507	0.162
6	2.030	2.396	3.053	3.603	10.180	12.015	1.835	0.197
7	2.030	2.463	3.053	3.704	10.180	12.351	2.171	0.233
8	2.030	2.532	3.053	3.807	10.180	12.697	2.517	0.270
9	2.030	2.603	3.053	3.914	10.180	13.053	2.872	0.308
10	2.030	2.676	3.053	4.023	10.180	13.418	3.238	0.347

4 Estimación de los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación vehicular

La estimación en términos monetarios de los beneficios que se obtienen por ahorros en los costos de operación vehicular, se determinan con base en los costos de operación por tipo de vehículo del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) usuario del camino por rehabilitar, ante situaciones sin y con proyecto, es decir mediante la diferencia de los costos de operación en la situación actual y los costos de operación en el camino totalmente rehabilitado. Los costos de operación de ambas situaciones se calculan a partir de los costos de operación base (costos de operación por tipo de vehículo en condiciones ideales de operación), a los cuales se les aplica un factor de corrección que toma en cuenta el tipo de terreno y el Índice Internacional de Rugosidad (IIR).

4.1 Costo de operación vehicular base

El costo de operación vehicular base, es determinado tomando como punto de partida, un camino en óptimas condiciones, es decir un camino recto, sin pendientes verticales, sin grados de curvatura ni sobre-elevaciones y alojado en terreno plano.

El modelo utilizado en la estimación de estos costos es el Vehicle Operating Costs (VOC) desarrollado por el Banco Mundial, el cual fue adaptado para las características de los vehículos que circulan por la red carretera de México y que es conocido bajo las siglas VOCMEX, mismo que ha servido de fundamento para otros estudios realizados por este Instituto Mexicano del Transporte, entre los cuales pueden citarse los siguientes: “Elementos de Proyecto y Costos de Operación en Carreteras”¹ y “Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras”², los cuales constituyen el fundamento bibliográfico y metodológico para el cálculo de los costos de operación estimados para el estudio que nos ocupa.

¹ Aguerrebere S. R., Cepeda N. F., De Buen R.O. y Rico R. A.- Publicación N° 20 “Elementos de Proyecto y Costos de Operación en Carreteras”, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1991.

² Aguerrebere S. R., Cepeda N. F., De Buen R.O. y Rico R. A.- Publicación N° 30 “Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras”, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1991.

En el anexo 2 se presentan los insumos necesarios para la determinación de los costos de operación base y en el anexo 3 se muestran las bases de datos corregidas, mismas que fueron elaboradas con cifras correspondientes al mes de julio de 1999. Esta base de datos se elaboró a partir de la metodología contenida en el apéndice B de la Publicación No. 30 “Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras”³, editada por el Instituto Mexicano del Transporte en 1991.

La estimación de los costos de operación base se realizó para tres tipos de vehículos modelo 1990, ya que se consideró como hipótesis de partida, que la flota vehicular que circula por este tipo de caminos, esta constituida por modelos con antigüedades de 10 a 12 años en promedio. Esta consideración facilitó el acceso a la información, sobre todo en lo que a características de operación mecánica de los vehículos se refiere.

4.2 Costos de operación vehicular corregidos

El Análisis sobre los costos de operación se realiza para las condiciones **sin y con proyecto**, las que requieren como insumo la información relativa al Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) que circula actualmente en el camino en estudio, la composición vehicular de dicho tránsito, la tasa de crecimiento regional del tránsito, el tipo de terreno en que se localiza el camino y la calificación del estado superficial (IIR), para ambas condiciones.

Para la determinación de los costos anuales de operación vehicular, es necesario contar con una base de datos que contenga los costos de operación base por tipo de vehículo y los factores de corrección que relacionan el estado superficial del camino con el tipo de terreno para cada tipo de vehículo; obteniéndose con ellos los costos de operación corregidos para distintas condiciones de operación (distintos índices internacionales de rugosidad de la superficie de rodamiento y distintos tipos de terreno) por kilómetro recorrido.

Cuando se trata de caminos rurales revestidos, se recomienda utilizar en la situación sin proyecto un Índice Internacional de Rugosidad (IIR) de 12 mm/m y para la situación con proyecto un índice de rugosidad equivalente de 8 mm/m, ya que después de ser rehabilitada la superficie de rodamiento y aplicar una política de conservación adecuada, los caminos presentan mejores niveles de servicio en su operación. Esta consideración se hace

³ Op. Cit.

debido a que las velocidades de proyecto de este tipo de caminos no exceden los 70 Km/h.

Este rango que corresponde a caminos no pavimentados rugosos se muestra en la Figura 1, la cual ha sido tomada de la publicación técnica N° 30 ya referida.

En lo que a caminos pavimentados se refiere, el rango adoptado se ubica entre los 10 y 6 mm/m para las condiciones sin y con proyecto respectivamente.

Una vez identificados los elementos que intervienen en la determinación de los costos de operación vehicular, se procede a la estimación de los mismos en forma anualizada, por tipo de vehículo para ambas situaciones.

4.3 Ahorros anuales y totales en costos de operación vehicular

La diferencia de los costos de operación de los distintos vehículos en la situación sin proyecto y de aquellos relativos a la situación con proyecto, permiten al analista conocer los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación para cada año del horizonte económico del proyecto.

En el cuadro 4.3.1, se muestran los costos de operación para los distintos tipos de vehículos en un horizonte económico de diez años. Esta tabla considera la evolución (crecimiento) del tránsito a una tasa media anual determinada (del 2% para el ejemplo que se muestra en la tabla referida), misma que se obtiene del crecimiento regional del tránsito en las carreteras próximas al camino. Esta tasa de crecimiento no deberá ser mayor a la media nacional (3%).

La tasa de crecimiento se aplica al Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), obtenido de aforos en el camino que se pretende mejorar, con el propósito de estimar el tránsito a lo largo del horizonte económico del proyecto, empleando la siguiente expresión:

$TDPA_j = TDPA_0(1+i)^n$; en donde $TDPA_j$ representa el tránsito diario promedio anual en el año j , $TDPA_0$ es el tránsito actual del camino, i es la tasa de crecimiento anual del tránsito y n el periodo de tiempo que hay entre el $TDPA_0$ y $TDPA_j$, el cual podrá ser menor o igual al horizonte económico del proyecto (H).

Una vez hecha la proyección del tránsito diario promedio anual se procede a aplicar el porcentaje de participación que tiene cada tipo de vehículo en el mismo. Esta participación se obtiene de la composición vehicular obtenida del aforo disponible (% A, %B y %C).

Al contarse con la proyección del TDPA por tipo de vehículo, se obtiene el número de automóviles, autobuses y camiones usuarios del camino en forma anual, los cuales al multiplicarse por el costo de operación corregido, (Anexo 3) conforme al tipo de terreno y el índice internacional de rugosidad (IIR) de la superficie de rodamiento, se obtiene el costo de operación anual por tipo de vehículo, en el horizonte económico considerado en el análisis (10 años).

Las expresiones siguientes permiten determinar los costos de operación del flujo vehicular, en forma anual y por tipo de vehículo:

$$\text{Automóviles (A)} = (\text{TDPA}_j) * (\% \text{ A}) * (365) * (L) * (\text{Costo de Operación de } A_{xy}),$$

$$\text{Autobuses (B)} = (\text{TDPA}_j) * (\% \text{ B}) * (365) * (L) * (\text{Costo de Operación de } B_{xy}),$$

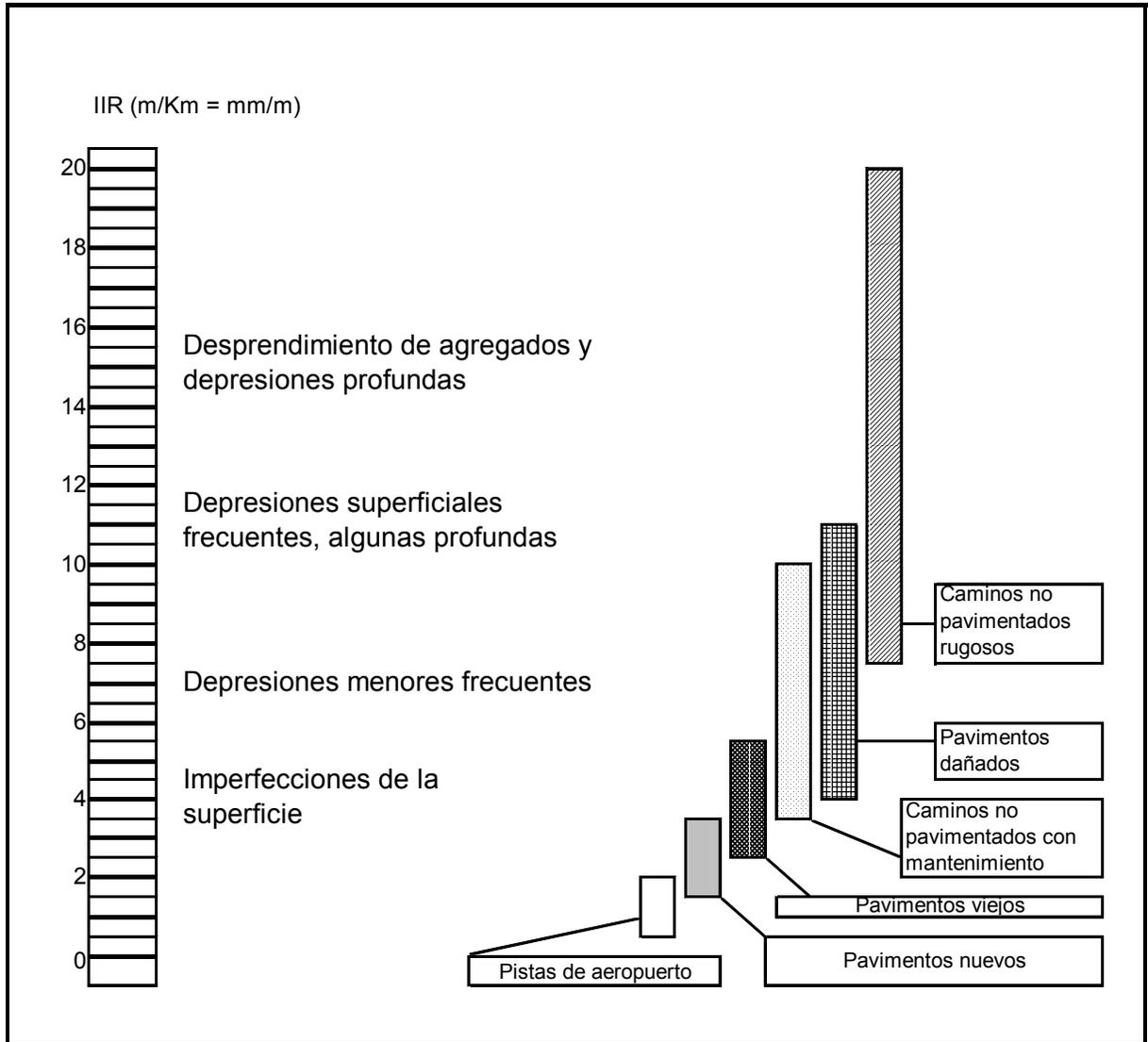
$$\text{Camiones (C)} = (\text{TDPA}_j) * (\% \text{ C}) * (365) * (L) * (\text{Costo de Operación de } C_{xy}).$$

En donde L es la longitud del camino a rehabilitar, X representa el tipo de terreno en que se localiza el camino en estudio e Y representa el IIR de la superficie de rodamiento.

Los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación para cada tipo de vehículo, se obtienen por diferencia entre la situación sin proyecto y la situación con proyecto. Al sumar estos ahorros se obtienen los beneficios totales en forma anual, tal y como se aprecia en la parte inferior del cuadro 4.3.1 de este apartado.

El diagrama de flujo que se muestra en la figura 2 es el que se ha utilizado en la determinación de los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación.

Figura 1 ESCALA DEL INDICE INTERNACIONAL DE RUGOSIDAD



Fuente: Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements. Technical Paper 46. World Bank Washington, D. C. In: Aguerrebere S. R., Cepeda N. F., De Buen R.O. y Rico R. A.- Publicación Técnica N° 30 "Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras", Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1991.

Cuadro 4.3.1 Costos de operación vehicular

NOMBRE DE LA OBRA
ENTIDAD FEDERATIVA

Localidad de Origen - Localidad de Destino
Entidad Federativa

AÑO	COSTOS DE OPERACION VEHICULAR					
	SIN PROYECTO (Mex \$)			CON PROYECTO (Mex \$)		
	AUTOMOVIL	AUTOBOS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0	369,057.975	141,059.972	2,000,851.850	369,057.975	141,059.972	2,000,851.850
1	376,439.135	143,881.172	2,040,868.887	310,831.171	128,798.222	1,790,346.204
2	383,967.917	146,758.795	2,081,686.264	317,047.795	131,374.186	1,826,153.128
3	391,647.276	149,693.971	2,123,319.990	323,388.750	134,001.670	1,862,676.190
4	399,480.221	152,687.850	2,165,786.389	329,856.525	136,681.703	1,899,929.714
5	407,469.826	155,741.607	2,209,102.117	336,453.656	139,415.337	1,937,928.308
6	415,619.222	158,856.439	2,253,284.160	343,182.729	142,203.644	1,976,686.874
7	423,931.606	162,033.568	2,298,349.843	350,046.384	145,047.717	2,016,220.612
8	432,410.239	165,274.240	2,344,316.840	357,047.311	147,948.671	2,056,545.024
9	441,058.443	168,579.724	2,391,203.176	364,188.258	150,907.645	2,097,675.925
10	449,879.612	171,951.319	2,439,027.240	371,472.023	153,925.798	2,139,629.443

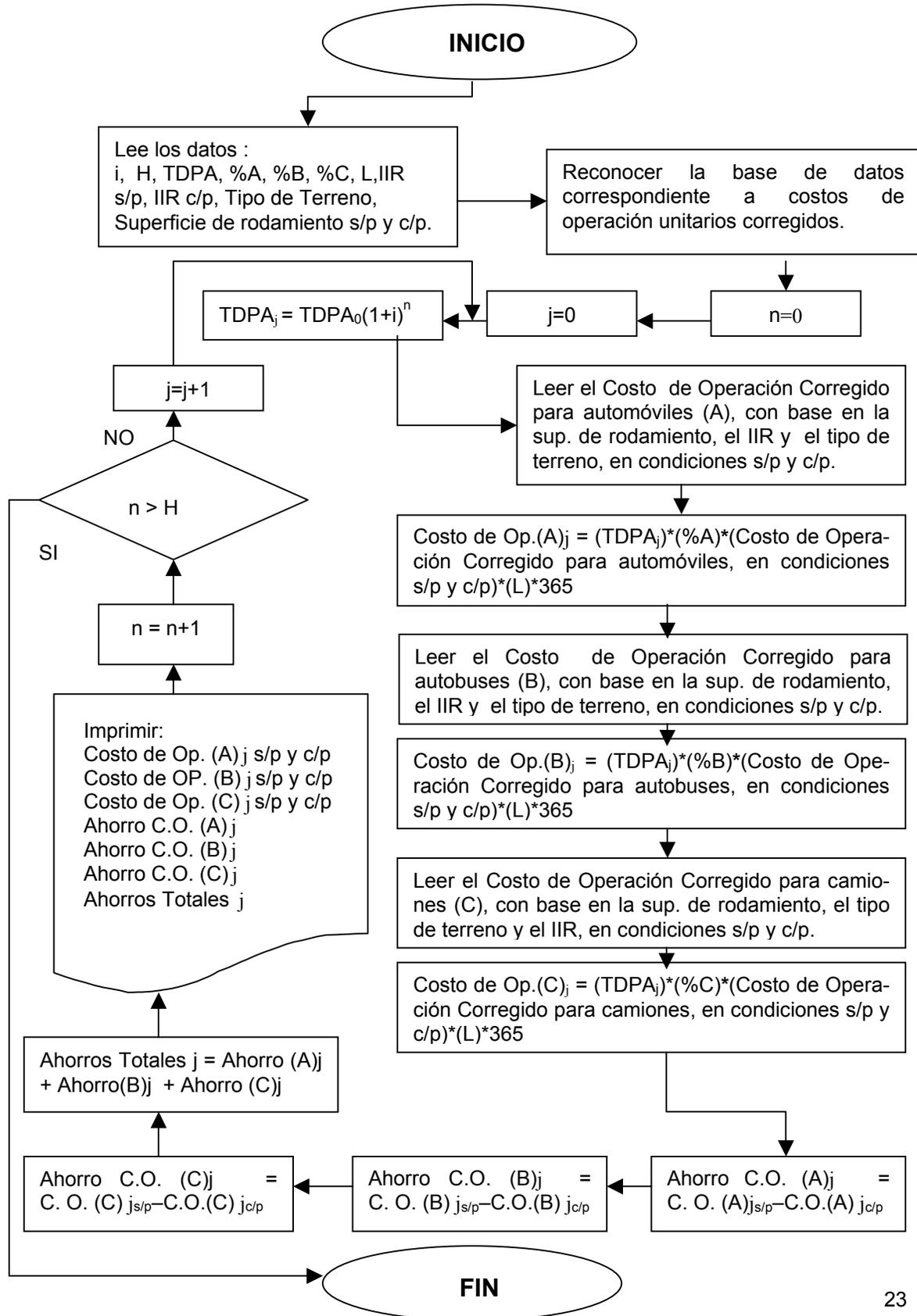
NOMBRE DE LA OBRA
ENTIDAD FEDERATIVA

Localidad de Origen - Localidad de Destino
Entidad Federativa

BENEFICIOS DEBIDOS A LOS AHORROS EN COSTOS DE OPERACION

AÑO	AHORROS EN COSTOS DE OPERACION (Mex \$)			AHORROS TOTALES	
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	Mex \$	USD\$
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	65,607.963	15,082.950	250,522.683	331,213.596	35,537.940
2	66,920.123	15,384.609	255,533.137	337,837.868	36,248.698
3	68,258.525	15,692.301	260,643.799	344,594.625	36,973.672
4	69,623.696	16,006.147	265,856.675	351,486.518	37,713.146
5	71,016.170	16,326.270	271,173.809	358,516.248	38,467.409
6	72,436.493	16,652.795	276,597.285	365,686.573	39,236.757
7	73,885.223	16,985.851	282,129.231	373,000.305	40,021.492
8	75,362.927	17,325.568	287,771.815	380,460.311	40,821.922
9	76,870.186	17,672.079	293,527.252	388,069.517	41,638.360
10	78,407.590	18,025.521	299,397.797	395,830.907	42,471.127

Figura 2.- Diagrama de flujo para la estimación de los costos de operación vehicular (condiciones sin y con proyecto)



5 Estimación del costo de las distintas políticas de conservación y mantenimiento

En estudios recientes realizados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL¹ de la Organización de Naciones Unidas se ha estimado que en América Latina y el Caribe, las necesidades acumuladas (o atrasadas) de refuerzo, rehabilitación y reconstrucción vial tienen un costo total de al menos 25,000 millones de dólares, lo que significaría un gasto de 2,500 millones de dólares anuales durante la próxima década. Este gasto representa entre el 1 y el 3% del Producto Interno Bruto (PIB) de los países que integran la región.

Por otra parte, una mala gestión en la conservación vial trae consigo fuertes erogaciones para los usuarios de la infraestructura, mismos que se ven reflejados en los costos de operación vehicular.

Una política de conservación inadecuada, puede provocar que por cada unidad monetaria (peso en el caso de México) que se deje de invertir en el mantenimiento de un camino, los usuarios del mismo pagarán alrededor de tres veces ese monto en costos adicionales correspondientes a la operación vehicular. Esto constituye un lastre para la eficiencia de la economía nacional, especialmente en la competitividad de sus exportaciones en los mercados internacionales, de los cuales depende en gran medida el bienestar de la población.

En el caso de los caminos rurales el peso económico a que se ha hecho referencia en el párrafo precedente, conlleva a mayores dificultades para la población que se localiza dentro de su zona de influencia, dada la baja densidad económica de la producción agrícola dentro de la misma y que en la mayoría de los casos, constituye el único ingreso familiar con que cuenta dicha población.

Conservar en buen estado la superficie de rodamiento de un camino rural, trae consigo la posibilidad de comercializar los productos agrícolas que son cultivados dentro de su zona de influencia, garantizando con ello el ingreso familiar de la población dedicada a este tipo de actividades.

¹ SCHLIESSLER A., BULL A.- ONU, CEPAL, División de Transporte y Comunicaciones, "Caminos: Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales". Santiago de Chile, 1992.

Por otra parte, una política de conservación adecuada permitirá abatir los costos de operación de los vehículos que participan en el traslado de bienes y personas, además de incrementar la velocidad de operación que en términos económicos se traduce en una mayor rotación de capital en cualquiera de sus manifestaciones (dinero, fuerza de trabajo y mercancía).

Las políticas de conservación propuestas por diversas agencias internacionales, muestran que las distintas acciones de conservación dependen en gran medida de la intensidad de la precipitación pluvial que se presenta en la región, así como del tipo de terreno en el que se aloja el camino por conservar.

En caminos con bajo volumen de tránsito y cuya superficie de rodamiento es revestida con material pétreo, influye en forma importante el efecto de degradación de la superficie de rodamiento debido a la intensidad con que se presente la precipitación pluvial. Menos agresivo es el efecto que se produce en caminos con superficie de rodamiento pavimentada (asfáltica), este efecto se refleja en un desfase de la periodicidad de la o las acciones de conservación que deben ser aplicadas.

5.1 Política de conservación y mantenimiento para caminos rurales: Criterio del Banco Interamericano de Desarrollo

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) propone las políticas de conservación que se muestran en el cuadro 5.1.1.

El costo de las acciones que se muestra en la tabla, corresponde al costo promedio en México, estimado al 30 de julio de 1999.

La determinación de los costos anuales de conservación se obtiene para las condiciones sin proyecto (situación actual) y con proyecto (en la que se considera la rehabilitación del camino), utilizando la base de datos que se muestra en el cuadro 5.1.1 ya referido.

Las expresiones utilizadas en ambos casos consideran el nivel de precipitación pluvial, el tipo de terreno, la superficie de rodamiento y la longitud del camino por rehabilitar.

5.2 Costo de Conservación Rutinaria (CCR)

Este tipo de conservación se realiza en forma anual y corresponde a la conservación normal de un camino.

En un camino revestido la conservación rutinaria contempla los trabajos de limpieza de alcantarillas, desazolve de cunetas, limpieza del camino (eliminación de la maleza que se encuentra en los hombros del mismo), así como refinamiento o conformación de la superficie de rodamiento utilizando una motoconformadora.

Para la determinación del costo de conservación rutinaria se utiliza la expresión siguiente:

$$CCR_{xyz} = (CCRU_{xyz}) * L$$

En donde CCRU_{xyz} es el costo de conservación rutinaria por kilómetro de longitud con superficie de rodamiento **x**, alojado en una región con nivel de precipitación **y**, así como en un tipo de terreno **z**, y L representa la longitud total del camino.

5.3 Costo de Conservación Periódica (CCP)

La conservación periódica en el caso de caminos revestidos se refiere a recargues de material, el cual se tiende en espesores de 12 ó 21 centímetros dependiendo del daño que pueda presentar el camino. El revestimiento puede ser mejorado utilizando en algunos casos estabilizadores, además se lleva a cabo la limpieza y rehabilitación de las obras de drenaje

Si se trata de caminos cuya superficie de rodamiento es pavimentada, la conservación periódica puede ir desde un riego de sello hasta una sobrecarpeta, dependiendo, al igual que en el caso anterior del daño que presente la superficie de rodamiento, lo cual depende básicamente del nivel de precipitación pluvial de la zona en que se localice el camino. Asimismo, se llevan a cabo trabajos de mantenimiento y limpieza de las obras de drenaje.

La valoración del Costo de Conservación Periódica, se realiza de la manera siguiente:

$$CCP_{xyz} = (CCPU_{xyz}) * L$$

La segunda parte de la expresión contempla el término $CCPU_{xyz}$, el cual corresponde al costo de conservación periódica por kilómetro de longitud para una superficie de rodamiento x , un nivel de precipitación regional y , con tipo de terreno z , por otra parte, el término L representa la longitud total del camino por rehabilitar.

La periodicidad de las acciones de conservación periódica, depende del tipo de superficie de rodamiento y del nivel de precipitación regional, de tal forma que la frecuencia con que se lleva a cabo la acción de conservación varía entre los 3 y los 7 años para el caso de caminos revestidos y de los 3 a los 10 años para el caso de aquellos que cuentan con superficie de rodamiento pavimentada¹.

En la figura 3 se muestra el diagrama de flujo que muestra el proceso de valoración de los trabajos de conservación de un camino que ha sido rehabilitado. Esta secuencia de actividades permite estimar el costo de conservación en las situaciones con y sin proyecto, con base en la política de conservación propuesta por el BID.

Es conveniente señalar que cuando se lleva a cabo la conservación periódica de un camino, no se realiza la conservación rutinaria o normal, debido a que la primera incluye las actividades relacionadas con la segunda.

Por otra parte el módulo de conservación al que nos hemos referido, contempla la estimación de la diferencia en costos de conservación de la situación sin proyecto y de la situación con proyecto, valoración que es de utilidad en la determinación del costo generalizado del transporte indispensable en la obtención de los indicadores de rentabilidad, mismos que son el objetivo final de toda evaluación de proyectos y que será abordado en el apartado relativo a la rentabilidad económica.

En el cuadro 5.3.1 se consigna el flujo sobre los costos de conservación en las situaciones sin y con proyecto, así como la diferencia de costos entre ambas situaciones, para un camino revestido de 25 Km. de longitud, localizado en una zona de precipitación media y en un lomerío abrupto (la).

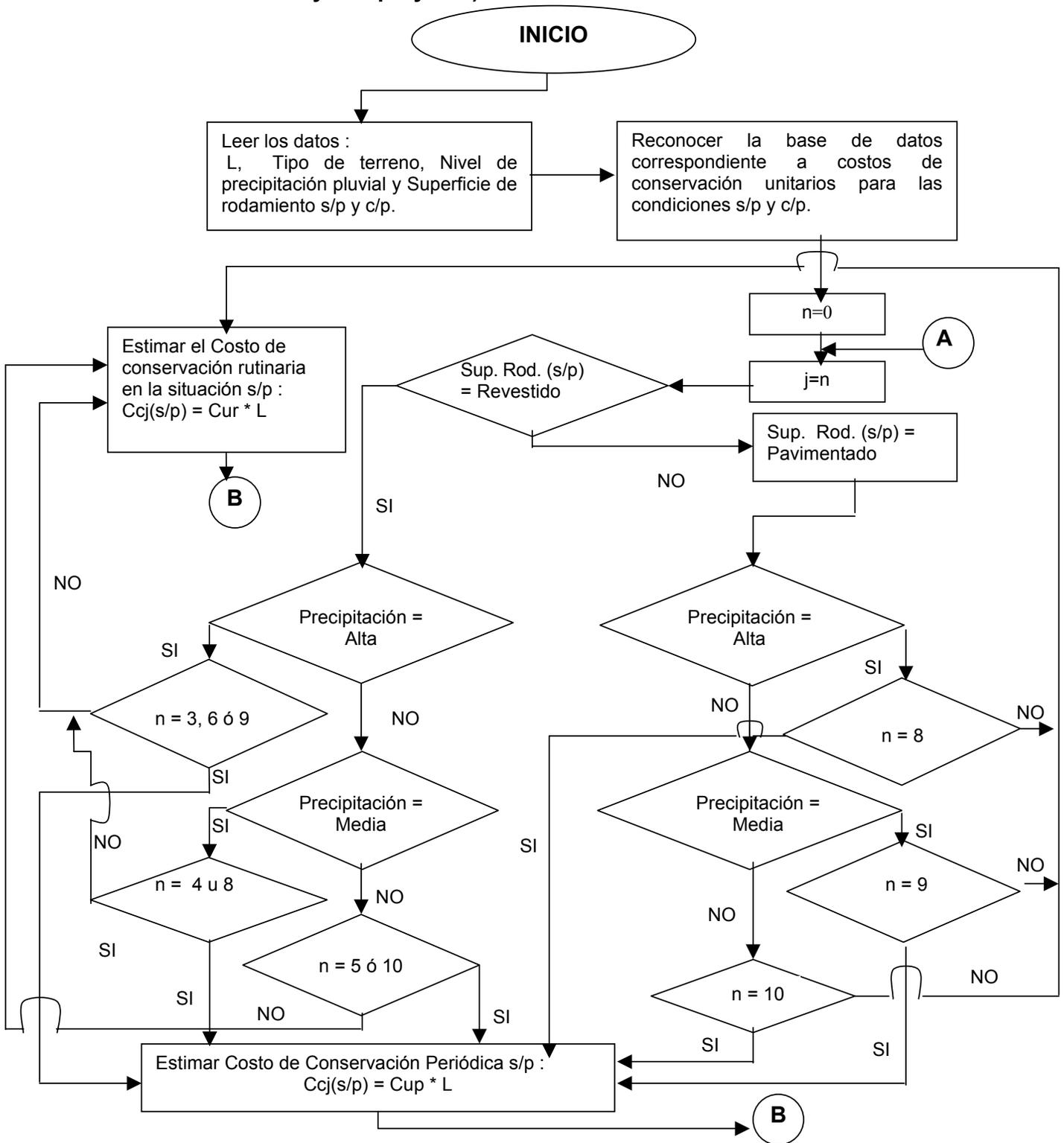
¹ Banco Interamericano de Desarrollo (BID).- Programa de Mejoramiento y Modernización de Caminos Rurales y Carreteras Alimentadoras con financiamiento externo, Parámetros considerados en 1992.

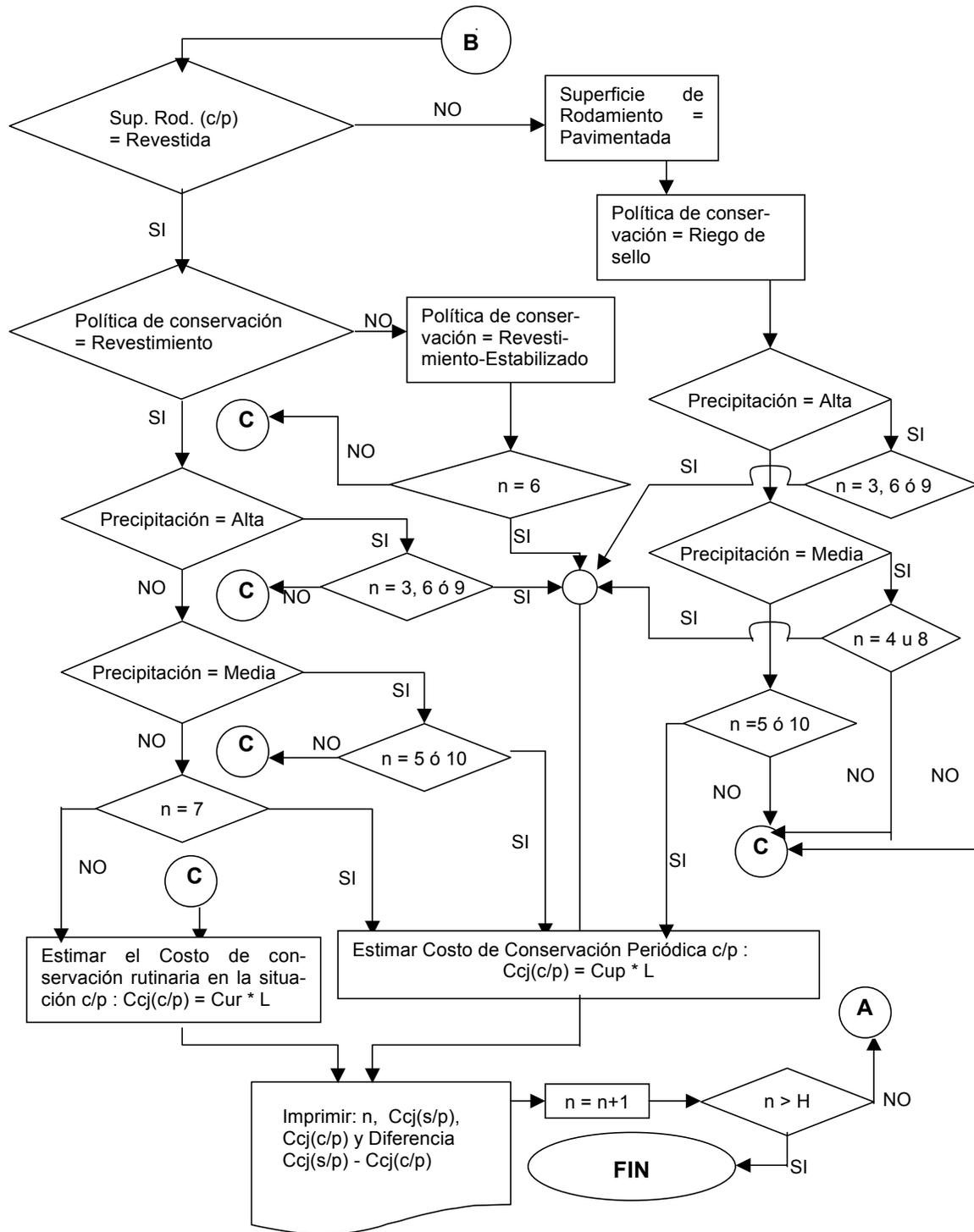
Cuadro 5.1.1 Política de Conservación recomendada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para obras de mejoramiento de caminos rurales

CONSERVACION RUTINARIA							
(CONDICION SIN PROYECTO)							
Superficie de rodamiento	Frecuencia de la acción de conservación según el nivel de precipitación pluvial			Tipo de terreno (Costo en Pesos / Km)			
				Plano (P)	Lomerío Suave (LS)	Lomerío Abrupto (LA)	Montañoso (M)
	Alta	Media	Baja				
Revestido (R)	Anual	Anual	Anual	13.365.96	16.707.45	20.605.86	25.618.09
Pavimentado (P)	Anual	Anual	Anual	17.821.28	22.276.60	27.845.75	34.528.73
(CONDICIÓN CON PROYECTO)							
Superficie de rodamiento	Frecuencia de la acción de conservación según el nivel de precipitación pluvial			Tipo de terreno (Costo en Pesos / Km)			
				P	LS	LA	M
	Alta	Media	Baja				
Revestido (R)	Anual	Anual	Anual	8.019.58	10.024.47	12.252.13	14.479.79
Pavimentado (P)	Anual	Anual	Anual	10.692.77	13.365.96	16.707.45	21.162.77
CONSERVACION PERIODICA							
(CONDICION SIN PROYECTO)							
Superficie de rodamiento	Frecuencia de la acción de conservación según el nivel de precipitación pluvial			Tipo de terreno (Costo en Pesos / Km)			
				P	LS	LA	M
	Alta	Media	Baja				
Revestido (R)	3 Años	4 Años	5 Años	60.146.82	75.183.53	92.447.89	113.610.66
Pavimentado-Sobrecarpeta (SC)	8 Años	9 Años	10 Años	220.538.35	231.676.65	242.814.95	255.067.08
(CONDICION CON PROYECTO)							
Superficie de rodamiento	Frecuencia de la acción de conservación según el nivel de precipitación pluvial			Tipo de terreno (Costo en Pesos / Km)			
				P	LS	LA	M
	Alta	Media	Baja				
Revestido (R)	3 Años	5 Años	7 Años	37.591.76	51.051.29	65.874.14	71.285.12
Revestido Estabilizado (RE)	6 Años	6 Años	6 Años	33.414.90	41.768.63	51.236.18	62.374.48
Pavimentado-Riego de Sello (RS)	3 Años	4 Años	5 Años	69.057.46	72.398.95	75.740.44	79.081.93

Fuente: Banco Interamericano de Desarrollo: Parámetros considerados en el Programa de Mejoramiento y Modernización de Caminos Rurales y Carreteras Alimentadoras, con Crédito Externo (BID)

Figura 3 Diagrama de flujo para la estimación de los costos de conservación rutinaria y periódica (condiciones sin y con proyecto).





Cuadro 5.3.1 Conservación y mantenimiento

NOMBRE DE LA OBRA
ENTIDAD FEDERATIVA

Localidad de origen - Localidad de destino
Nombre del Estado

BENEFICIOS DEBIDOS A LOS AHORROS EN COSTOS DE MANTENIMIENTO

AÑO	COSTOS		BENEFICIOS	
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	Mex \$	USD\$
0	0.000	0.000	0.000	0.000
1	515,146.396	306,303.262	208,843.133	22,408.062
2	515,146.396	306,303.262	208,843.133	22,408.062
3	515,146.396	306,303.262	208,843.133	22,408.062
4	2,311,197.342	306,303.262	2,004,894.080	215,117.391
5	515,146.396	1,646,853.412	-1,131,707.017	-121,427.791
6	515,146.396	306,303.262	208,843.133	22,408.062
7	515,146.396	306,303.262	208,843.133	22,408.062
8	2,311,197.342	306,303.262	2,004,894.080	215,117.391
9	515,146.396	306,303.262	208,843.133	22,408.062
10	515,146.396	306,303.262	208,843.133	22,408.062

6 Valor del tiempo de recorrido

El tiempo de recorrido influye generalmente en la estimación de los beneficios derivados del mejoramiento o rehabilitación de la infraestructura para el transporte. En el caso de los caminos rurales, el tiempo de recorrido es poco significativo, debido fundamentalmente a que los usuarios del mismo son personas que se dedican a actividades agropecuarias con bajo rendimiento económico, por lo que la estimación monetaria (valoración) de los ahorros en tiempo de recorrido, resulta marginal.

A pesar de que el valor del tiempo de recorrido de los usuarios del transporte en el medio rural resulta poco significativo, se presenta en el desarrollo de esta sección una metodología propuesta para su cuantificación.

La estimación del valor del tiempo de recorrido se realiza en dos vertientes, la primera de ellas se refiere al valor del tiempo de los conductores de los distintos tipos de vehículos y la segunda al de los pasajeros. Asimismo, en el caso de transporte de personas es indispensable contar con información sobre el nivel de ocupación promedio por tipo de vehículo (automóviles y autobuses) que integran el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA), información que puede ser obtenida de estudios origen destino regionales, o bien mediante la expansión del aforo muestral realizado durante una semana.

6.1 Estimación del valor del tiempo de recorrido de los conductores

Para la estimación del valor del tiempo de los conductores de vehículos, se optó por estimar el tiempo promedio laborado por los operadores de transporte que se reporta en el Códice 90 “Resultados Definitivos” del XI Censo de Población y Vivienda, 1990.

Por otra parte, se realizó la ponderación del ingreso promedio de los operadores, a partir de la estadística que considera el número de personas ocupadas por rango de ingreso en el rubro “Comunicaciones y Transportes” de la fuente bibliográfica referida en el párrafo anterior.

La estadística disponible proporciona información sobre el número de horas laboradas por semana para diferentes rangos de población ocupada, así

como el ingreso referido a un número determinado de salarios mínimos vigentes.

El análisis anterior arrojó como resultado que el tiempo promedio laborado por los operadores de transporte fue de 178 horas por mes y el ingreso diario fue estimado en 2.96 salarios mínimos.

En el apartado A) del Anexo 4 se muestra el procedimiento seguido en la estimación del valor del tiempo de los conductores necesario para la determinación de los ahorros en tiempos de recorrido.

En el apartado siguiente se presenta la forma en que fue determinado el valor del tiempo de los ocupantes de los distintos vehículos que integran el Tránsito Diario Promedio Anual TDPA.

6.2 Estimación del valor del tiempo de recorrido de los pasajeros

Con base en la misma fuente de información consultada para la determinación del valor del tiempo de recorrido de los conductores, se procedió a determinar el valor del tiempo de los pasajeros.

En este caso se relacionaron los rubros correspondientes al personal ocupado en actividades agropecuarias y los distintos rangos concernientes al número de horas laboradas por semana, con el propósito de estimar el tiempo promedio (ponderado) laborado. Asimismo, se procedió a calcular el ingreso promedio de los trabajadores en actividades de agricultura, ganadería, caza y pesca, relacionando el personal ocupado con los distintos rangos de ingreso, referidos estos últimos a salarios mínimos (S. M.).

Para el caso de los pasajeros se estimó un tiempo promedio laborado de 165 horas por mes con un ingreso aproximado de 1.56 salarios mínimos.

En el apartado B) del Anexo 4, se muestra el procedimiento utilizado en la estimación del valor del tiempo de los ocupantes, que es incluido en el cálculo de los ahorros en tiempo de recorrido de la metodología de evaluación económica de este tipo de proyectos.

Es conveniente señalar que la estimación realizada se hizo utilizando los datos de la estadística nacional, sin embargo, es recomendable realizar el mismo procedimiento con los datos regionales por entidad federativa, de acuerdo al municipio en que se localice el camino.

La estimación del valor del tiempo en sus dos vertientes mencionadas, se realizó considerando únicamente los datos relativos al personal ocupado que tiene remuneración.

6.3 Determinación de los ahorros en tiempo de recorrido

Para determinar el ahorro en tiempo de recorrido es necesario estimar el tiempo de recorrido por tipo de vehículo para las condiciones sin proyecto (condición actual) y con proyecto (llevar a cabo la rehabilitación del camino).

En ambos casos el tiempo de recorrido se obtiene mediante la expresión:

$$t_i = d / v_j$$

En donde:

- t_j = tiempo de recorrido unitario del vehículo i (automóvil, autobús, camión), expresado en horas.
- d = Longitud del camino por rehabilitar
- v_i = velocidad de operación para un vehículo i (automóvil, autobús, camión) .

La velocidad de operación para los distintos tipos de vehículos dependerá del estado superficial del camino (IIR), y del tipo de terreno en que se localice el mismo.

En el Anexo 5, se muestra la base de datos que permite determinar la velocidad de operación para los distintos tipos de vehículos, en superficies de rodamiento con diferente índice internacional de rugosidad (IIR) y para los tipos de terreno en que puedan estar localizados los caminos.

El tiempo de recorrido anual para una composición vehicular dada y un TDPA determinado se estima de la forma siguiente:

$$T_{ij} = [((t_j) * (S_{ci})) + ((t_j) * (S_{pi})) * O_{ci}] * TDPA_j * (\% i) * 365, \text{ en donde :}$$

- T_{ij} = tiempo de recorrido de los vehículos tipo i , en el año j
- t_i = tiempo de recorrido unitario del vehículo tipo i
- S_{ci} = ingreso horario del conductor del vehículo tipo i

- S_{pi} = ingreso horario del pasajero del vehículo tipo i
 O_{ci} = nivel de ocupación del vehículo tipo de vehículo i , en el caso de camiones el nivel de ocupación del vehículo es de cero pasajeros.
 $\% i$ = porcentaje de vehículos i (automóviles, autobuses o camiones).

$TDPA_j$ = Tránsito Diario Promedio Anual en el año j , cuya proyección en el horizonte económico del proyecto, se realiza a partir del $TDPA$ en el año base ($TDPA_0$). Dicha proyección se realiza de la misma forma en que se propuso en el apartado 4.3 “Ahorros anuales y totales en costos de operación vehicular”.

Los beneficios debidos a los ahorros en tiempo de recorrido por tipo de vehículo son calculados mediante la diferencia entre el valor del tiempo de recorrido de la situación sin proyecto y la situación con proyecto.

Los beneficios totales debidos a los ahorros por tiempo de recorrido, se obtienen al sumar los beneficios obtenidos por cada tipo de vehículo en forma anualizada.

A título de ejemplo en el cuadro 6.3.1, se muestra la estimación de los tiempos de recorrido por tipo de vehículo para las condiciones sin y con proyecto y el valor de dichos tiempos expresado en pesos (julio de 1999) y en el cuadro 6.3.2, se ilustran los beneficios obtenidos por los ahorros en tiempo de recorrido para un camino revestido, con índices internacionales de rugosidad de 12 mm/m antes de su rehabilitación y 8 mm/m después de haber sido rehabilitado, con una longitud de 25 Km, localizado en un lomerío abrupto (Ia), un $TDPA$ de 55 vehículos, composición vehicular $A = 2\%$, $B = 4\%$ y $C = 71\%$, con niveles de ocupación de 2.5 ocupantes (1.5 pasajeros y el conductor) por automóvil y 30 ocupantes (29 pasajeros y el conductor) por autobús y considerando un salario mínimo mensual de \$1,102.00 (mil ciento dos pesos 00/100)

Cuadro 6.3.1 Estimación del tiempo de recorrido y su valor por tipo de vehículo

**NOMBRE DE LA OBRA
ENTIDAD FEDERATIVA**

**Localidad de origen - Localidad de destino
Nombre del Estado**

AÑO	TIEMPO DE RECORRIDO EN HORAS					
	SIN PROYECTO			CON PROYECTO		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0	2,613.932	420.419	10,464.941	2,613.932	420.419	10,464.941
1	2,666.211	428.827	10,674.240	2,414.682	365.652	9,377.138
2	2,719.535	437.404	10,887.725	2,462.975	372.965	9,564.681
3	2,773.926	446.152	11,105.479	2,512.235	380.424	9,755.975
4	2,829.404	455.075	11,327.589	2,562.479	388.033	9,951.094
5	2,885.992	464.176	11,554.141	2,613.729	395.793	10,150.116
6	2,943.712	473.460	11,785.224	2,666.004	403.709	10,353.118
7	3,002.587	482.929	12,020.928	2,719.324	411.783	10,560.181
8	3,062.638	492.588	12,261.347	2,773.710	420.019	10,771.384
9	3,123.891	502.439	12,506.574	2,829.184	428.419	10,986.812
10	3,186.369	512.488	12,756.705	2,885.768	436.988	11,206.548

AÑO	VALOR DEL TIEMPO DE RECORRIDO EN (MEX \$)					
	SIN PROYECTO			CON PROYECTO		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0	88,752.822	134,733.208	191,774.164	88,752.822	134,733.208	191,774.164
1	90,527.878	137,427.872	195,609.647	81,987.512	117,181.801	171,839.744
2	92,338.436	140,176.429	199,521.840	83,627.262	119,525.438	175,276.539
3	94,185.204	142,979.958	203,512.277	85,299.808	121,915.946	178,782.070
4	96,068.908	145,839.557	207,582.523	87,005.804	124,354.265	182,357.711
5	97,990.287	148,756.348	211,734.173	88,745.920	126,841.350	186,004.866
6	99,950.092	151,731.475	215,968.857	90,520.838	129,378.178	189,724.963
7	101,949.094	154,766.105	220,288.234	92,331.255	131,965.741	193,519.462
8	103,988.076	157,861.427	224,693.998	94,177.880	134,605.056	197,389.852
9	106,067.838	161,018.655	229,187.878	96,061.438	137,297.157	201,337.649
10	108,189.194	164,239.028	233,771.636	97,982.666	140,043.100	205,364.402

6 Valor del tiempo de recorrido

Cuadro 6.3.2 Determinación de los beneficios debidos a los ahorros en tiempo de recorrido

NOMBRE DE LA OBRA Localidad de origen - Localidad de destino
ENTIDAD FEDERATIVA Nombre del Estado

AÑO	AHORROS EN TIEMPO DE RECORRIDO					
	AHORROS EN TIEMPO (HRS)			VALOR DEL AHORRO EN TIEMPO (MEX \$)		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	251.529	63.175	1,297.102	8,540.366	20,246.070	23,769.903
2	256.560	64.439	1,323.044	8,711.173	20,650.992	24,245.301
3	261.691	65.728	1,349.505	8,885.397	21,064.012	24,730.207
4	266.925	67.042	1,376.495	9,063.105	21,485.292	25,224.811
5	272.263	68.383	1,404.025	9,244.367	21,914.998	25,729.307
6	277.709	69.751	1,432.105	9,429.254	22,353.298	26,243.894
7	283.263	71.146	1,460.747	9,617.839	22,800.364	26,768.771
8	288.928	72.569	1,489.962	9,810.196	23,256.371	27,304.147
9	294.707	74.020	1,519.762	10,006.400	23,721.498	27,850.230
10	300.601	75.500	1,550.157	10,206.528	24,195.928	28,407.234

AÑO	BENEFICIOS POR TIPO DE VEHICULO			COSTOS TOTALES (MEX \$)		BENEFICIOS	
	VALOR DEL AHORRO EN TIEMPO (MEX \$)			SIN PROYECTO	CON PROYECTO	Mex \$	USD\$
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION				
0	0.000	0.000	0.000	415,260.193	415,260.193	0.000	0.000
1	8,540.366	20,246.070	23,769.903	423,565.397	371,009.058	52,556.339	5,639.092
2	8,711.173	20,650.992	24,245.301	432,036.705	378,429.239	53,607.466	5,751.874
3	8,885.397	21,064.012	24,730.207	440,677.439	385,997.824	54,679.615	5,866.912
4	9,063.105	21,485.292	25,224.811	449,490.988	393,717.780	55,773.208	5,984.250
5	9,244.367	21,914.998	25,729.307	458,480.808	401,592.136	56,888.672	6,103.935
6	9,429.254	22,353.298	26,243.894	467,650.424	409,623.979	58,026.445	6,226.013
7	9,617.839	22,800.364	26,768.771	477,003.432	417,816.458	59,186.974	6,350.534
8	9,810.196	23,256.371	27,304.147	486,543.501	426,172.788	60,370.714	6,477.544
9	10,006.400	23,721.498	27,850.230	496,274.371	434,696.243	61,578.128	6,607.095
10	10,206.528	24,195.928	28,407.234	506,199.859	443,390.168	62,809.690	6,739.237

7 Determinación de los indicadores de rentabilidad económica

Realizada la identificación de las variables explicativas que intervienen en el proceso de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales y toda vez que se llevó a cabo su valoración, en un horizonte económico o vida útil de 10 años, sin perder de vista la extensión del proyecto y habiéndose establecido su homogeneidad para distintos criterios y patrones de comparación entre las situaciones sin y con proyecto, se procede a obtener los distintos indicadores de rentabilidad económica utilizando la metodología basada en el análisis Beneficio – Costo de la inversión que se pretende realizar en el proyecto de rehabilitación.

Las ventajas que se presentan en los proyectos de rehabilitación de caminos rurales, se encuentran representadas por la suma de los beneficios debidos al incremento en la producción, los ahorros en costos de operación, en costos de conservación y en tiempos de recorrido.

Por otra parte el costo de inversión, se refiere a la erogación necesaria que deberá realizarse justamente para garantizar la obtención de los beneficios que garanticen su amortización en el horizonte económico establecido.

Los indicadores de rentabilidad comúnmente usados son el Índice de Rentabilidad (IR), el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa de Recuperación de la Inversión o Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Índice de Rentabilidad Inmediata (IRI).

7.1 Índice de Rentabilidad (IR)

El índice de rentabilidad (IR), de la inversión se define como el cociente de la suma de beneficios que se estima serán obtenidos a lo largo de la vida útil (horizonte económico) del proyecto y la suma de los costos de inversión del mismo.

El índice de rentabilidad puede calcularse tomando en cuenta el valor de los beneficios y costos a precios de mercado mediante la siguiente expresión:

$$IR = \frac{\sum_{j=0}^n B_{ij}}{\sum_{j=0}^n C_j}, \text{ en donde :}$$

- IR = Índice de Rentabilidad,
- Bij = Beneficios derivados de los distintos criterios i en el año j
- Cj = Costos de Inversión en el año j.
- j = 0,1,2,...n
- n = Horizonte económico del proyecto

La determinación del índice de rentabilidad a precios de mercado se emplea normalmente cuando el análisis beneficio-costos está orientado básicamente a proyectos de tipo privado, en donde se dispone de capital propio y no tiene que pagarse ningún cargo por financiamiento además de contar con horizontes económicos equiparables.

La estimación del índice de rentabilidad con valores actualizados se realiza cuando se trate de proyectos en los que deba retribuirse un costo originado por financiamiento a la institución (pública o privada) que proporciona el crédito, o bien cuando es necesario tomar en cuenta el llamado costo por externalidades, es decir, cuando parte de los beneficios y/o costos recaen sobre terceros, tal es el caso de obras de infraestructura financiadas con recursos fiscales propios o provenientes de crédito externo, otorgados por instituciones internacionales de crédito, así como en aquellos proyectos cuyo horizonte económico es diferente.

La expresión que se emplea en la obtención del índice de rentabilidad a precios actualizados es la que se muestra a continuación:

$$IR = \frac{\sum_{j=0}^n Bij (1+r)^j}{\sum_{j=0}^n Cj(1+r)^j}, \text{ en donde :}$$

- IR = Índice de Rentabilidad
- Bij = Beneficios derivados de los distintos criterios i en el año j
- Cj = Costos de inversión en el año j
- r = Tasa de actualización
- j = 0,1,2,...n
- n = Horizonte económico

En este caso, es conveniente conocer el flujo de recursos reales (de los bienes y servicios) utilizados o producidos directamente por el proyecto.

Si el índice de rentabilidad es mayor o igual a 1, el proyecto es rentable, ya que el ingreso por los beneficios obtenidos es igual o superior al capital

invertido (costo), garantizándose de esta manera la recuperación de la inversión.

$$IR \geq 1$$

7.2 Valor Presente Neto (VPN)

El responsable de tomar la decisión sobre la conveniencia de efectuar una inversión, deberá analizar si dicha inversión es adecuada desde el punto de vista económico, es decir tiene la obligación de determinar para cada año j del horizonte económico del proyecto los beneficios y los costos generados por éste, actualizándolos con una tasa de descuento o de interés “pertinente”, r .

Los costos corresponden a la adquisición de los insumos a precios de mercado C_j , necesarios para la realización del proyecto y los beneficios representan las ventajas cuyos valores son estimados también a precios de mercado B_j .

Es conveniente señalar que en el caso del análisis económico de proyectos nacionales de infraestructura, la cuantificación de los beneficios incluye una parte de beneficios considerados como externalidades, que pueden ser cuantificables, tal es el caso de los beneficios debidos al incremento de la producción en la rehabilitación de caminos rurales.

Algunos beneficios son fundamentalmente de tipo cualitativo, es decir son intangibles desde el punto de vista económico (monetario), entre ellos se encuentra el nivel de accesibilidad de la población a sus comunidades, y la generación de empleo temporal, considerados como beneficios de tipo social.

Ernesto R. Fontaine al referirse a los principios de economía para la evaluación de proyectos considera lo siguiente: *“Desde el punto de vista de la economía global de un país, la conveniencia de efectuar una inversión deberá considerar los beneficios y costos anuales de la inversión para el país y actualizarlos a una tasa de descuento pertinente para el país. Asimismo, la evaluación privada puede arrojar un resultado distinto, debido a la existencia de costos y beneficios sociales indirectos (externalidades) generados por el proyecto y que, si bien no son considerados o valorados por el inversionista privado, sí afectan a la economía del país; entre éstos,*

hay algunos que no se pueden valorar en términos monetarios (beneficios y costos intangibles)”¹.

El Valor Presente Neto a precios de mercado se determina mediante la expresión siguiente:

$$VPN_m = \left[\sum_{j=0}^n B_{ij} - \sum_{j=0}^n C_j \right], \text{ en donde :}$$

VPN_m = Valor Presente Neto (a precios de mercado)

B_{ij} = Beneficios derivados de los distintos criterios i en el año j (a precios de mercado).

C_j = Costos de Inversión en el año j (a precios de mercado)

j = 0,1,2,...,n

n = Horizonte económico

El Valor Presente Neto a precios actualizados se obtiene utilizando la expresión siguiente:

$$VPN_a = \left[\sum_{j=0}^n B_{ij} (1+r)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+r)^{-j} \right], \text{ en donde:}$$

VPN_a = Valor Presente Neto (Actualizado)

B_{ij} = Beneficios derivados de los distintos criterios i en el año j

C_j = Costos de Inversión en el año j

r = Tasa de actualización.

j = 0,1,2,...,n

n = Horizonte económico

El Valor Presente Neto es otro indicador de rentabilidad económica, en este caso para que un proyecto sea viable económicamente, la suma de beneficios derivados del mismo, debe ser al menos igual al costo de la inversión realizada.

En otros términos:

$$VPN \geq 0$$

¹ FONTAINE E. – Evaluación Social de Proyectos, 12ª. Edición, Ed. Alfaomega-Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 1999.

7.3 Tasa de Recuperación de la Inversión o Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa de recuperación de la inversión o tasa interna de retorno (TIR), se define como la tasa de actualización que debe ser aplicada al flujo de beneficios y costos durante el horizonte económico del proyecto de tal manera que su valor presente neto (VPN) sea igual a cero.

La tasa interna de retorno, se calcula mediante iteraciones sucesivas hasta llegar a encontrar el equilibrio entre el flujo de costos y beneficios actualizados, es decir en el momento en que el valor presente de los beneficios originados por el proyecto sea igual al costo de inversión del mismo.

En la actualidad, su determinación se realiza rápidamente gracias a los avances que han tenido las herramientas de informática en la época reciente.

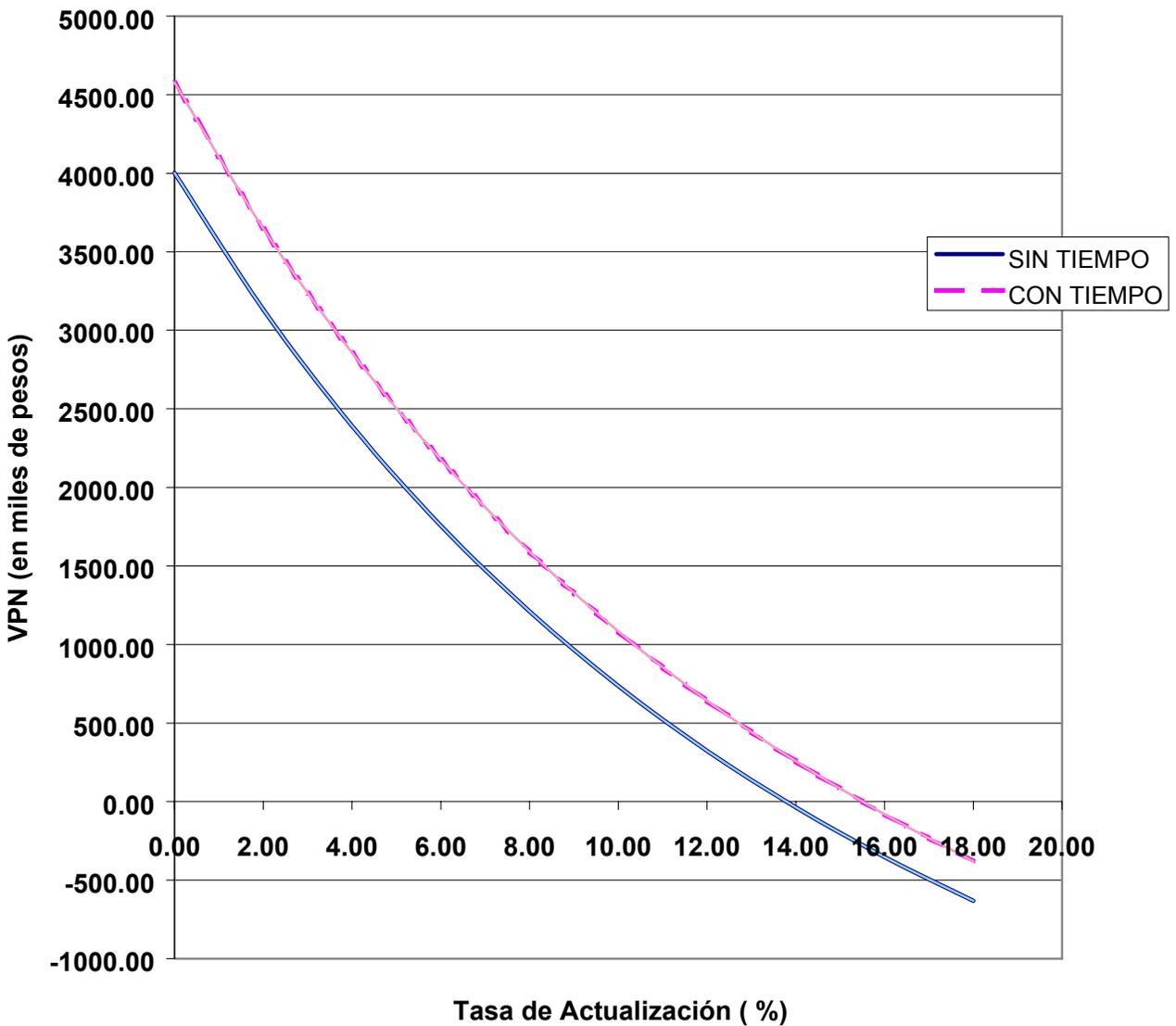
En la figura 4, se muestra el concepto de manera esquemática; las curvas representan el valor presente neto (ordenada) asociado a una tasa de actualización (abscisa) en dos situaciones: la primera de ellas no toma en cuenta los beneficios debidos a los ahorros en tiempo de recorrido y la segunda, incluye estos beneficios; los puntos en que dichas curvas cruzan el eje de las abscisas corresponden a las coordenadas $(X_1, 0)$ y $(X_2, 0)$, en donde X_1 y X_2 representan las tasas de actualización para las que el valor presente neto es igual a cero.

7.4 Índice de Rentabilidad Inmediata (IRI)

El índice de rentabilidad inmediata, es el indicador que muestra la rapidez de recuperación de la inversión en el primer año de operación del proyecto. Este indicador se define como el cociente que resulta de dividir los beneficios obtenidos en el primer año de operación del proyecto entre el costo de inversión del mismo.

Cuando la inversión se realiza en diferentes periodos del horizonte económico del proyecto, el índice de rentabilidad inmediata más representativo es el que se obtiene a precios actualizados. La expresión que se utiliza para su estimación es la siguiente:

Figura 4 Interpretación de la Tasa Interna de Retorno



$$IRI = \left[\sum_{j=n}^{n-1} B_{ij} (1+r)^{-j} \right] - \sum_{j=0}^{n-1} C_j (1+r)^{-j}, \text{ en donde :}$$

- IRI = Índice de Rentabilidad Inmediata (Actualizado)
- B_{ij} = Beneficios derivados de los distintos criterios i en el año j
- C_j = Costos de Inversión en el año j
- r = Tasa de actualización
- j = 0,1,2,...,n
- n = año de puesta de operación del proyecto

Este indicador tiene gran utilidad cuando al jerarquizar los proyectos de una cartera, nos encontramos con dos o más de ellos que tienen el IR, VPN o la TIR similares, ya que nos permite conocer si un gran porcentaje de la inversión realizada será recuperada en el corto plazo.

En los cuadros 7.4.1 y 7.4.2 se presentan los reportes que muestran los flujos de costos y beneficios totales a precios de mercado y a precios actualizados de un proyecto de rehabilitación de caminos rurales y sus indicadores de rentabilidad respectivamente.

7.5 Análisis de Sensibilidad

En la evaluación económica de proyectos realizada con el análisis Beneficio-Costo, es siempre deseable llevar a cabo un análisis de sensibilidad que tome en consideración fundamentalmente, la variación del capital por invertir y el costo financiero del mismo, es decir la tasa de actualización del capital.

Dada la incertidumbre que trae consigo determinar el rango de variación de la tasa de actualización que debe ser aplicable a proyectos de carácter gubernamental, el análisis de sensibilidad que se propone en la metodología desarrollada considera únicamente la variación del monto del capital por invertir, a una tasa de actualización o descuento previamente establecida.

El análisis de sensibilidad propuesto permite calcular los distintos indicadores de rentabilidad que han sido mencionados en este apartado.

Cuadro 7.4.1 Flujo de beneficios y costos del proyecto

NOMBRE DE LA OBRA Localidad de origen - Localidad de destino
ENTIDAD FEDERATIVA Nombre del Estado

AÑO	FLUJO DE BENEFICIOS SIN ACTUALIZAR, EN PESOS (MEX \$) DEBIDOS A LOS AHORROS POR:						
	COSTOS DE INVERSION	COSTOS DE PRODUCCION	COSTOS DE OPERACION	COSTOS DE CONSERVACION	TIEMPO DE RECORRIDO	TOTAL CON T. DE RECORRIDO	TOTAL SIN T. DE RECORRIDO
0	-3,980,518.175	0.000	0.000	0.000	0.000	-3,980,518.175	-3,980,518.175
1	0.000	0.000	331,213.596	208,843.133	52,556.339	592,613.069	540,056.730
2	0.000	0.000	337,837.868	208,843.133	53,607.466	600,288.467	546,681.001
3	0.000	0.000	344,594.625	208,843.133	54,679.615	608,117.374	553,437.759
4	0.000	0.000	351,486.518	2,004,894.080	55,773.208	2,412,153.806	2,356,380.598
5	0.000	1,507.319	358,516.248	-1,131,707.017	56,888.672	-714,794.778	-771,683.450
6	0.000	1,834.571	365,686.573	208,843.133	58,026.445	634,390.723	576,364.278
7	0.000	2,170.987	373,000.305	208,843.133	59,186.974	643,201.399	584,014.425
8	0.000	2,516.822	380,460.311	2,004,894.080	60,370.714	2,448,241.927	2,387,871.213
9	0.000	2,872.341	388,069.517	208,843.133	61,578.128	661,363.120	599,784.992
10	0.000	3,237.815	395,830.907	208,843.133	62,809.690	670,721.546	607,911.855
SUMA	-3,980,518.175	14,139.855	3,626,696.469	4,339,983.077	575,477.251	4,575,778.477	4,000,301.226

AÑO	FLUJO DE BENEFICIOS ACTUALIZADOS AL 12.00 %, EN PESOS (MEX \$) DEBIDOS A LOS AHORROS POR:						
	COSTOS DE INVERSION	COSTOS DE PRODUCCION	COSTOS DE OPERACION	COSTOS DE CONSERVACION	TIEMPO DE RECORRIDO	TOTAL CON T. DE RECORRIDO	TOTAL SIN T. DE RECORRIDO
0	-3,980,518.175	0.000	0.000	0.000	0.000	-3,980,518.175	-3,980,518.175
1	0.000	0.000	295,726.425	186,467.083	46,925.303	529,118.811	482,193.508
2	0.000	0.000	269,322.280	166,488.467	42,735.544	478,546.291	435,810.747
3	0.000	0.000	245,275.648	148,650.417	38,919.870	432,845.935	393,926.065
4	0.000	0.000	223,376.036	1,274,146.433	35,444.882	1,532,967.351	1,497,522.470
5	0.000	855.293	203,431.748	-642,160.954	32,280.160	-405,593.753	-437,873.914
6	0.000	929.451	185,268.199	105,806.431	29,398.003	321,402.083	292,004.080
7	0.000	982.044	168,726.395	94,470.027	26,773.181	290,951.648	264,178.467
8	0.000	1,016.502	153,661.538	809,743.093	24,382.719	988,803.852	964,421.134
9	0.000	1,035.795	139,941.758	75,310.928	22,205.690	238,494.171	216,288.481
10	0.000	1,042.490	127,446.958	67,241.900	20,223.039	215,954.387	195,731.348
SUMA	-3,980,518.175	5,861.575	2,012,176.986	2,286,163.825	319,288.391	642,972.602	323,684.211

Cuadro 7.4.2 Indicadores de rentabilidad económica

INDICE DE RENTABILIDAD = IR, VALOR PRESENTE NETO = VPN, TASA INTERNA DE RETORNO,
INDICE DE RENTABILIDAD INMEDIATA = IRI

Precios de mercado

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
SIN TIEMPO DE RECORRIDO	2.00	4000301.23	13.78	13.57
CON TIEMPO DE RECORRIDO	2.15	4575778.48	15.50	14.89

Precios actualizados

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
SIN TIEMPO DE RECORRIDO	1.08	323684.21	1.59	12.11
CON TIEMPO DE RECORRIDO	1.16	642972.60	3.12	13.29

Como puede apreciarse en el cuadro 7.5.1, la estimación de la TIR para distintos rangos de variación de la inversión, proporciona al analista de proyectos de inversión (rehabilitación de caminos rurales) los elementos suficientes para establecer la viabilidad del proyecto, aún y cuando se le demande un análisis de sensibilidad a distintas tasas de actualización, ya que las distintas tasas internas de retorno calculadas ante la variación de la inversión, constituyen por sí mismas los distintos escenarios para llevar a cabo el análisis de sensibilidad a las tasas mínimas de actualización que garantizan la rentabilidad del proyecto.

7.6 Intervalos de confianza en la rentabilidad económica de proyectos de rehabilitación de caminos rurales

Los intervalos de confianza normalmente se refieren a dos de las variables explicativas que intervienen en la determinación de los indicadores de rentabilidad.

En el caso de rehabilitación de caminos rurales las variables seleccionadas son el TDPA y el costo unitario de la rehabilitación propuesta.

Estas dos variables son las que se utilizan en la construcción de los nomogramas que permiten al analista de proyectos de inversión determinar que proyectos son a priori rentables.

Estos nomogramas se construyen para diversas condiciones, estableciendo su frontera con la determinación de los valores mínimos permisibles de los indicadores de rentabilidad.

Los gráficos que se obtienen representan el máximo costo unitario que soporta un proyecto, dado un TDPA y su composición vehicular para distintos tipos de terreno y distintos niveles de precipitación. Los gráficos, representan las condiciones mínimas que debe reunir un proyecto para que sea rentable, desde el punto de vista económico, es decir, que su tasa interna de retorno (TIR) sea igual a la tasa de descuento establecida.

Por definición, como se ha mencionado en párrafos precedentes, la TIR representa la tasa de actualización para la cual el VPN es igual a cero, es decir, la tasa de actualización o de descuento para la cual la suma de beneficios ($\sum B_{ij}$) es igual a la suma de costos ($\sum C_{ij}$), por lo que el IR a precios actualizados será igual a 1.

Cuadro 7.5.1 Análisis de sensibilidad a la inversión

SENSIBILIDAD A LA INVERSION SIN TIEMPOS DE RECORRIDO

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
50 % DE LA INVERSION	2.16	6294461.47	33.63	24.23
75 % DE LA INVERSION	1.44	7289591.02	21.03	16.15
120 % DE LA INVERSION	0.90	9080824.20	9.73	10.09
150 % DE LA INVERSION	0.72	10274979.65	5.23	8.08
175 % DE LA INVERSION	0.62	11270109.19	2.37	6.92

SENSIBILIDAD A LA INVERSION CON TIEMPOS DE RECORRIDO

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
50 % DE LA INVERSION	2.32	6613749.86	36.37	26.59
75 % DE LA INVERSION	1.55	7608879.41	23.08	17.72
120 % DE LA INVERSION	0.97	9400112.59	11.27	11.08
150 % DE LA INVERSION	0.77	10594268.04	6.61	8.86
175 % DE LA INVERSION	0.66	11589397.58	3.65	7.60

Es conveniente señalar que estos gráficos o nomogramas han sido concebidos de manera conservadora, ya que no se consideran los beneficios debidos al incremento en la producción, ni de aquellos derivados por los ahorros en tiempos de recorrido de sus usuarios; garantizando con ello al analista de proyectos, que si las variables de tránsito y de costo de inversión de un proyecto determinado generan el punto sobre o por debajo de la frontera de rentabilidad, éste será rentable.

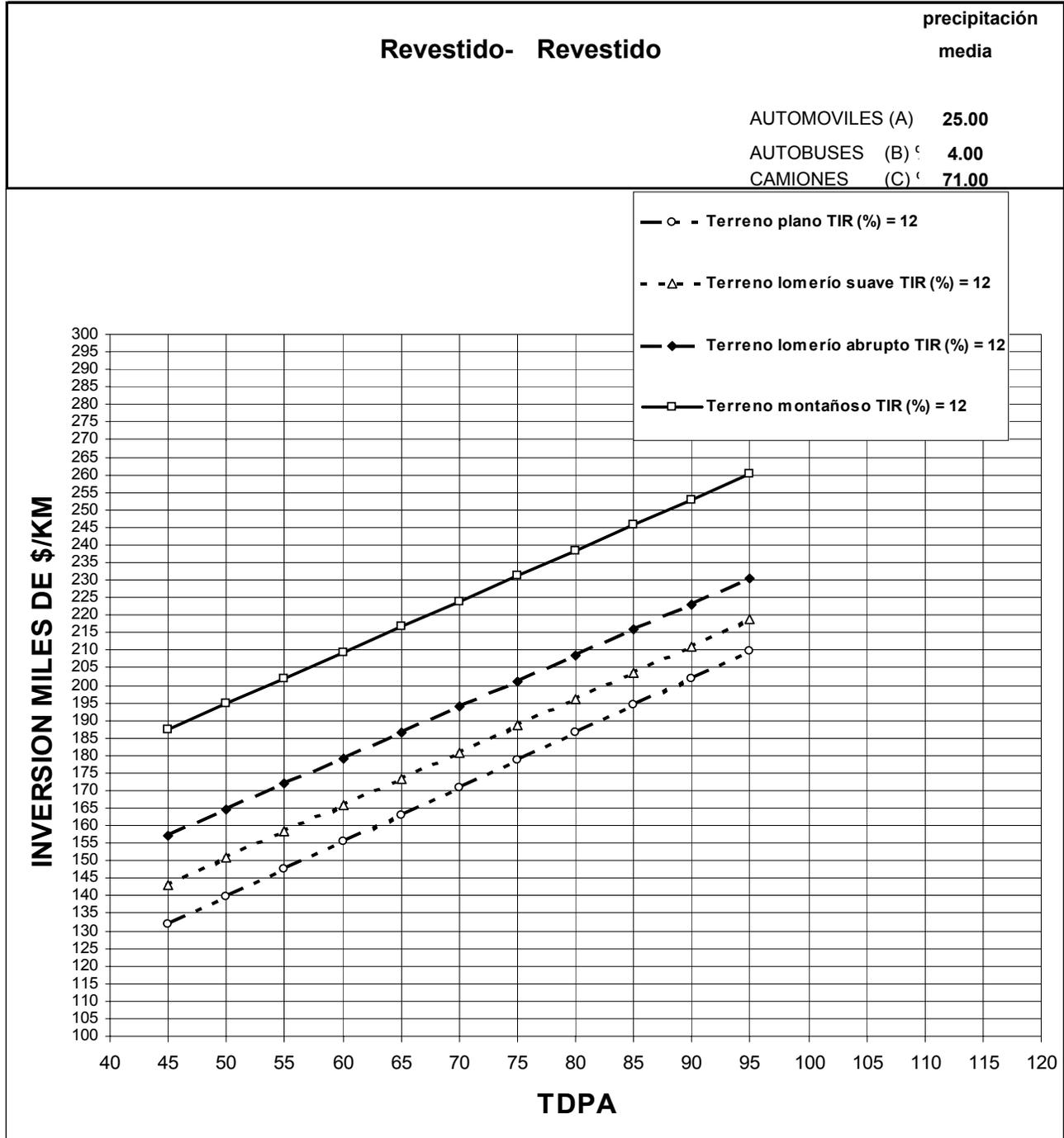
En la figura 5 se muestra el ejemplo sobre el intervalo de confianza de rentabilidad por tipo de terreno para caminos que se encuentran localizados en zonas con precipitación media, en los cuales circula un TDPA del orden de 55 vehículos, con composición vehicular de 25% de automóviles, 4% de autobuses y 71% de camiones, y que debe cubrir una tasa de descuento del 12 %. Asimismo, en el anexo 6 se consignan los nomogramas para los tres tipos de precipitación y para tasas de actualización del 10% y 12 %.

Estos nomogramas son una herramienta de gran utilidad en la toma de decisiones, ya que apoyan a los responsables de elaborar los programas de inversiones de este tipo de obras en la determinación de su rentabilidad económica

Los nomogramas también son de gran utilidad en los programas de obras que son financiados con recursos proporcionados por instituciones internacionales de crédito cuyas tasas de descuento son ya pre-establecidas.

Este tipo de herramientas es útil en la conformación de programas de inversión, no sólo de rehabilitación de caminos rurales sino de cualquier otro tipo de infraestructura.

Figura 5 Intervalos de confianza de rentabilidad económica de proyectos de rehabilitación de caminos rurales.



8 Metodología sistematizada de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales

El análisis de todas las variables explicativas que intervienen en el proceso de evaluación económica, ha permitido sistematizar una metodología sobre rehabilitación de caminos rurales.

La metodología ha sido elaborada en la hoja de cálculo Excel 2000, pero puede ser utilizada en computadoras personales que cuenten con la versión 5.0/95.

El archivo que contiene la metodología de referencia consta de 11 hojas o módulos:

- 1 Datos: Esta hoja contiene los datos de entrada requeridos para realizar la evaluación económica de referencia.
- 2 Producción: Esta es la primera hoja que contiene los resultados relativos al incremento en la producción.
- 3 Operación: En este módulo se reportan los resultados concernientes a los costos de operación de los distintos vehículos que circulan por el camino, así como los beneficios derivados de los ahorros en este tipo de costos, como consecuencia del mejoramiento del camino.
- 4 Conservación: Hoja de resultados que muestra los costos de conservación y mantenimiento de la obra en estudio.
- 5 Tiempos de recorrido: Hoja de resultados que muestra el tiempo de recorrido para distintos tipos de vehículos, su valoración y los beneficios derivados por ahorros de tiempo.
- 6 Rentabilidad: Hoja de resultados en la cual se consignan los indicadores de rentabilidad económica, así como el análisis de sensibilidad a la inversión.
- 7 Ejecución: En esta hoja se reporta el periodo de recuperación de la inversión a precios de mercado y a precios actualizados.

- 8 Informe: Esta hoja contiene el reporte de resultados y pueden ser impresos todos los cuadros y gráficas de la evaluación económica.
- 9 Nomogramas: En esta hoja se reportan los resultados obtenidos de los distintos cálculos consignados en el módulo de Base de Nomogramas. Cabe mencionar que la alimentación de los insumos para generar los distintos gráficos se realiza desde la hoja de datos.
- 10 Base Costo Operación: En este apartado se presenta la base de datos necesaria para realizar la estimación de los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación vehicular.
- 11 Base Costo de Conservación: El módulo consigna la base de datos correspondiente a la periodicidad de aplicación de las distintas políticas de conservación, así como los costos unitarios de éstas. Asimismo, contiene la base de datos relativa a las velocidades de operación de los distintos tipos de vehículos, para varios índices de rugosidad internacional y para diferentes superficies de rodamiento, dichas velocidades son de utilidad en la estimación del tiempo de recorrido de los distintos vehículos usuarios.
- 12 Base Nomogramas: En esta hoja de resultados se muestran los cálculos realizados para la construcción de las gráficas que sirven de apoyo para la construcción de intervalos de confianza de rentabilidad económica.

Como un anexo a esta publicación se incluye una guía para la utilización del modelo “Manual del usuario: Metodología de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales”. Asimismo, se proporciona un diskette de 3 ½” con el archivo **Rehrural**, el cual contiene la metodología desarrollada para la evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales.

9 Conclusiones y recomendaciones

Como se mencionó en el texto del presente estudio, los costos de los insumos de los distintos factores (variables explicativas) que intervienen en la metodología de evaluación económica de proyectos de rehabilitación de caminos rurales, son el resultado de una indagación hecha el mes de julio de 1999, por lo que dichos costos deben ser actualizados periódicamente (al menos cada año) ya sea por investigación directa de los mismos o bien mediante la utilización de deflatores los cuales se determinan a partir de los índices de precios publicados por Banco de México.

Si se recurre al uso de deflatores, es conveniente (en la medida de lo posible), utilizar éstos por tipo de variable.

Cuando no se cuente con la información suficiente para determinar los distintos deflatores, se recomienda actualizar los costos de inversión (reconstrucción, ampliación, modernización) y de conservación a precios de julio de 1999, utilizando el deflactor general, es decir, utilizando el índice general de precios al consumidor, ya que la actualización de algunos costos como los de operación, requiere de un análisis más detallado por el número y naturaleza de las variables que intervienen en su determinación.

La utilización de deflatores, permite utilizar los insumos de la evaluación económica a precios referidos a un mismo año base, permitiendo la determinación de los indicadores de rentabilidad con el mismo nivel de confiabilidad.

Algunos criterios utilizados en la determinación de ciertos aspectos, tales como el incremento a la producción, sobre todo en lo que se refiere a la determinación de los factores aplicables al consumo y excedente de la misma, han sido concebidos tomando como base la información económica existente en México, por lo que si se quieren aplicar a regiones distintas a las de este país, deberán ser tomados en cuenta con la reserva del caso.

Resulta conveniente mencionar que el modelo aquí propuesto, ha sido calibrado considerando la política de conservación recomendada por el BID para este tipo de caminos, sin que ello quiera decir que es la única opción en lo que a conservación y mantenimiento se refiere, por lo que una vez comprendida la mecánica del modelo, los responsables del análisis económico de proyectos podrán incluir la política que rija su programa de inversiones y, en un momento dado, incorporar varias opciones de políticas

de conservación, poniendo especial atención en la construcción de las expresiones matemáticas sobre las condicionantes que las rijan.

La estimación del valor del tiempo de los conductores y de los ocupantes de los distintos vehículos que conforman el tránsito usuario del camino y que permite cuantificar los beneficios debidos a los ahorros en tiempo de recorrido ha sido realizada para el promedio nacional por lo que los costos horarios pueden ajustarse a cada entidad federativa, de acuerdo a lo estipulado en la estadística disponible en cada una de ellas.

En algunos casos y para ciertas condiciones de la superficie de rodamiento, el no llevar a cabo el mejoramiento del camino, con una política adecuada de conservación, puede originar que el costo generalizado de transporte al final del horizonte económico del camino llegue a duplicarse.

Al mejorar las condiciones de operación del camino rural puede observarse una disminución en el costo de operación promedio del orden de 14%.

En el caso del valor del tiempo de recorrido de los distintos usuarios de este tipo de obras, se estima que el ahorro representa un 15 %.

La metodología de evaluación propuesta, permite conocer ciertos resultados intermedios, antes de la determinación de los indicadores de rentabilidad económica, tales como el valor global de la producción, así como por tipo de producto, los costos de operación, los ahorros en costos de operación por tipo de vehículo y total, el costo de conservación para la política propuesta, los tiempos de recorrido para una composición vehicular dada, el valor del tiempo de recorrido y los beneficios derivados de los ahorros por tipo de vehículo y totales; además de poder determinar los indicadores de referencia considerando los beneficios debidos a los ahorros en tiempo de recorrido.

Es conveniente mencionar que la metodología es aplicable solamente a caminos rurales, ya que el criterio que impera en este tipo de caminos es el estado superficial, puesto que este tipo de caminos se caracterizan por no tener importantes volúmenes de tránsito. Si se quiere aplicar la metodología a caminos de mejores especificaciones, deberá tomarse en cuenta el efecto de saturación (nivel de servicio) de la obra que se pretenda analizar, sobre todo cuando se pretendan estimar los beneficios debidos a los ahorros por costo de operación y de aquellos derivados de los ahorros en tiempo de recorrido de los usuarios de la misma.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, puede considerarse que la presente metodología constituye una parte de la metodología de evaluación económica de carreteras de mejores especificaciones, ya que el análisis relativo a los costos de operación, producto del estado físico de la superficie de rodamiento en las condiciones sin y con proyecto, es similar al realizado en la presente metodología. Asimismo, la forma en que se determinó el valor del tiempo de recorrido de los usuarios tiene la misma base conceptual, con la variante de que dicho análisis deberá hacerse para el conjunto de las ramas que conforman la actividad económica nacional.

La metodología constituye una herramienta de gran ayuda en la toma de decisiones por dar la posibilidad de jerarquizar las obras de acuerdo a sus indicadores económicos, permitiendo a los distintos niveles de gobierno elaborar sus programas de inversión de corto, mediano y largo plazos en materia de infraestructura para el transporte rural.

La jerarquización de las obras en un programa de inversiones, deberá tomar en cuenta fundamentalmente cuatro indicadores en el orden en que se propone:

- 1 Tasa Interna de Retorno (precios de mercado)
- 2 Valor Presente Neto (precios actualizados)
- 3 Índice de Rentabilidad (precios actualizados)
- 4 Índice de Rentabilidad Inmediata (precios actualizados)

Por otra parte, esta herramienta metodológica puede ser de gran utilidad en la evaluación económica de proyectos de rehabilitación de caminos rurales, cuyas fuentes de financiamiento sean agencias o instituciones de crédito internacionales, tales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial (BIRF), entre otros.

Referencias Bibliográficas

- 1 **AGUERREBERE SALIDO R., CEPEDA N. F., DE BUEN RICHKARDAY O. y RICO RODRIGUEZ A.**- *Elementos de Proyecto y Costos de Operación en Carreteras*, Publicación N° 20, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1991.
- 2 **AGUERREBERE SALIDO R., CEPEDA N. F., DE BUEN RICHKARDAY O. y RICO RODRIGUEZ A.**- *Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras*, Publicación N° 30, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1991.
- 3 **BADOUIN Robert.**- *Economie et aménagement de l'espace rural.*- Presses Universitaires de France (PUF), París, Francia, 1979.
- 4 **BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO.**- *Programa de Mejoramiento y Modernización de Caminos Rurales y Carreteras Alimentadoras con financiamiento externo*, Parámetros considerados en 1992.
- 5 **DIRECCION GENERAL DE CAMINOS RURALES, SCT .**- *Manual de Proyecto Geométrico de Caminos Rurales.*
- 6 **FONTAINE E.** – *Evaluación Social de Proyectos*, 12ª. Edición, Ed. Alfaomega-Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 1999.
- 7 **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA (INEGI).**- *Sistema de Cuentas Nacionales de México, Estadísticas de Contabilidad Nacional.* México, D.F., 1998.
- 8 **INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA E INFORMATICA (INEGI).**- *Códice 90: Resultados Definitivos del XI Censo de Población y Vivienda, 1990.*
- 9 **MILLER E. J.**- *Desarrollo Integral del Medio Rural*, Fondo de Cultura Económica, México, 1985.
- 10 **MOHRING H.** – *Transportation Economics*, Ballinger Publishing Co., Cambridge, Mass. USA, 1976.
- 11 **NACIONAL FINANCIERA .**- *El Mercado de Valores*, Agosto 1999, México, D. F., 1999.

- 12 **QUINET E.** – *Analyse Economique des Transports*, Presses Universitaires de France, Paris, Francia 1990.
- 13 **ROY B.** – *Méthodologie Multicritère d’Aide à la Decisión*, Ed. Economica, Paris, Francia 1985.
- 14 **SCHLISSLER A., BULL A.- ONU, CEPAL**, División de Transporte y Comunicaciones, *Caminos: Un nuevo enfoque para la gestión y conservación de redes viales*. Ed. LARREA, Santiago de Chile, 1992.
- 15 **SQUIRE Lyn and VAN der TAK Herman G.-** *Economic Analysis of Projects*.-Published for the World Bank, The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA, 1984.
- 16 **TORRES VARGAS G.** -*Evaluación de Proyectos de Infraestructura Carretera*, Tesis Profesional, Facultad de Ingeniería, UNAM, 1981.

Anexos

- 1 Determinación del valor de los insumos para la producción y del consumo doméstico.
- 2 Insumos para el cálculo de los costos de operación base.
- 3 Costos de operación base, factores de corrección y costos de operación corregidos.
- 4 Valor del tiempo de los usuarios del transporte
 - A) Determinación del valor del tiempo de los operadores de transporte.
 - B) Determinación del valor del tiempo de los pasajeros.
- 5 Velocidades de operación para distintas superficies de rodamiento y distintos índices internacionales de rugosidad.
- 6 Intervalos de confianza de rentabilidad económica de rehabilitación de caminos rurales
- 7 Metodología de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales (Manual del Usuario)

Anexo 1

**Determinación del valor de los insumo
para la producción y del consumo doméstico**

Anexo 1 Determinación del valor de los insumos para la producción y del consumo doméstico

DATOS BASICOS

Actividad Económica Total (Miles de pesos a precios de 1993)

Año	Producción en Valores Básicos	Consumo Intermedio		PIB Total a precios de mercado	Valor Agregado (PIB Neto)
		Insumos	Impuestos		
1990	1,771,666,822	630,819,292	91,783,741	1,140,847,530	1,049,063,789
1991	1,858,053,597	669,036,624	95,659,081	1,189,016,973	1,093,357,892
1992	1,935,952,305	703,789,964	99,130,223	1,232,162,341	1,133,032,118
1993	1,975,945,681	719,749,710	101,063,782	1,256,195,971	1,155,132,189
1994	2,083,424,662	771,763,546	105,526,077	1,311,661,116	1,206,135,039
1995	1,967,572,957	736,801,905	99,018,290	1,230,771,052	1,131,752,762
1996	2,096,276,208	802,079,645	104,121,015	1,294,196,563	1,190,075,548
1997	2,262,888,830	881,223,226	111,095,131	1,381,665,604	1,270,570,473

Rama de Actividad Agropecuario Silvicultura y Pesca (Miles de pesos a precios de 1993)

Año	Producción en Valores Básicos	Consumo Intermedio		PIB Total a precios de mercado	Valor Agregado (PIB Neto)
		Insumos	Impuestos		
1990	101,610,944	27,941,527	4,065,472	73,669,417	69,603,945
1991	104,757,777	29,340,692	4,195,142	75,417,085	71,221,943
1992	104,023,147	29,355,269	4,134,748	74,667,878	70,533,130
1993	106,901,324	29,987,660	4,210,723	76,913,664	72,702,941
1994	107,411,187	30,418,103	4,159,180	76,993,084	72,833,904
1995	108,443,964	30,215,161	4,060,594	78,228,803	74,168,209
1996	112,345,137	31,298,569	4,062,987	81,046,568	76,983,581
1997	112,525,217	31,454,053	3,965,388	81,071,164	77,105,776
Promedio	107,252,337	30,001,379	4,106,779	77,250,958	73,144,179

Participación de la agricultura en el PIB del Sector Agropecuario

Año	Consumo Intermedio(Sector Agropecuario)	Impuestos	Participación de los impuestos en	Agricultura Valor Agregado (miles de pesos 1993)	Participación de la agricultura en el sector
1990	32,006,999	4,065,472	12.70	48,509,776	69.69
1991	33,535,834	4,195,142	12.51	48,888,432	68.64
1992	33,490,017	4,134,748	12.35	48,255,307	68.42
1993	34,198,383	4,210,723	12.31	49,659,235	68.30
1994	34,577,283	4,159,180	12.03	50,362,083	69.15
1995	34,275,755	4,060,594	11.85	52,004,445	70.12
1996	35,361,556	4,062,987	11.49	54,565,558	70.88
1997	35,419,441	3,965,388	11.20	54,429,212	70.59
Promedio	34,108,159	4,106,779	12.05	50,834,256	69.47

Fuente : INEGI.- ESTADISTICAS DE CONTABILIDAD NACIONAL; Sistema de Cuentas Nacionales de México.- Banco Electrónico de Información Económica.- <http://www.inegi.gob.mx>

Distribución de la población 1995

Año	Población Total	Población Urbana	Población Rural
1995	91,158,290	67,003,515	24,154,775
1995	100%	73.50%	26.50%

Fuente : INEGI.- ANUARIO ESTADISTICO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 1997.- Aguascalientes, Ags., México, 1998

Determinación del valor de los insumos necesarios para la producción a partir del consumo intermedio

Sector Agropecuario:

Insumos = Participación de los insumos para la Producción Bruta/ Producción Bruta del Sector

$$\text{Insumos} = \frac{30,001,379}{107,252,337} = 28.00 \%$$

Insumos para la Producción de la agricultura:

Insumos= Insumos del Sector Agropecuario X Participación de la Agricultura en el PIB del Sector Agropecuario

$$\text{Insumos} = \frac{28 \times 69.5}{100} = 19.45 \% = 20\%$$

Determinación del consumo doméstico

Consumo=
$$\frac{(\text{Producción Bruta del Sector Agropecuario} - \text{Valor de los Insumos del Sector Agropecuario})}{\text{Producción Bruta del Sector Agropecuario}}$$

$$\text{Consumo} = \frac{107,252,337 - 30,001,379}{107,252,337} = 72.027 \%$$

$$\text{Consumo} = 72.03 \%$$

Participación de la Agricultura en el Sector Agropecuario = 69.50 %
Población Rural en México = 26.5 %

$$\text{Consumo Doméstico} = 69.5\% \times 26.5\% \times 72.03\% = 13.30\%$$

Anexo 2

**Insumos para el cálculo de los
costos de operación base**

Anexo 2 Insumos para el Cálculo de los Costos de Operación Base

Tipo de vehículo y características del equipo con que cuenta		Vehículo ligero	
		Panel (combi) Volkswagen con motor de 75 HP. Llantas normales	
Concepto	Unidad	Cantidad	
Consumos por cada 1000 vehículo-Km			
Consumo de combustible	litros	178.51	
Uso de lubricantes	litros	1.85	
Consumo de llantas	nº llantas nuevas equiv.	0.06	
Tiempo de operador	horas	11.49	
Mano de obra de mantenimiento	horas	2.10	
Refacciones	% precio del vehículo	0.14	
Depreciación	% precio del vehículo	0.53	
Intereses (Tasa real 12%)	% precio del vehículo	0.19	
Costos Unitarios (Pesos, precios 1999)			
Precio de vehículo	\$	40000.00	
Costo de combustibles	\$/litro	4.00	
Costo de lubricantes	\$/litro	17.39	
Costo de llanta nueva	\$/llanta	313.00	
Tiempo del operador	\$/hora	15.74	
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	14.75	
Tasa de interés anual	%	12.00	
Costos indirectos por vehículo-km.	\$	0.36	
Costo de Operación (Pesos por vehículo-km)		\$	1.68
Consumo de combustible	\$	0.71	
Uso de lubricantes	\$	0.03	
Consumo de llantas	\$	0.02	
Tiempo de operador	\$	0.18	
Mano de obra de mantenimiento	\$	0.03	
Refacciones	\$	0.06	
Depreciación	\$	0.21	
Interés	\$	0.08	
Costos Indirectos	\$	0.36	

Fuente: Aguerrebere S. R., Cepeda N. F., De Buen R.O. y Rico R. A.- Publicación Técnica N° 30 "Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras", Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1991.

Los datos relativos a los precios de los insumos del vehículo (Costos Unitarios, precios 1999) fueron obtenidos por el autor mediante indagación directa en el mercado y corresponden al mes de julio de 1999.

Tipo de vehículo y características del equipo con que cuenta		Autobús
		Autobús integral foráneo MASA 2030-F con motor diesel 6V92 TA s/aire acond. Llantas 11,0X22 normales
Concepto	Unidad	Cantidad
Consumos por cada 1000 vehículo-Km		
Consumo de combustible	litros	407.36
Uso de lubricantes	litros	3.37
Consumo de llantas	nº llantas nuevas equiv.	0.24
Tiempo de operador	horas	10.33
Mano de obra de mantenimiento	horas	10.79
Refacciones	% precio del vehículo	0.13
Depreciación	% precio del vehículo	0.06
Intereses (Tasa real 12%)	% precio del vehículo	0.03
Costos Unitarios (Pesos, precios 1999)		
Precio de vehículo	\$	532700.00
Costo de combustibles	\$/litro	3.35
Costo de lubricantes	\$/litro	21.74
Costo de llanta nueva	\$/llanta	1565.21
Tiempo del operador	\$/hora	15.74
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	17.70
Tasa de interés anual	%	12.00
Costos indirectos por vehículo-km.	\$	0.80
Costo de Operación (Pesos por vehículo-km)		
	\$	4.14
Consumo de combustible	\$	1.36
Uso de lubricantes	\$	0.07
Consumo de llantas	\$	0.38
Tiempo de operador	\$	0.16
Mano de obra de mantenimiento	\$	0.19
Refacciones	\$	0.69
Depreciación	\$	0.32
Interés	\$	0.16
Costos Indirectos	\$	0.80

Fuente: Aguerrebere S. R., Cepeda N. F., De Buen R.O. y Rico R. A.- Publicación Técnica N° 30 "Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras", Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1991.

Los datos relativos a los precios de los insumos del vehículo (Costos Unitarios, precios 1999) fueron obtenidos por el autor mediante indagación directa en el mercado y corresponden al mes de julio de 1999.

Tipo de vehículo y características del equipo con que cuenta		Camión de dos ejes	
		Camión pesado dos ejes DINA S-551 con motor Perkins T6-3544HT. Carrocería de estacas 2,44 X 1,80 m X 22 pies. Llantas 11,0 X 20 normal.	
Concepto	Unidad	Cantidad	
Consumos por cada 1000 vehículo-Km			
Consumo de combustible	litros	321.47	
Uso de lubricantes	litros	3.37	
Consumo de llantas	nº llantas nuevas equiv.	0.13	
Tiempo de operador	horas	14.08	
Mano de obra de mantenimiento	horas	8.47	
Refacciones	% precio del vehículo	0.16	
Depreciación	% precio del vehículo	0.09	
Intereses (Tasa real 12%)	% precio del vehículo	0.04	
Costos Unitarios (Pesos, precios 1999)			
Precio de vehículo	\$	160451.00	
Costo de combustibles	\$/litro	3.35	
Costo de lubricantes	\$/litro	21.74	
Costo de llanta nueva	\$/llanta	1565.21	
Tiempo del operador	\$/hora	10.00	
Mano de obra de mantenimiento	\$/hora	14.75	
Tasa de interés anual	%	12.00	
Costos indirectos por vehículo-km.	\$	0.80	
Costo de Operación (Pesos por vehículo-km)		\$	2.88
Consumo de combustible	\$	1.08	
Uso de lubricantes	\$	0.07	
Consumo de llantas	\$	0.20	
Tiempo de operador	\$	0.14	
Mano de obra de mantenimiento	\$	0.12	
Refacciones	\$	0.26	
Depreciación	\$	0.14	
Interés	\$	0.06	
Costos Indirectos	\$	0.80	

Fuente: Aguerrebere S. R., Cepeda N. F., De Buen R.O. y Rico R. A.- Publicación Técnica N° 30 "Estado Superficial y Costos de Operación en Carreteras", Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México, 1991.

Los datos relativos a los precios de los insumos del vehículo (Costos Unitarios, precios 1999) fueron obtenidos por el autor mediante indagación directa en el mercado y corresponden al mes de julio de 1999.

Anexo 3

Costos de operación base, factores de corrección y costos de operación corregidos

Anexo 3: Costos de Operación Base, Factores de Corrección y Costos de Operación Corregidos.

COSTOS DE OPERACIÓN BASE

(AUTOMOVIL)

1.68

**FACTOR DE COSTO DE OPERACIÓN (AUTOMOVIL)
SUPERFICIE PAVIMENTADA**

IRI	P	LS	LA	M
2	1.030	1.115	1.200	1.280
3	1.060	1.140	1.220	1.290
4	1.090	1.170	1.250	1.313
5	1.130	1.213	1.296	1.350
6	1.180	1.259	1.337	1.394
7	1.230	1.311	1.392	1.445
8	1.290	1.368	1.445	1.500
9	1.360	1.437	1.513	1.569
10	1.440	1.515	1.590	1.640
11	1.520	1.595	1.670	1.716
12	1.610	1.680	1.750	1.793

**FACTOR DE COSTO DE OPERACIÓN (AUTOMOVIL)
SUPERFICIE REVESTIDA**

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	1.290	1.368	1.445	1.500
9	1.360	1.437	1.513	1.569
10	1.440	1.515	1.590	1.640
11	1.520	1.595	1.670	1.716
12	1.610	1.680	1.750	1.793

**FACTOR DE COSTO DE OPERACIÓN (AUTOMOVIL)
SUPERFICIE TERRACERÍA**

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	1.290	1.368	1.445	1.500
9	1.360	1.437	1.513	1.569
10	1.440	1.515	1.590	1.640
11	1.520	1.595	1.670	1.716
12	1.610	1.680	1.750	1.793

P= Terreno Plano

LS= Lomerío Suave

LA= Lomerío Abrupto o Fuerte

M= Terreno Montañoso

COSTOS DE OPERACIÓN CORREGIDOS
PESOS (MEX \$)/KM

COSTO DE OPERACIÓN (AUTOMOVIL)
SUPERFICIE PAVIMENTADA

IRI	P	LS	LA	M
2	1.731	1.874	2.017	2.151
3	1.782	1.916	2.051	2.168
4	1.832	1.967	2.101	2.207
5	1.899	2.039	2.178	2.269
6	1.983	2.115	2.247	2.343
7	2.067	2.204	2.340	2.429
8	2.168	2.299	2.429	2.521
9	2.286	2.414	2.543	2.637
10	2.420	2.546	2.673	2.757
11	2.555	2.681	2.807	2.884
12	2.706	2.824	2.941	3.014

COSTO DE OPERACIÓN (AUTOMOVIL)
SUPERFICIE REVESTIDA

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	2.168	2.299	2.429	2.521
9	2.286	2.414	2.543	2.637
10	2.420	2.546	2.673	2.757
11	2.555	2.681	2.807	2.884
12	2.706	2.824	2.941	3.014

COSTO DE OPERACIÓN (AUTOMOVIL)
SUPERFICIE TERRACERÍA

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	2.168	2.299	2.429	2.521
9	2.286	2.414	2.543	2.637
10	2.420	2.546	2.673	2.757
11	2.555	2.681	2.807	2.884
12	2.706	2.824	2.941	3.014

P= Terreno Plano
 LS= Lomerío Suave
 LA= Lomerío Abrupto o Fuerte
 M= Terreno Montañoso

COSTOS DE OPERACIÓN BASE**(AUTOBÚS)**

4.14

**FACTOR DE COSTO DE OPERACIÓN (AUTOBÚS)
SUPERFICIE PAVIMENTADA**

IRI	P	LS	LA	M
2	1.056	1.193	1.330	1.450
3	1.075	1.218	1.360	1.472
4	1.096	1.242	1.387	1.500
5	1.123	1.269	1.414	1.530
6	1.144	1.296	1.448	1.563
7	1.173	1.330	1.487	1.600
8	1.203	1.362	1.520	1.640
9	1.238	1.398	1.557	1.680
10	1.281	1.439	1.597	1.720
11	1.325	1.485	1.644	1.768
12	1.378	1.538	1.698	1.808

**FACTOR DE COSTO DE OPERACIÓN (AUTOBÚS)
SUPERFICIE REVESTIDA**

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	1.203	1.362	1.520	1.640
9	1.238	1.398	1.557	1.680
10	1.281	1.439	1.597	1.720
11	1.325	1.485	1.644	1.768
12	1.378	1.538	1.698	1.808

**FACTOR DE COSTO DE OPERACIÓN (AUTOBÚS)
SUPERFICIE TERRACERÍA**

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	1.203	1.362	1.520	1.640
9	1.238	1.398	1.557	1.680
10	1.281	1.439	1.597	1.720
11	1.325	1.485	1.644	1.768
12	1.378	1.538	1.698	1.808

P= Terreno Plano
 LS= Lomerío Suave
 LA= Lomerío Abrupto o Fuerte
 M= Terreno Montañoso

COSTOS DE OPERACIÓN CORREGIDOS
PESOS (MEX \$)/KM

COSTO DE OPERACIÓN (AUTOBÚS)
SUPERFICIE PAVIMENTADA

IRI	P	LS	LA	M
2	4.370	4.937	5.504	6.000
3	4.449	5.038	5.628	6.091
4	4.535	5.138	5.740	6.207
5	4.647	5.249	5.851	6.331
6	4.734	5.363	5.992	6.468
7	4.854	5.504	6.153	6.621
8	4.978	5.634	6.290	6.787
9	5.123	5.783	6.443	6.952
10	5.301	5.955	6.609	7.118
11	5.483	6.143	6.803	7.316
12	5.702	6.365	7.027	7.482

COSTO DE OPERACIÓN (AUTOBÚS)
SUPERFICIE REVESTIDA

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	4.978	5.634	6.290	6.787
9	5.123	5.783	6.443	6.952
10	5.301	5.955	6.609	7.118
11	5.483	6.143	6.803	7.316
12	5.702	6.365	7.027	7.482

COSTO DE OPERACIÓN (AUTOBÚS)
SUPERFICIE TERRACERÍA

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	4.978	5.634	6.290	6.787
9	5.123	5.783	6.443	6.952
10	5.301	5.955	6.609	7.118
11	5.483	6.143	6.803	7.316
12	5.702	6.365	7.027	7.482

P= Terreno Plano
 LS= Lomerío Suave
 LA= Lomerío Abrupto o Fuerte
 M= Terreno Montañoso

COSTOS DE OPERACIÓN BASE**(CAMIÓN)**

2.88

**FACTOR DE COSTO DE OPERACIÓN (CAMIÓN)
SUPERFICIE PAVIMENTADA**

IRI	P	LS	LA	M
2	1.085	1.268	1.450	1.586
3	1.120	1.304	1.487	1.623
4	1.165	1.343	1.520	1.665
5	1.202	1.383	1.564	1.709
6	1.250	1.430	1.610	1.756
7	1.300	1.481	1.661	1.804
8	1.350	1.529	1.708	1.858
9	1.404	1.585	1.766	1.912
10	1.469	1.650	1.830	1.976
11	1.538	1.715	1.892	2.033
12	1.606	1.777	1.947	2.098

**FACTOR DE COSTO DE OPERACIÓN (CAMIÓN)
SUPERFICIE REVESTIDA**

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	1.350	1.529	1.708	1.858
9	1.404	1.585	1.766	1.912
10	1.469	1.650	1.830	1.976
11	1.538	1.715	1.892	2.033
12	1.606	1.777	1.947	2.098

**FACTOR DE COSTO DE OPERACIÓN (CAMIÓN)
SUPERFICIE TERRACERÍA**

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	1.300	1.481	1.661	1.804
8	1.350	1.529	1.708	1.858
9	1.404	1.585	1.766	1.912
10	1.469	1.650	1.830	1.976
11	1.538	1.715	1.892	2.033
12	1.606	1.777	1.947	2.098

P= Terreno Plano
 LS= Lomerío Suave
 LA= Lomerío Abrupto o Fuerte
 M= Terreno Montañoso

COSTOS DE OPERACIÓN CORREGIDOS
PESOS (MEX \$)/KM

COSTO DE OPERACIÓN (CAMIÓN)
SUPERFICIE PAVIMENTADA

IRI	P	LS	LA	M
2	3.129	3.655	4.182	4.574
3	3.230	3.759	4.289	4.681
4	3.360	3.872	4.384	4.802
5	3.467	3.989	4.511	4.929
6	3.605	4.124	4.643	5.064
7	3.749	4.270	4.790	5.203
8	3.893	4.410	4.926	5.358
9	4.049	4.571	5.093	5.514
10	4.237	4.757	5.278	5.699
11	4.436	4.946	5.457	5.863
12	4.632	5.123	5.615	6.051

COSTO DE OPERACIÓN (CAMIÓN)
SUPERFICIE REVESTIDA

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000
8	3.893	4.410	4.926	5.358
9	4.049	4.571	5.093	5.514
10	4.237	4.757	5.278	5.699
11	4.436	4.946	5.457	5.863
12	4.632	5.123	5.615	6.051

COSTO DE OPERACIÓN (CAMIÓN)
SUPERFICIE TERRACERÍA

IRI	P	LS	LA	M
2	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.000	0.000	0.000	0.000
7	3.749	4.270	4.790	5.203
8	3.893	4.410	4.926	5.358
9	4.049	4.571	5.093	5.514
10	4.237	4.757	5.278	5.699
11	4.436	4.946	5.457	5.863
12	4.632	5.123	5.615	6.051

P= Terreno Plano
 LS= Lomerío Suave
 LA= Lomerío Abrupto o Fuerte
 M= Terreno Montañoso

Anexo 4

Valor del tiempo de los usuarios del transporte

- A) Determinación del valor del tiempo de los operadores de transporte**
- B) Determinación del valor del tiempo de los pasajeros**

Anexo 4 A) Determinación del valor del tiempo de los operadores de transporte

Tiempo laborado por los operadores de vehículos de transporte

Número de horas laboradas por semana		8	9 a 16	17 a 24	25 a 32	33 a 40	41 a 48	49 a 56	más de 56
Población ocupada	1,103,739	19,617	27,334	31,914	42,361	195,335	343,622	144,415	299,141
%	100.00	1.78	2.48	2.89	3.84	17.70	31.13	13.08	27.10

Fuente: INEGI.- Códice 90 Resultados Definitivos, XI Censo General de Población y Vivienda

En la ponderación realizada para determinar el tiempo promedio trabajado por los operadores de transporte, se consideraron como premisas las marcas de clase de los intervalos de tiempo laborado y la población de cada uno de estos intervalos.

$$\text{Tiempo promedio laborado por semana de los operadores del transporte} = \frac{[(19,617 \times 8) + (27,334 \times 12.5) + (31,914 \times 20.5) + (42,361 \times 28.5) + (195,335 \times 36.5) + (343,622 \times 44.5) + (144,415 \times 52.5) + (299,141 \times 56)]}{(1,103,739)}$$

$$\text{Tiempo promedio laborado por semana de los operadores del transporte} = 44.5 \text{ horas por semana} = \mathbf{178 \text{ horas por mes}}$$

Nivel de ingreso de los operadores de vehículos de transporte

Nivel de ingreso		Hasta 0.5 S. M.	Más de 0.5 y menos de 1.0 S. M.	1.0 S. M.	Más de 1.0 y menos de 2.0 S. M.	Más de 2.0 y menos de 3.0 S. M.	Más de 3.0 y menos de 5.0 S. M.	Más de 5.0 y menos de 10.0 S. M.	Más de 10.0 S. M.
Población ocupada remunerada	1,003,922	37,421	72,169	4,840	355,951	220,553	178,708	98,236	36,044
%	100.00	3.73	7.19	0.48	35.46	21.97	17.80	9.79	3.59

Fuente: INEGI.- Códice 90 Resultados Definitivos, XI Censo General de Población y Vivienda

En la ponderación realizada para determinar el ingreso promedio de los operadores de transporte, se consideraron como premisas las marcas de clase de los intervalos de ingreso y la población de cada uno de estos intervalos.

$$\text{Ingreso promedio laborado por semana de los operadores del transporte} = \frac{[(37,421 \times 0.5) + (72,169 \times 0.75) + (4,840 \times 1.0) + (355,951 \times 1.5) + (220,553 \times 2.5) + (178,708 \times 4) + (98,236 \times 7.5) + (36,044 \times 10.0)]}{(1,003,922)}$$

$$\text{Ingreso promedio laborado por semana de los operadores del transporte} = \mathbf{2.96 \text{ S. M.}} \quad (\text{S. M.} = \text{Salario Mínimo})$$

Anexo 4 B) Determinación del valor del tiempo de los pasajeros

Tiempo laborado por el personal ocupado en actividades agropecuarias

Número de horas laboradas por semana		8	9 a 16	17 a 24	25 a 32	33 a 40	41 a 48	49 a 56	más de 56
Población ocupada	4,849,100	124,283	131,956	228,328	371,938	812,063	2,085,774	479,006	615,752
%	100.00	2.56	2.72	4.71	7.67	16.75	43.01	9.88	12.70

Fuente: INEGI.- Códice 90 Resultados Definitivos, XI Censo General de Población y Vivienda

En la ponderación realizada para determinar el tiempo promedio trabajado por el personal ocupado en actividades agropecuarias, se consideraron como premisas las marcas de clase de los intervalos de tiempo laborado y la población de cada uno de estos intervalos.

$$\text{Tiempo promedio laborado por semana de los pasajeros} = \frac{[(124,283 \times 8) + (131,956 \times 12.5) + (228,328 \times 20.5) + (371,938 \times 28.5) + (812,063 \times 36.5) + (2,085,774 \times 44.5) + (479,006 \times 52.5) + (615,752 \times 56)]}{(4,849,100)}$$

$$\text{Tiempo promedio laborado por semana de los pasajeros} = 41.25 \text{ horas por semana} = \mathbf{165 \text{ horas por mes}}$$

Nivel de ingreso del personal que trabaja en actividades agropecuarias

Nivel de ingreso		Hasta 0.5 S. M.	Más de 0.5 y menos de 1.0 S. M.	1.0 S. M.	Más de 1.0 y menos de 2.0 S. M.	Más de 2.0 y menos de 3.0 S. M.	Más de 3.0 y menos de 5.0 S. M.	Más de 5.0 y menos de 10.0 S. M.	Más de 10.0 S. M.
Población ocupada remunerada	3,651,047	689,390	949,733	5,374	1,429,938	298,377	138,280	84,358	55,597
%	100.00	18.88	26.01	0.15	39.17	8.17	3.79	2.31	1.52

Fuente: INEGI.- Codice 90 Resultados Definitivos, XI Censo General de Población y Vivienda

En la ponderación realizada para determinar el ingreso promedio del personal ocupado en actividades agropecuarias se consideraron como premisas las marcas de clase de los intervalos de ingreso y la población de cada uno de estos intervalos.

$$\text{Ingreso promedio laborado por semana de los pasajeros} = \frac{[(689,390 \times 0.5) + (949,733 \times 0.75) + (5,374 \times 1.0) + (1,429,938 \times 1.5) + (298,377 \times 2.5) + (138,280 \times 4) + (84,358 \times 7.5) + (55,597 \times 10.0)]}{(3,651,047)}$$

$$\text{Ingreso promedio laborado por semana de los pasajeros} = \mathbf{1.56 \text{ S. M.}} \quad (\text{S. M.} = \text{Salario Mínimo})$$

Anexo 5

**Velocidades de operación para
distintas superficies de rodamiento y
distintos índices internacionales de
rugosidad**

Anexo 5 Velocidades de operación para distintos tipos de vehículos, distintos tipos de terreno y diferentes índices

VELOCIDADES DE OPERACION EN KM/H (AUTOMOVIL) SUPERFICIE PAVIMENTADA

IRI	P	LS	LA	M
2	82.000	67.000	59.250	51.500
3	81.000	66.000	58.500	51.000
4	80.000	65.500	58.000	50.500
5	78.000	64.900	57.450	50.000
6	75.000	63.000	56.250	49.500
7	72.000	60.000	54.000	48.000
8	69.000	59.000	53.000	47.000
9	66.000	57.000	51.500	46.000
10	63.000	55.000	50.250	45.500
11	58.000	53.000	49.000	45.000
12	55.000	52.000	48.000	44.000

VELOCIDADES DE OPERACION EN KM/H (AUTOBUS) SUPERFICIE PAVIMENTADA

IRI	P	LS	LA	M
2	88.000	69.000	61.250	53.500
3	87.000	68.300	60.650	53.000
4	85.000	67.500	60.150	52.800
5	83.000	67.000	59.650	52.300
6	79.500	65.700	58.850	52.000
7	77.000	64.000	57.750	51.500
8	71.500	62.000	56.000	50.000
9	67.000	60.000	54.500	49.000
10	63.000	56.500	52.250	48.000
11	57.000	53.000	49.500	46.000
12	54.000	50.500	47.750	45.000

VELOCIDADES DE OPERACION EN KM/H (CAMION) SUPERFICIE PAVIMENTADA

IRI	P	LS	LA	M
2	62.060	49.590	42.730	35.830
3	61.470	48.700	42.300	35.810
4	60.510	47.810	41.670	35.410
5	58.540	46.770	41.000	34.990
6	55.820	46.090	40.490	34.570
7	53.630	44.520	39.530	34.100
8	50.700	43.320	38.760	33.660
9	47.730	41.330	37.550	33.170
10	45.520	40.080	36.520	32.310
11	42.640	38.870	35.470	31.410
12	40.520	36.910	34.050	30.520

P = Terreno Plano

LS = Lomerío Suave

LA = Lomerío Abrupto o Fuerte

M = Terreno Montañoso

**VELOCIDADES DE OPERACION EN KM/H (AUTOMOVIL)
SUPERFICIE REVESTIDA**

IRI	P	LS	LA	M
2	---	---	---	---
3	---	---	---	---
4	80.000	65.500	58.000	50.500
5	78.000	64.900	57.450	50.000
6	75.000	63.000	56.250	49.500
7	72.000	60.000	54.000	48.000
8	69.000	59.000	53.000	47.000
9	66.000	57.000	51.500	46.000
10	63.000	55.000	50.250	45.500
11	58.000	53.000	49.000	45.000
12	55.000	52.000	48.000	44.000

**VELOCIDADES DE OPERACION EN KM/H (AUTOBUS)
SUPERFICIE REVESTIDA**

IRI	P	LS	LA	M
2	---	---	---	---
3	---	---	---	---
4	85.000	67.500	60.150	52.800
5	83.000	67.000	59.650	52.300
6	79.500	65.700	58.850	52.000
7	77.000	64.000	57.750	51.500
8	71.500	62.000	56.000	50.000
9	67.000	60.000	54.500	49.000
10	63.000	56.500	52.250	48.000
11	57.000	53.000	49.500	46.000
12	54.000	50.500	47.750	45.000

**VELOCIDADES DE OPERACION EN KM/H (CAMION)
SUPERFICIE REVESTIDA**

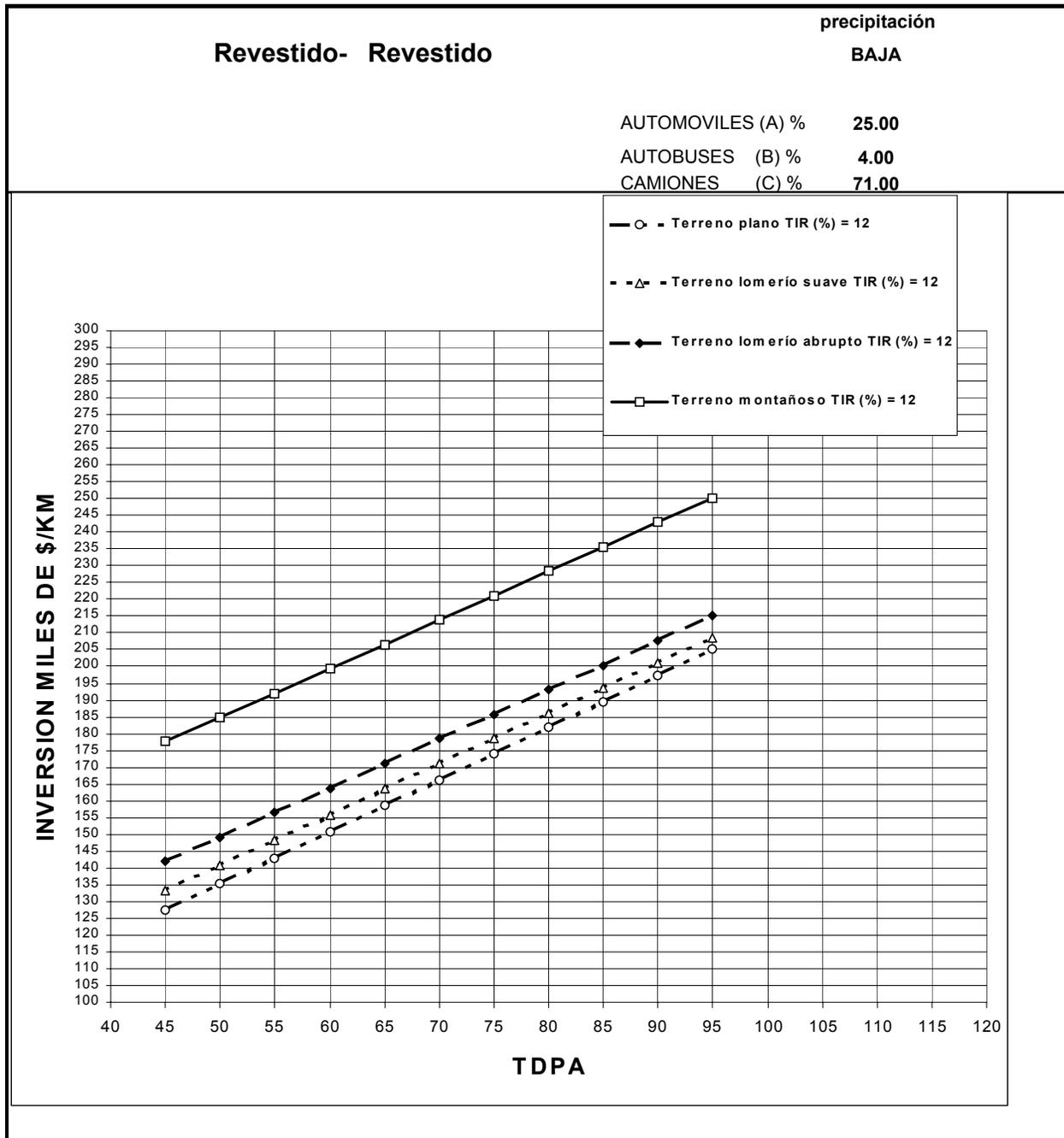
IRI	P	LS	LA	M
2	---	---	---	---
3	---	---	---	---
4	60.510	47.810	41.670	35.410
5	58.540	46.770	41.000	34.990
6	55.820	46.090	40.490	34.570
7	53.630	44.520	39.530	34.100
8	50.700	43.320	38.760	33.660
9	47.730	41.330	37.550	33.170
10	45.520	40.080	36.520	32.310
11	42.640	38.870	35.470	31.410
12	40.520	36.910	34.050	30.520

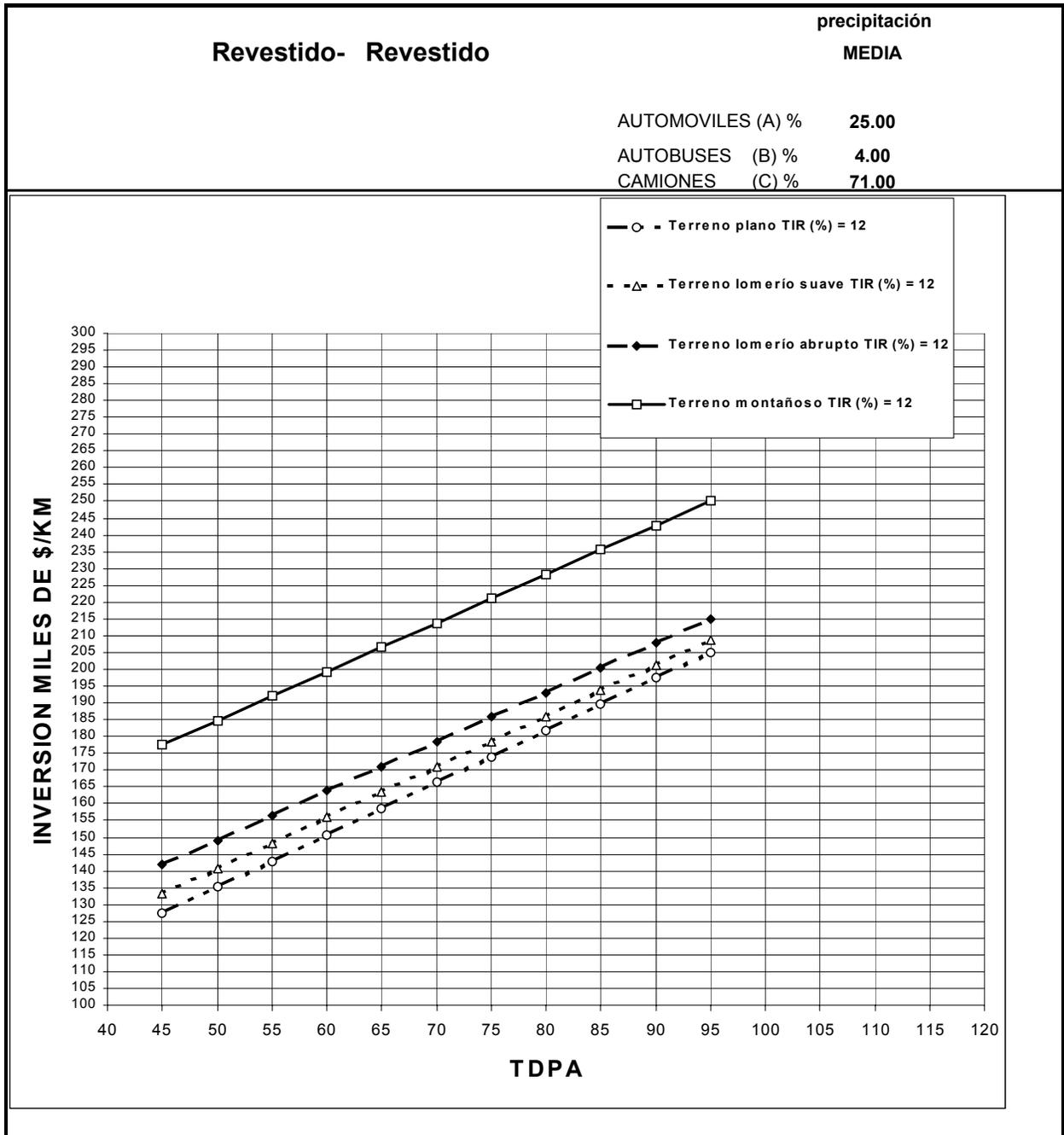
P = Terreno Plano
 LS = Lomerío Suave
 LA = Lomerío Abrupto o Fuerte
 M = Terreno Montañoso

Anexo 6

Intervalos de confianza de rentabilidad económica de rehabilitación de caminos rurales

Anexo 6 Intervalos de confianza de rentabilidad económica de rehabilitación de caminos rurales

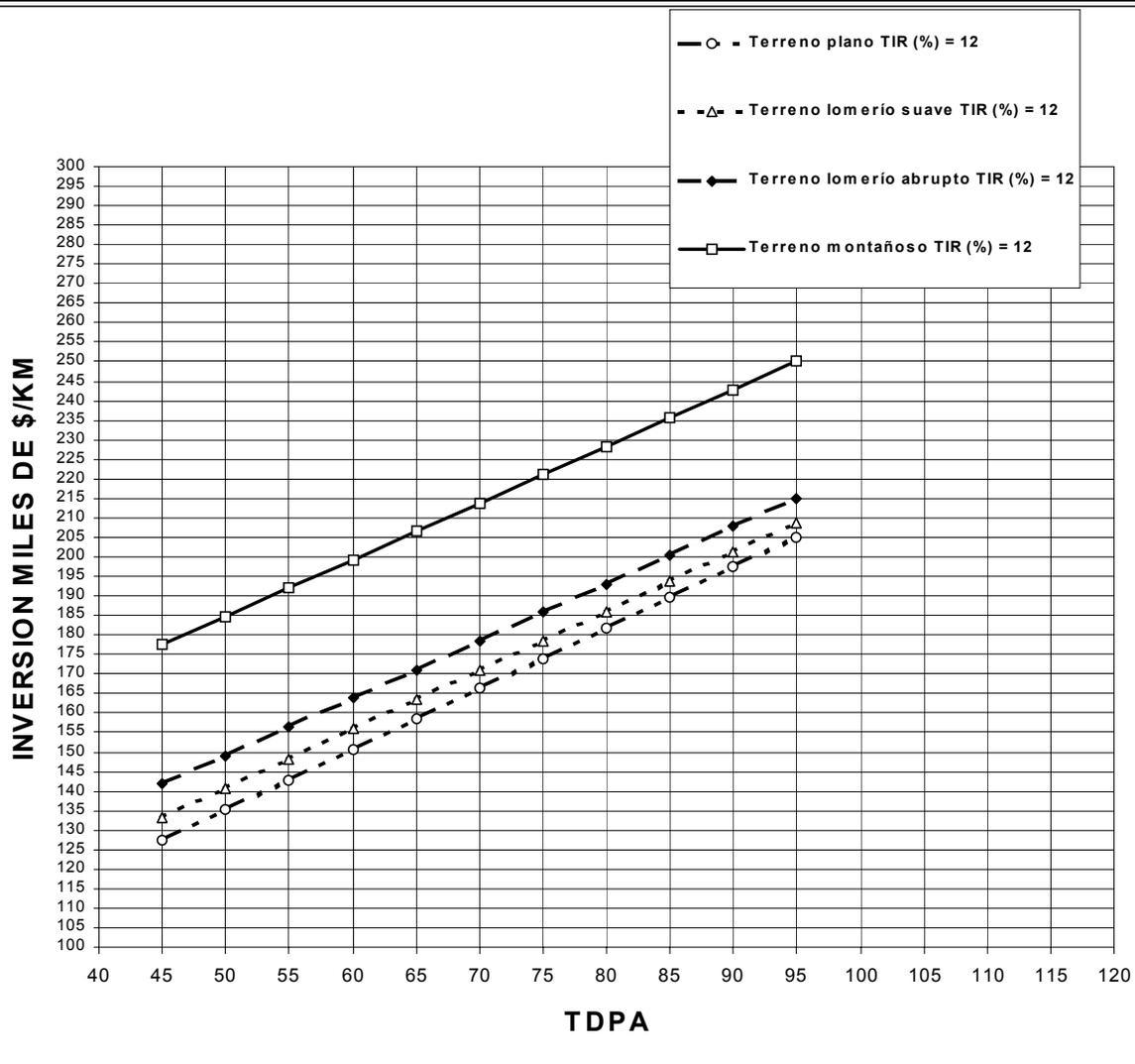




Revestido- Revestido

precipitación
ALTA

AUTOMOVILES (A) % 25.00
 AUTOBUSES (B) % 4.00
 CAMIONES (C) % 71.00



Anexo 7

Metodología de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales (Manual del Usuario)

METODOLOGIA DE EVALUACION ECONOMICA DE REHABILITACION DE CAMINOS RURALES (MANUAL DEL USUARIO).

El manual tiene por objeto proporcionar al analista encargado de elaborar la justificación económica de rehabilitación de caminos rurales, los elementos necesarios para la obtención de los distintos indicadores de rentabilidad económica mediante la utilización de la metodología de evaluación económica desarrollada para este tipo de proyectos.

La metodología consta de 9 módulos los cuales son presentados en diversas hojas de cálculo identificadas con el nombre de cada uno de ellos. El desarrollo de la metodología se proporciona en un diskette de 3 1/2" (versión compactada), identificada con el nombre de REHRURAL.

El equipo de cómputo en el que se pretenda instalar la metodología de referencia, deberá contar con el software Microsoft excel 5.0/95 o más reciente.

INSTALACION

La instalación puede realizarse de dos maneras: A través del sistema operativo MS-DOS o bien utilizando el ambiente Windows.

En el primer caso se seguirán los siguientes pasos:

- 1 Se seleccionará el sistema operativo MS-DOS
- 2 Se ubicará el usuario en la raíz C:\>
- 3 Se creará un directorio nuevo escribiendo md **nombre de directorio** (por ejemplo **rural**)
- 4 Se presionará sobre la tecla ENTER 
- 5 Al aparecer la raíz C:\>, se escribirá la instrucción cd **rural** y se presionará la tecla ENTER 

- 6 Creado el directorio C:\rural>, se cambiará de directorio escribiendo A: y presionando posteriormente sobre la tecla ENTER ←↵
- 7 Al aparecer la raíz A:\ > se escribirá la instrucción copy *.* C: y se presionará la tecla ENTER ←↵
- 8 Aparecerá de nuevo la raíz A:\> escribiéndose enseguida de ella la instrucción C: y oprimiendo posteriormente la tecla ENTER ←↵
- 9 Al aparecer la raíz C:\rural> se escribirá la instrucción dir oprimiendo enseguida la tecla ENTER ←↵
- 10 El archivo se expandirá bajo el nombre de Rehrural-protegido.xls, por lo que deberá abrirse el software excel y a partir de éste se llamará el archivo de referencia el cual permitirá realizar la evaluación económica de distintos proyectos de rehabilitación.

En el segundo caso se emplea el ambiente windows, siguiendo los pasos siguientes:

- 1 Crear una carpeta en la unidad C, dándole un nombre específico (**rural**),
- 2 Se introduce el diskette en la unidad de 3 ½”
- 3 Con ayuda del “mouse”, se selecciona la unidad 3 ½” y se copia el archivo Rehrural (Aplicación) a la carpeta nueva (**rural**) creada en la unidad C.
- 4 Al llamar el archivo Rehrural desde la carpeta (rural) creada en la unidad C, se expande el archivo creando el archivo Rehrural-protegido.xls, el cual se utilizará para realizar la evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales.

Es recomendable copiar el archivo en alguno de los directorios del disco duro del equipo de cómputo que se vaya a utilizar, con objeto de efectuar las evaluaciones económicas de los caminos en estudio a partir del directorio creado y conservar el diskette como copia de respaldo.

Al seleccionar el archivo Rehrural-prottegido desde el disco duro, aparecerá una pantalla en la que se indica que el archivo contiene **macros**; en la parte inferior se muestran tres botones **Deshabilitar macros, Habilitar macros y Más información**. Para abrir el archivo se oprimirá el botón **Habilitar macros**, el cual mostrará en la parte inferior los distintos módulos que integran la metodología.

A continuación se describen los distintos módulos que integran la metodología:

1 DATOS

Esta hoja contiene los datos de entrada que son necesarios para la obtención de los indicadores de rentabilidad económica que sustentan el estudio de factibilidad de este tipo de proyectos.

El cuadro 1 muestra el formato que contiene los datos que deberán ser introducidos para poder realizar la evaluación económica mencionada.

- **Nombre de la obra:** Se anotará el nombre que identifique el camino que se pretende rehabilitar, (se recomienda identificar la obra con un origen y un destino). El origen y/o destino podrán ser nombres de localidades, un entronque con otra carretera o un cadenamiento, por citar algunos ejemplos.
- **Entidad Federativa:** Se anotará el nombre de la entidad federativa en que se localice el camino por rehabilitar.
- **Fecha de evaluación:** Se escribirá la fecha empezando con el siguiente formato día/mes/año.
- **Tipo de acción a realizar :** En este campo se anotará la palabra **Mejoramiento**, si se trata de rehabilitar caminos rurales revestidos sin modificar sus características geométricas ni el tipo de superficie de rodamiento; se anotará la palabra **Modernización**, cuando se trate de rehabilitar caminos rurales revestidos modificando sus características geométricas, el tipo de superficie de rodamiento o ambas condiciones.

Cuadro 1 DATOS DE ENTRADA

NOMBRE DE LA OBRA		Origen -Destino			
ENTIDAD FEDERATIVA		Nombre del Estado			
FECHA DE EVALUACION		día/mes/año			
TIPO DE ACCION A REALIZAR		Acción a realizar		TDPA	
LONGITUD (KM)		Longitud (L)		CRECIMIENTO ANUAL TDPA	Volumen
COSTO UNITARIO DE INVERSION (MILES DE PESOS /KM.)		Costo unitario (Cu)		AUTOMOVILES (A) %	Tasa de crecimiento
COSTO TOTAL DE INVERSION (MILES DE PESOS)		L*Cu		AUTOBUSES (B) %	Porcentaje (A)
AÑO BASE (COSTOS DE INVERSION)		1999		CAMIONES (C) %	Porcentaje (B)
POBLACION (MILES DE HABITANTES)		En el área de influencia		TIPO DE TERRENO	100-(A)-(B)
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA POBLACION (%)		Tasa regional		SUPERFICIE DE RODAMIENTO S/P	p, ls, la o m
PRODUCCION PREDOMINANTE		Producto 1		SUPERFICIE DE RODAMIENTO C/P	r (rev) o p (pav)
		Producto 2		IIR SIN PROYECTO	r (rev) o p (pav)
		Producto 3		IIR CON PROYECTO	12 (rev) y 10 (pav)
		Producto 4		ANCHO DE CALZADA S/P (M)	8 (rev) 6 (pav)
SUPERFICIE CULTIVADA (HAS.)	Producto 1	Número de Has.		ANCHO DE CALZADA C/P (M)	de 4.00 a 5.00
	Producto 2	Número de Has.		PRECIPITACION (ALTA, MEDIA, BAJA)	de 4.00 a 5.00
	Producto 3	Número de Has.		POLITICA DE CONSERVACION RUTINARIA S/P	alta, media, baja
	Producto 4	Número de Has.		POLITICA DE CONSERVACION RUTINARIA C/P	r (rev) o p (pav)
RENDIMIENTOS (TON/HA.)	Producto 1	Rendimiento 1		POLITICA DE CONSERVACION PERIODICA S/P	r (rev) o p (pav)
	Producto 2	Rendimiento 2		POLITICA DE CONSERVACION PERIODICA C/P	r (rev) o sc (sobre carpeta)
	Producto 3	Rendimiento 3		SALARIO MINIMO MENSUAL (\$)	r (rev), re (rev. estab.), rs (riego de sello)
	Producto 4	Rendimiento 4		INGRESO MENSUAL DEL CONDUCTOR (\$)	Salario Mínimo (del año base)
PRECIO REGIONAL POR PRODUCTO (\$/TON)	Producto 1	Precio 1		INGRESO MENSUAL DEL PASAJERO (\$)	expresado en número de salarios mín.
	Producto 2	Precio 2		NUMERO DE OCUPANTES POR AUTOMOVIL	expresado en número de salarios mín.
	Producto 3	Precio 3		NUMERO DE OCUPANTES POR AUTOBUS	incluyendo al conductor
	Producto 4	Precio 4		HORAS EFECTIVAS LABORADAS /MES (OPERADOR)	incluyendo al conductor
AÑO BASE (INFORMACION DE POBLACION Y PRODUCCION)		1999		HORAS EFECTIVAS LABORADAS /MES (PASAJEROS)	178.00
				TASA DE ACTUALIZACION (%)	165.00
				TIPO DE CAMBIO (PESOS/DOLAR)	Dependerá de los requerimientos financieros
					Tipo de cambio vigente (año base)

De conformidad con los parámetros establecidos por el Banco Interamericano de Desarrollo BID, se recomienda llevar a cabo acciones de modernización cuando el Tránsito Promedio Diario Anual (TDPA) del camino, sea mayor de 400 vehículos.

- **Longitud del camino** : La longitud a que se refiere este campo es la longitud total del camino por rehabilitar y será expresada en kilómetros.
- **Costo unitario de inversión**: El costo unitario se refiere al costo de inversión expresado en miles de pesos por cada kilómetro de longitud de camino que se desee rehabilitar.
- **Costo total de inversión**: Este costo resulta de multiplicar la longitud del camino por el costo unitario de inversión. Esta operación la realiza automáticamente la computadora y al igual que en el caso del costo unitario se reporta en miles de pesos.
- **Año base (costos de inversión)**: En este campo se incorpora el año a que corresponden los costos de inversión, si los costos corresponden a un año diferente, los costos de operación deberán actualizarse ambos a la fecha de evaluación.

La actualización de referencia se realizará empleando el deflactor obtenido a partir del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), que publica regularmente el Banco de México.

En este sentido, es conveniente señalar que cuando se trate de costos expresados en unidades monetarias distintas al peso mexicano, el deflactor utilizado será el correspondiente al país en que circule la moneda utilizada en la evaluación.

- **Población**: Se introducirá el valor que corresponda al número estimado de habitantes de la zona de influencia del camino y se expresará en miles de habitantes.
- **Tasa de crecimiento de la población**: Esta se expresará en % y corresponderá a la tasa de crecimiento de la población de la región o municipios en que se localiza el proyecto en estudio.

- **Producción predominante:** La información requerida se refiere a los cultivos más representativos de la zona de influencia del camino, se han reservado cuatro campos para alojar esta información, sin embargo si en una zona determinada existen menos de cuatro cultivos representativos, se anotarán únicamente aquellos que sean seleccionados, dejando vacías las celdas restantes.
- **Rendimientos:** La información solicitada, se refiere a la cantidad de toneladas anuales producidas por unidad de superficie expresada en ton/ha., esta información deberá introducirse para cada uno de los cultivos predominantes de la zona de influencia del camino.
- **Precio regional por producto:** El precio solicitado será expresado en unidades monetarias por tonelada, para el caso de México será en pesos por tonelada (\$/ ton.). Al igual que en el caso anterior, esta información se reportará para cada uno de los cultivos seleccionados.
- **Año base (información de población y producción):** Si el año base a que nos referimos es distinto del que se introdujo en la fecha de evaluación, la información de tipo demográfico deberá ser actualizada utilizando la tasa de crecimiento anual de la población; en el caso de los precios de los distintos productos, éstos se actualizarán utilizando el deflactor de precios, producto del análisis del Índice Nacional de Precios al Consumidor.
- **TDPA:** En el campo reservado para este dato se introducirá el volumen de tránsito observado o estimado a la fecha de evaluación.
- **Crecimiento anual del TDPA:** Este dato corresponde a la tasa de crecimiento anual del tránsito en la región en que se encuentre localizado el camino rural, expresado en %.

Los tres campos siguientes se refieren a la composición vehicular del TDPA y se expresa en porcentaje.

- **Automóviles (A) %:** El dato corresponde al porcentaje de participación de este tipo de vehículos en el TDPA.
- **Autobuses (B) %:** En este campo se anota el valor correspondiente a la participación de los autobuses en el TDPA, expresado en %.

- **Camiones (C) %:** Este dato es proporcionado automáticamente por el modelo al realizar la operación $100\% - (A) \% - (B) \%$.
- **Tipo de terreno:** Se anotará la letra **p** si el terreno en que se encuentre localizado el camino es plano, las letras **ls** si se encuentra en un lomerío suave, **la** si se encuentra en un lomerío abrupto y la letra **m** si se encuentra en terreno montañoso. Dichas letras podrán ser mayúsculas o minúsculas. Asimismo, si el dato fue introducido correctamente, aparecerá en la celda de la derecha un carácter numérico, en caso de introducir caracteres diferentes a las letras mencionadas, aparecerá en la celda de referencia la palabra ERROR.
- **Superficie de rodamiento sin proyecto (s/p):** En el campo reservado a este dato se introducirá la letra **r** cuando se trate de un camino revestido y la letra **p** cuando se trate de uno pavimentado. Las observaciones hechas en el párrafo anterior también son válidas para este caso.
- **Superficie de rodamiento con proyecto (c/p):** Los parámetros que caracterizan esta variable son semejantes a los de la condición sin proyecto, siendo válidas las observaciones hechas en los casos anteriores. Sin embargo, en este caso existe una condicionante adicional, misma que deberá tomarse en cuenta al ingresar cada uno de los parámetros de ambas condiciones (s/p y c/p), ya que si la superficie de rodamiento sin proyecto es pavimentada (p), la condición con proyecto no puede ser revestida (r), en caso de incurrir en esta situación, aparecerá la palabra ERROR en la celda de la derecha.
- **IIR sin proyecto:** En el caso de caminos rurales revestidos con acciones de rehabilitación de mejoramiento o modernización, el valor del Índice Internacional de Rugosidad (IIR), será de 12, mientras que para el caso de mejoramiento de caminos con superficies de rodamiento pavimentadas, el valor será de 10.
- **IIR con proyecto:** Los índices internacionales de rugosidad para la condición con proyecto y con superficie de rodamiento revestida o pavimentada, tendrán valores de 8 y de 6 respectivamente, para las mismas acciones de rehabilitación descritas en el párrafo precedente.
- **Ancho de calzada (s/p):** En el caso de caminos rurales oscilará entre los 4 y los 5 metros.

- **Ancho de calzada (c/p):** Cuando se trate de la acción de mejoramiento, el camino rural conservará el mismo ancho de calzada que en la condición sin proyecto (s/p), en caso de tratarse de una acción de modernización consistente en una modificación de las características geométricas del camino (pasar de un camino rural a una carretera alimentadora), el ancho de calzada de esta condición (c/p), podrá oscilar entre los 6 y los 7 metros.
- **Precipitación media anual (alta, media, baja):** El nivel de precipitación, dependerá de la zona en que se encuentren los proyectos por rehabilitar considerándose como zona de precipitación alta a la región del Sureste, media a las regiones montañosas, las regiones del Bajío, del Pacífico Norte y del Golfo Norte, y como de precipitación baja a las regiones áridas y desérticas del Norte del país. En el campo reservado para este tipo de información, se anotará la palabra completa del nivel de precipitación de que se trate; por ejemplo: media.
- **Política de conservación rutinaria (s/p):** La política de conservación rutinaria se refiere a la conservación normal, misma que se describe en el texto principal del estudio “Criterios que intervienen en la metodología de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales “. El dato que deberá introducirse en la celda será la letra **r** cuando la superficie de rodamiento sin proyecto sea revestida y **p** cuando dicha superficie sea pavimentada.
- **Política de conservación rutinaria (c/p):** Al igual que en el caso anterior, la política de conservación normal con proyecto será representada por la letra **r**, cuando se trate de superficies de rodamiento revestidas y con la letra **p**, cuando éstas sean pavimentadas.
- **Política de conservación periódica (s/p):** El campo reservado para el dato relativo a la conservación periódica en superficies de rodamiento revestidas se representa por la letra **r** cuando se trata de revestimientos simples. Cuando la superficie de rodamiento sea pavimentada, se aplicará como política de conservación una sobrecarpeta, la cual se representa por **sc**.

- **Política de conservación periódica (c/p):** El campo reservado para el dato relativo a la conservación periódica en superficies de rodamiento revestidas, se representa por la letra **r** cuando se trata de revestimientos simples y con las letras **re** cuando se trate de revestimientos estabilizados. Cuando la superficie de rodamiento sea pavimentada, se aplicará como política de conservación un riego de sello y se anotarán las letras **rs**.
- **Salario mínimo mensual (\$):** El salario mínimo mensual que deberá ser incluido en el campo correspondiente a este dato, será el que corresponda a la región económica en que se localice el camino, el cual estará expresado en pesos.
- **Ingreso mensual del conductor (\$):** El ingreso mensual del conductor es calculado automáticamente por el programa, con base en el procedimiento metodológico que se incluye en el anexo 1 del texto principal del estudio “Criterios que intervienen en la metodología de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales”.
- **Ingreso mensual del pasajero (\$):** El ingreso mensual del pasajero es calculado automáticamente por el programa, con base en el procedimiento metodológico que se incluye en el anexo 1 del texto principal del estudio “Criterios que intervienen en la metodología de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales”.
- **Horas efectivas laboradas por mes por el operador:** Se recomienda que el número de horas a incluirse en este campo, corresponda al que se obtenga con información regional, aplicando el procedimiento propuesto en el anexo 1 del texto principal del estudio “Criterios que intervienen en la metodología de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales”. En caso de no disponer de la información necesaria para su estimación, se recomienda utilizar el valor de **178** horas, valor que corresponde al promedio nacional.
- **Horas efectivas laboradas por mes por el pasajero:** Se recomienda que el número de horas a incluirse en este campo corresponda al que se obtenga con información regional, aplicando el procedimiento propuesto en el anexo 1 del texto principal del estudio “Criterios que intervienen en la metodología de evaluación económica de rehabilitación de caminos rurales”. En caso de no disponer de la

información necesaria para su estimación, se recomienda utilizar el valor de **165** horas, valor que corresponde al promedio nacional.

- **Tasa de actualización (%):** Esta tasa de actualización corresponde a la tasa de descuento que aplican generalmente las instituciones internacionales de crédito, por el capital que se otorga a los países en vías de desarrollo para su inversión en proyectos productivos. Esta tasa se expresa en porcentaje y puede variar de 8 a 12 % dependiendo del origen de los recursos.
- **Tipo de cambio (Interbancario, peso/dólar):** Este dato permite estimar el valor de los beneficios y costos de inversión en dólares pues, las misiones de las instituciones de crédito regularmente solicitan que la valoración de las variables que intervienen en la metodología de evaluación económica se realice en divisa norteamericana.

Una vez incluidos los datos se procede a consultar las distintas hojas de resultados:

2 PRODUCCION

Esta hoja de resultados muestra la información relativa a los beneficios debidos al incremento en la producción dentro de la zona de influencia del camino.

La información que se muestra es la relativa a la superficie cultivada, el rendimiento de la producción, el valor de la misma, el costo de los insumos necesarios para la producción de los distintos tipos de cultivo, el valor del consumo doméstico estimado en la zona de influencia del camino, así como la producción exportable (fuera de la zona de influencia) en las situaciones sin y con proyecto; esta información permite determinar los beneficios económicos debidos al incremento en la producción, mismos que son expresados en miles de pesos y miles de dólares americanos en forma anualizada y en un horizonte económico del proyecto de 10 años.

En los cuadros 2 y 3 se muestran el tipo de información y resultados que se obtienen para este módulo.

Cuadro 2 FORMATOS DEL MODULO DE PRODUCCION

NOMBRE DE LA OBRA **Origen -Destino**
ENTIDAD FEDERATIVA **Nombre del Estado**

AÑO	POBLACION EN MILES DE HABITANTES	SUPERFICIE CULTIVADA (Hectáreas)							
		SIN PROYECTO				CON PROYECTO			
		Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4
0									
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

AÑO	RENDIMIENTO DE LA PRODUCCION (TON/HA)							
	SIN PROYECTO				CON PROYECTO			
	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4
0								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

AÑO	VALOR DE LA PRODUCCION (MILES DE \$ MEX.)								VALOR TOTAL DE LA PRODUCCION (MILES DE \$ MEX)	
	SIN PROYECTO				CON PROYECTO				S/PROYECTO	C/PROYECTO
	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4		
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Cuadro 3 FORMATOS DEL MODULO DE PRODUCCION

NOMBRE DE LA OBRA
ENTIDAD FEDERATIVA

Origen -Destino
Nombre del Estado

AÑO	COSTO DE INSUMOS PARA LA PRODUCCION (MILES DE \$ MEX.)								COSTO DE LA PRODUCCION (MILES DE \$ MEX.)	
	SIN PROYECTO				CON PROYECTO				S/PROYECTO	C/PROYECTO
	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4		
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

AÑO	CONSUMO DOMESTICO MILES DE \$ MEX.		COSTO DE LA PRODUCCION MILES DE \$ MEX.		PRODUCCION EXPORTABLE MILES DE \$ MEX.		BENEFICIOS DE LA PRODUCCION	
	S/PROYECTO	C/PROYECTO	S/PROYECTO	C/PROYECTO	S/PROYECTO	C/PROYECTO	MILES DE	MILES DE
							PESOS	DOLARES
0								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

3 OPERACION

Este módulo presenta la hoja de resultados relativa a los costos de operación vehicular por tipo de vehículo para las condiciones sin y con proyecto, así como los beneficios debidos a los ahorros en costos de operación por tipo de vehículo y totales, en forma anualizada, para un horizonte económico del proyecto de 10 años.

En el cuadro 4 se ejemplifica la forma en que se presentan los resultados de este módulo.

4 CONSERVACION

Este módulo o apartado muestra los resultados que se obtienen de la política de conservación aplicada, de acuerdo a las condiciones establecidas en la hoja de datos para el proyecto de rehabilitación que se analiza.

La hoja de cálculo, presenta los costos de la política aplicada tanto para la condición sin proyecto, como para la condición con proyecto. Asimismo, se consigna para el horizonte económico del proyecto el flujo de beneficios o ahorros obtenidos de los trabajos de conservación y mantenimiento del camino.

El cuadro 5 muestra un ejemplo de los resultados tabulados.

5 TIEMPO DE RECORRIDO

En esta hoja de resultados se consignan los tiempos de recorrido en horas, el valor del mismo, sus ahorros tanto en tiempo como en costo, por tipo de vehículo, en las condiciones sin proyecto y con proyecto, de acuerdo a la evolución del crecimiento del TDPA en el horizonte económico establecido. Asimismo, se consignan los beneficios económicos debidos a los ahorros en tiempo de recorrido por tipo de vehículo y totales, en todo el horizonte económico del proyecto.

Cuadro 4 FORMATOS DEL MODULO DE OPERACION

**NOMBRE DE LA OBRA
ENTIDAD FEDERATIVA**

**Origen -Destino
Nombre del Estado**

AÑO	COSTOS DE OPERACION VEHICULAR					
	SIN PROYECTO			CON PROYECTO		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

BENEFICIOS DEBIDOS A LOS AHORROS EN COSTOS DE OPERACION

AÑO	AHORROS EN COSTOS DE OPERACION			AHORROS TOTALES	
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	MEX \$	USD\$
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Cuadro 5 FORMATOS DEL MODULO DECONSERVACION Y MANTENIMIENTO

**NOMBRE DE LA OBRA
ENTIDAD FEDERATIVA**

**Origen -Destino
Nombre del Estado**

BENEFICIOS DEBIDOS A LOS AHORROS EN COSTOS DE MANTENIMIENTO

AÑO	COSTOS		BENEFICIOS	
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	MEX \$	USD\$
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

En el cuadro 6, se muestra un ejemplo con los resultados obtenidos con los datos previamente introducidos.

6 RENTABILIDAD

Este módulo consiga en forma tabular los resultados derivados de los costos de inversión y los distintos tipos de beneficios obtenidos, tanto a precios de mercado como a precios actualizados.

El flujo de costos y beneficios inherentes del proyecto, permite llevar a cabo en forma sistematizada el cálculo de los distintos indicadores de rentabilidad económica.

En esta hoja se presentan los valores del Índice de Rentabilidad de la inversión (IR), el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Índice de Rentabilidad Inmediata (IRI) a precios de mercado y a precios actualizados.

Este módulo muestra la interpretación gráfica del concepto de Tasa Interna de Retorno (TIR), permitiendo al usuario, desplegar la información relativa a la TIR oprimiendo una vez el botón izquierdo del “mouse” sobre el cruce de las curvas con el eje de las abscisas.

Por otra parte se presenta el análisis de sensibilidad al monto de la inversión, tomando como punto de partida que la inversión considerada en los datos representa el 100%, por lo que se presenta el análisis de referencia para valores del 50%, 75%, 120%, 150% y 175%.

Los cuadros 7 y 8 muestran el flujo de costos y beneficios, así como los distintos indicadores de rentabilidad económica y el análisis de sensibilidad a que se ha hecho referencia.

7 EJECUCION

Este módulo se refiere al periodo de recuperación de la inversión tanto a precios de mercado como a precios actualizados.

Cuadro 6 FORMATOS DEL MODULO DE TIEMPOS DE RECORRIDO

AÑO	TIEMPO DE RECORRIDO EN HORAS					
	SIN PROYECTO			CON PROYECTO		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

AÑO	VALOR DEL TIEMPO DE RECORRIDO EN (MEX \$)					
	SIN PROYECTO			CON PROYECTO		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

AÑO	AHORROS EN TIEMPO DE RECORRIDO					
	AHORROS EN TIEMPO (HRS)			VALOR DEL AHORRO EN TIEMPO (MEX \$)		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0						
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

AÑO	BENEFICIOS DEBIDOS A LOS AHORROS EN TIEMPO DE RECORRIDO						
	BENEFICIOS POR TIPO DE VEHICULO			COSTOS TOTALES		BENEFICIOS	
	VALOR DEL AHORRO EN TIEMPO (MEX \$)			SIN PROYECTO	CON PROYECTO	MEX \$	USD\$
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION				
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

Cuadro 7 FORMATOS DEL MODULO DE RENTABILIDAD

NOMBRE DE LA OBRA

Origen -Destino

ENTIDAD FEDERATIVA

Nombre del Estado

AÑO	FLUJO DE BENEFICIOS SIN ACTUALIZAR, EN PESOS (MEX \$) DEBIDOS A LOS AHORROS POR:						
	COSTOS DE INVERSION	COSTOS DE PRODUCCION	COSTOS DE OPERACION	COSTOS DE CONSERVACION	TIEMPO DE RECORRIDO	TOTAL CON T. DE RECORRIDO	TOTAL SIN T. DE RECORRIDO
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
SUMA							

AÑO	FLUJO DE BENEFICIOS ACTUALIZADOS AL %, EN PESOS (MEX \$) DEBIDOS A LOS AHORROS POR:						
	COSTOS DE INVERSION	COSTOS DE PRODUCCION	COSTOS DE OPERACION	COSTOS DE CONSERVACION	TIEMPO DE RECORRIDO	TOTAL CON T. DE RECORRIDO	TOTAL SIN T. DE RECORRIDO
0							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
SUMA							

INDICADORES DE RENTABILIDAD ECONOMICA

INDICE DE RENTABILIDAD = IR, VALOR PRESENTE NETO = VPN, TASA INTERNA DE RETORNO = TIR,

INDICE DE RENTABILIDAD INMEDIATA = IRI

Precios de mercado

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
SIN TIEMPO DE RECORRIDO				
CON TIEMPO DE RECORRIDO				

Precios actualizados

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
SIN TIEMPO DE RECORRIDO				
CON TIEMPO DE RECORRIDO				

Cuadro 8 FORMATOS DEL MODULO DE ANALISIS DE SENSIBILIDAD

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

SENSIBILIDAD A LA INVERSION SIN TIEMPOS DE RECORRIDO

Precios de mercado

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
50 % DE LA INVERSION				
75 % DE LA INVERSION				
120 % DE LA INVERSION				
150 % DE LA INVERSION				
175 % DE LA INVERSION				

SENSIBILIDAD A LA INVERSION CON TIEMPOS DE RECORRIDO

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
50 % DE LA INVERSION				
75 % DE LA INVERSION				
120 % DE LA INVERSION				
150 % DE LA INVERSION				
175 % DE LA INVERSION				

SENSIBILIDAD A LA INVERSION SIN TIEMPOS DE RECORRIDO

Precios actualizados

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
50 % DE LA INVERSION				
75 % DE LA INVERSION				
120 % DE LA INVERSION				
150 % DE LA INVERSION				
175 % DE LA INVERSION				

SENSIBILIDAD A LA INVERSION CON TIEMPOS DE RECORRIDO

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
50 % DE LA INVERSION				
75 % DE LA INVERSION				
120 % DE LA INVERSION				
150 % DE LA INVERSION				
175 % DE LA INVERSION				

La figura 1, muestra la interpretación gráfica del periodo de recuperación de la inversión, en el eje de las abscisas se muestra el horizonte económico del proyecto y en el eje de las ordenadas se muestra el valor presente neto acumulado en cada uno de los años que integran el horizonte económico del proyecto.

El periodo de recuperación para las distintas condiciones, se encuentra representado por el cruce de cada una de las curvas con el eje de las abscisas, es decir, en el momento en que el flujo de egresos e ingresos se iguala (punto de equilibrio entre el flujo de egresos y el flujo de ingresos). Deberá tenerse cuidado al momento de determinar dicho periodo, ya que puede presentarse más de un cruce debido a que los gastos derivados de la conservación periódica del camino, se encuentran concentrados en un solo año, ocasionando una depresión económica en el horizonte de referencia, por lo que deberá tomarse como resultado el último cruce de la curva (en que el saldo continúe con tendencia positiva).

8 INFORME

Este módulo contiene toda la información relativa al anexo técnico que debe ser incluido en todo estudio de factibilidad, la hoja se encuentra preparada para imprimir todos los formatos descritos en la metodología.

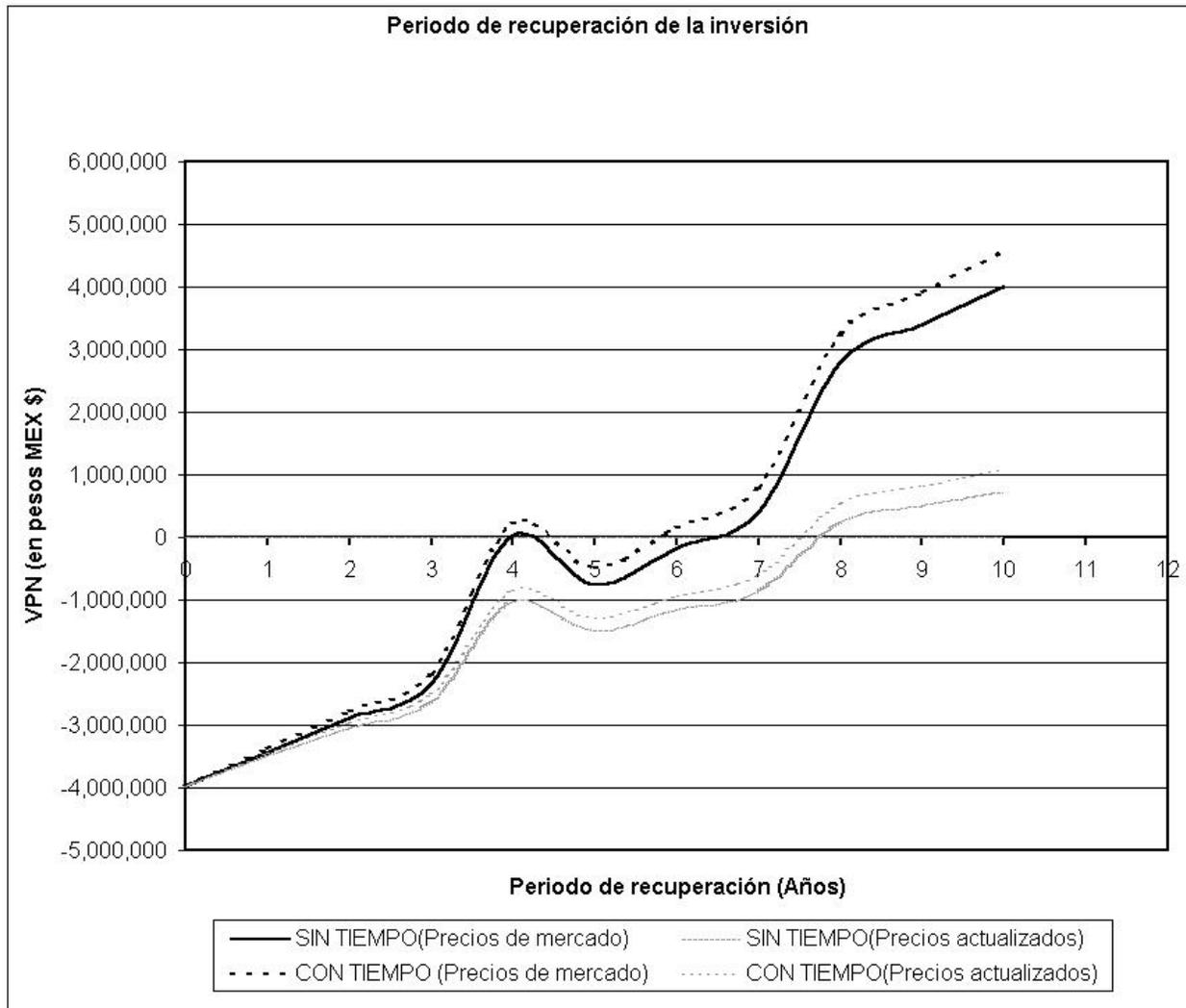
FORMA DE ARCHIVAR LA INFORMACION DE LOS DISTINTOS PROYECTOS QUE HAN SIDO EVALUADOS

El guardar todo el archivo con los distintos módulos ocupa más de 4, 420 Kilobytes (KB), por lo que se recomienda guardar en una carpeta de archivos únicamente la hoja correspondiente a los **Datos de Entrada**, la cual podrá ser llamada cada vez que se requiera, ocupando tan solo 19 kilobytes de memoria.

Como guardar la hoja de datos en un archivo:

El usuario seleccionará el área de la hoja que contiene los datos de la evaluación.

Figura 1 INTERPRETACION GRAFICA DEL PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION.



Con el mouse oprimirá sobre el icono de copiado, o bien sobre el botón **E**dicción desplazando el cursor a la instrucción **copiar**, posteriormente se selecciona el icono de Nuevo archivo, o en su defecto se oprime sobre **A**rchivo, eligiéndose la instrucción **Nuevo...**, abierta la nueva hoja de cálculo se posiciona el mouse sobre la celda A1 y se oprime sobre el icono de pegar. Hecho lo anterior, se selecciona nuevamente el botón **A**rchivo, desplazando el cursor hasta la instrucción **Guardar como...**, procediendo a identificar el archivo y a seleccionar la unidad de disco, carpeta y/o archivo en que se desee guardar los datos de entrada del proyecto en cuestión.

Para volver a utilizar la información del archivo guardado, deberá abrirse el archivo deseado, se seleccionará el área de la hoja que contiene todos los datos del proyecto, se oprimirá sobre el icono copiar o bien sobre el botón **E**dicción, seleccionándose con el cursor la instrucción de **copiar**, posteriormente se procede a abrir el archivo de la metodología de evaluación, posicionando el mouse en la primera celda de la hoja de datos de entrada (A1), con ayuda del mouse se oprime sobre el icono pegar o bien mediante la apertura del menú **E**dicción y con ayuda del cursor se selecciona la instrucción **pegar**.

9 NOMOGRAMAS

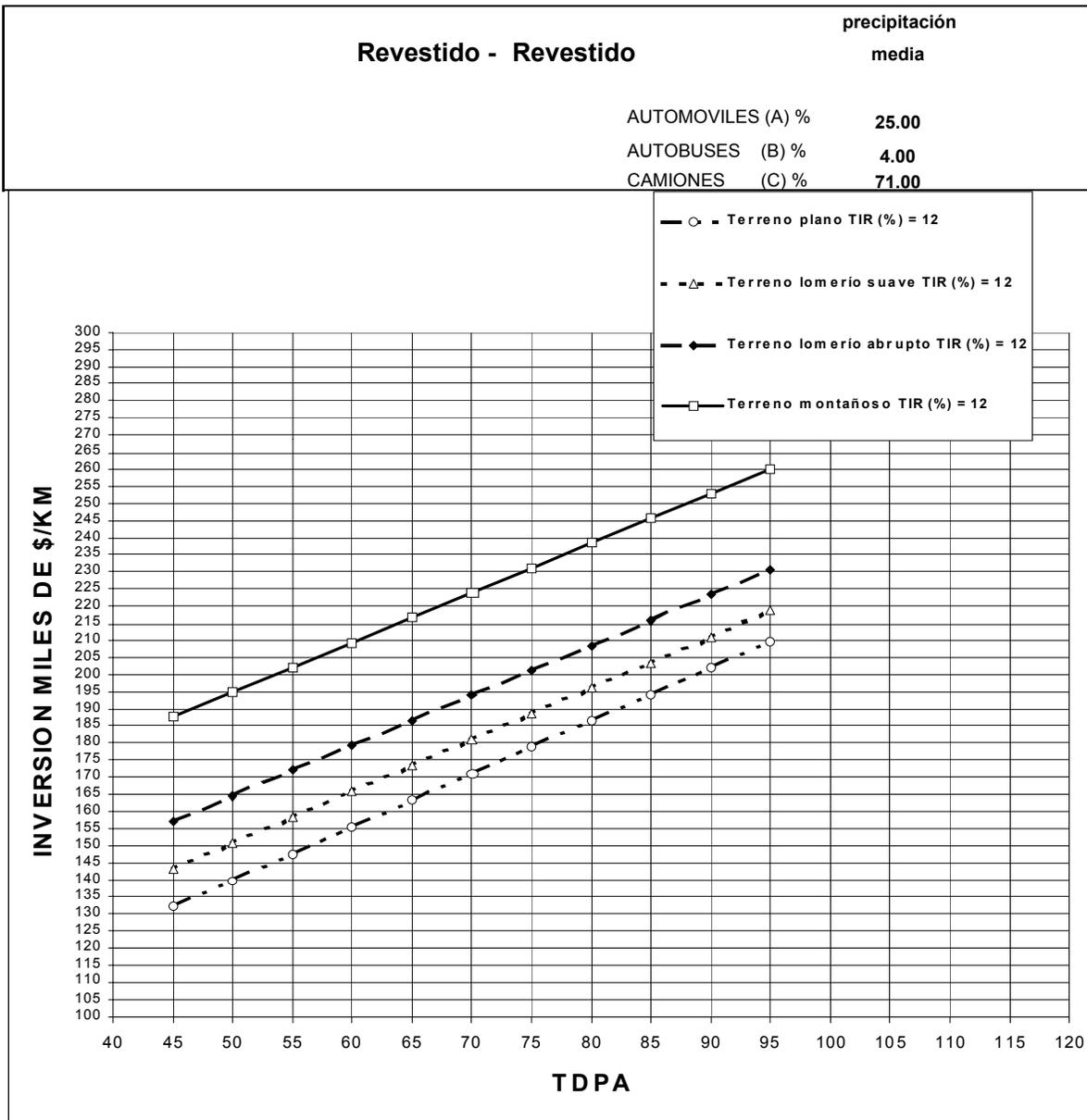
Se incluye un módulo final que genera automáticamente las fronteras de rentabilidad por tipo de terreno y para las condiciones establecidas en la hoja de datos de entrada.

Es conveniente señalar que estos nomogramas permiten al analista de proyectos conocer de manera conservadora cual es máximo monto de inversión que soporta un proyecto de rehabilitación con distintas condiciones de operación. En la figura 2 se muestra un ejemplo del tipo de nomogramas que pueden obtenerse dadas las condiciones establecidas en el formato del cuadro 1.

Bases de Datos

La metodología incluye las bases de datos correspondientes a los costos de operación, costos de conservación, base de datos para la generación de

Figura 2 FORMATO PARA EL MODULO DE ANALISIS DE SENSIBILIDAD



nomogramas, la que en realidad es una subrutina de la metodología, así como la subrutina desarrollada para la estimación de los indicadores de rentabilidad correspondiente al análisis de sensibilidad a la inversión y la representación gráfica del periodo de recuperación de la misma.

Las únicas bases de datos que pueden ser modificadas son las que se refieren a los costos de operación (costos de operación base), y las que contienen los costos de conservación para las distintas políticas y condiciones del proyecto.

Las distintas hojas de cálculo en las que se almacenan las bases de datos necesarias para la correcta aplicación del modelo, han sido protegidas; por lo que para la actualización de dichas bases, deberá introducirse la palabra llave (password) **torres**, la cual, se recomienda sea remplazada por el responsable del manejo del modelo, con objeto de evitar que las bases de datos y los algoritmos desarrollados sean modificados por otra persona.

IMPRESION DEL REPORTE

Para realizar la impresión del reporte, el usuario de la metodología de evaluación de referencia, deberá hacerlo desde la hoja correspondiente al numeral 8 "informe". Con el "mouse", oprimirá el botón "Archivo" que se encuentra en la parte superior de la pantalla, acto seguido, al desplegarse la pantalla del "Archivo", se oprimirá la opción "Imprimir" y finalmente oprimirá el botón "Aceptar", obteniendo como resultado de la operación antes descrita : el reporte de la evaluación en formato tamaño carta.

En la parte final del Manual del Usuario se incluye un ejemplo del reporte en forma impresa.

REPORTE EN FORMA IMPRESA

INFORME DE RESULTADOS

DATOS DE ENTRADA

NOMBRE DE LA OBRA	Origen -Destino		
ENTIDAD FEDERATIVA	Nombre del Estado		
FECHA DE EVALUACION	01/08/99		
TIPO DE ACCION A REALIZAR	MEJORAMIENTO		
LONGITUD (KM)	25.00		
COSTO UNITARIO DE INVERSION (MILES DE PESOS /KM.)	159.22		
COSTO TOTAL DE INVERSION (MILES DE PESOS)	3,980.50		
AÑO BASE (COSTOS DE INVERSION)	1999		
POBLACION (MILES DE HABITANTES)	5.6		
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DE LA POBLACION (%)	2.8		
PRODUCCION PREDOMINANTE	MAIZ		
	FRIJOL		
	CEBADA		
	ALFALFA		
SUPERFICIE CULTIVADA (HAS.)	MAIZ	4.5	
	FRIJOL	2.65	
	CEBADA	2.7	
	ALFALFA	3.4	
RENDIMIENTOS (TON/HA.)	MAIZ	0.955	
	FRIJOL	0.305	
	CEBADA	0.292	
	ALFALFA	2.025	
PRECIO REGIONAL POR PRODUCTO (\$/TON)	MAIZ	1771	
	FRIJOL	4267	
	CEBADA	1635	
	ALFALFA	423.25	
AÑO BASE (INFORMACION DE POBLACION Y PRODUCCION)	1999		
			TDPA
			55.00
			CRECIMIENTO ANUAL TDPA
			2.00
			AUTOMOVILES (A) %
			25.00
			AUTOBUSES (B) %
			4.00
			CAMIONES (C) %
			71.00
			TIPO DE TERRENO
			la
			SUPERFICIE DE RODAMIENTO S/P
			r
			SUPERFICIE DE RODAMIENTO C/P
			r
			IIR SIN PROYECTO
			12.00
			IIR CON PROYECTO
			8.00
			ANCHO DE CALZADA S/P (M)
			4.00
			ANCHO DE CALZADA C/P (M)
			4.00
			PRECIPITACION (ALTA, MEDIA, BAJA)
			media
			POLITICA DE CONSERVACION RUTINARIA S/P
			r
			POLITICA DE CONSERVACION RUTINARIA C/P
			r
			POLITICA DE CONSERVACION PERIODICA S/P
			r
			POLITICA DE CONSERVACION PERIODICA C/P
			r
			SALARIO MINIMO MENSUAL (\$)
			1102.00
			INGRESO MENSUAL DEL CONDUCTOR (\$)
			3261.92
			INGRESO MENSUAL DEL PASAJERO (\$)
			1719.12
			NUMERO DE OCUPANTES POR AUTOMOVIL
			2.50
			NUMERO DE OCUPANTES POR AUTOBUS
			30.00
			HORAS EFECTIVAS LABORADAS /MES (OPERADOR)
			178.00
			HORAS EFECTIVAS LABORADAS /MES (PASAJEROS)
			165.00
			TASA DE ACTUALIZACION (%)
			12.00
			TIPO DE CAMBIO (PESOS/DOLAR)
			9.32

PRODUCCION (1/2)

NOMBRE DE LA OBRA Origen -Destino
ENTIDAD FEDERATIVA Nombre del Estado

AÑO	POBLACION EN MILES DE HABITANTES	SUPERFICIE CULTIVADA							
		SIN PROYECTO				CON PROYECTO			
		MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA
0	5.600	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
1	5.757	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
2	5.918	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
3	6.084	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
4	6.254	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
5	6.429	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
6	6.609	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
7	6.794	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
8	6.984	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
9	7.180	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400
10	7.381	4.500	2.650	2.700	3.400	4.500	2.650	2.700	3.400

AÑO	RENDIMIENTO DE LA PRODUCCION (TON/HA)							
	SIN PROYECTO				CON PROYECTO			
	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA
0	0.955	0.305	0.292	2.025	0.955	0.305	0.292	2.025
1	0.955	0.305	0.292	2.025	0.982	0.314	0.300	2.082
2	0.955	0.305	0.292	2.025	1.009	0.322	0.309	2.140
3	0.955	0.305	0.292	2.025	1.037	0.331	0.317	2.200
4	0.955	0.305	0.292	2.025	1.067	0.341	0.326	2.262
5	0.955	0.305	0.292	2.025	1.096	0.350	0.335	2.325
6	0.955	0.305	0.292	2.025	1.127	0.360	0.345	2.390
7	0.955	0.305	0.292	2.025	1.159	0.370	0.354	2.457
8	0.955	0.305	0.292	2.025	1.191	0.380	0.364	2.526
9	0.955	0.305	0.292	2.025	1.224	0.391	0.374	2.596
10	0.955	0.305	0.292	2.025	1.259	0.402	0.385	2.669

AÑO	VALOR DE LA PRODUCCION (MILES DE \$)								VALOR TOTAL DE LA PRODUCCION (MILES DE \$)	
	SIN PROYECTO				CON PROYECTO				S/PROYECTO	C/PROYECTO
	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA		
0	7.611	3.449	1.289	2.914	7.611	3.449	1.289	2.914	15.263	15.263
1	7.611	3.449	1.289	2.914	7.824	3.545	1.325	2.996	15.263	15.690
2	7.611	3.449	1.289	2.914	8.043	3.645	1.362	3.080	15.263	16.129
3	7.611	3.449	1.289	2.914	8.268	3.747	1.400	3.166	15.263	16.581
4	7.611	3.449	1.289	2.914	8.500	3.852	1.440	3.254	15.263	17.045
5	7.611	3.449	1.289	2.914	8.738	3.959	1.480	3.346	15.263	17.523
6	7.611	3.449	1.289	2.914	8.982	4.070	1.521	3.439	15.263	18.013
7	7.611	3.449	1.289	2.914	9.234	4.184	1.564	3.536	15.263	18.518
8	7.611	3.449	1.289	2.914	9.492	4.301	1.608	3.635	15.263	19.036
9	7.611	3.449	1.289	2.914	9.758	4.422	1.653	3.736	15.263	19.569
10	7.611	3.449	1.289	2.914	10.031	4.546	1.699	3.841	15.263	20.117

PRODUCCION (2/2)

NOMBRE DE LA OBRA **Origen -Destino**
ENTIDAD FEDERATIVA **Nombre del Estado**

AÑO	COSTO DE INSUMOS PARA LA PRODUCCION (MILES DE \$ MEX)								COSTO DE LA PRODUCCION	
	SIN PROYECTO				CON PROYECTO				(MILES DE \$)	
	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA	MAIZ	FRIJOL	CEBADA	ALFALFA	S/PROYECTO	C/PROYECTO
0	1.522	0.690	0.258	0.583	1.522	0.690	0.258	0.583	3.053	3.053
1	1.522	0.690	0.258	0.583	1.735	0.786	0.294	0.664	3.053	3.480
2	1.522	0.690	0.258	0.583	1.954	0.886	0.331	0.748	3.053	3.919
3	1.522	0.690	0.258	0.583	2.180	0.988	0.369	0.835	3.053	4.371
4	1.522	0.690	0.258	0.583	2.411	1.093	0.408	0.923	3.053	4.835
5	1.522	0.690	0.258	0.583	1.748	0.792	0.296	0.669	3.053	3.505
6	1.522	0.690	0.258	0.583	1.796	0.814	0.304	0.688	3.053	3.603
7	1.522	0.690	0.258	0.583	1.847	0.837	0.313	0.707	3.053	3.704
8	1.522	0.690	0.258	0.583	1.898	0.860	0.322	0.727	3.053	3.807
9	1.522	0.690	0.258	0.583	1.952	0.884	0.331	0.747	3.053	3.914
10	1.522	0.690	0.258	0.583	2.006	0.909	0.340	0.768	3.053	4.023

AÑO	CONSUMO DOMESTICO		COSTO DE LA PRODUCCION		PRODUCCION EXPORTABLE		BENEFICIOS DE PRODUCCION	
	MILES DE \$ MEX		MILES DE \$ MEX		MILES DE \$ MEX		MILES DE	MILES DE
	S/PROYECTO	C/PROYECTO	S/PROYECTO	C/PROYECTO	S/PROYECTO	C/PROYECTO	PESOS	DOLARES
0	2.030	2.030	3.053	3.053	10.180	10.180	0.000	0.000
1	2.030	2.030	3.053	3.480	10.180	10.180	0.000	0.000
2	2.030	2.030	3.053	3.919	10.180	10.180	0.000	0.000
3	2.030	2.030	3.053	4.371	10.180	10.180	0.000	0.000
4	2.030	2.030	3.053	4.835	10.180	10.180	0.000	0.000
5	2.030	2.331	3.053	3.505	10.180	11.688	1.507	0.162
6	2.030	2.396	3.053	3.603	10.180	12.015	1.835	0.197
7	2.030	2.463	3.053	3.704	10.180	12.351	2.171	0.233
8	2.030	2.532	3.053	3.807	10.180	12.697	2.517	0.270
9	2.030	2.603	3.053	3.914	10.180	13.053	2.872	0.308
10	2.030	2.676	3.053	4.023	10.180	13.418	3.238	0.347

OPERACION

NOMBRE DE LA OBRA Localidad de origen - Localidad de destino
ENTIDAD FEDERATIVA Nombre del Estado

AÑO	COSTOS DE OPERACIÓN VEHICULAR					
	SIN PROYECTO			CON PROYECTO		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0	369,057.98	141,059.97	2,000,851.85	369,057.98	141,059.97	2,000,851.85
1	376,439.13	143,881.17	2,040,868.89	310,831.17	128,798.22	1,790,346.20
2	383,967.92	146,758.79	2,081,686.26	317,047.79	131,374.19	1,826,153.13
3	391,647.28	149,693.97	2,123,319.99	323,388.75	134,001.67	1,862,676.19
4	399,480.22	152,687.85	2,165,786.39	329,856.53	136,681.70	1,899,929.71
5	407,469.83	155,741.61	2,209,102.12	336,453.66	139,415.34	1,937,928.31
6	415,619.22	158,856.44	2,253,284.16	343,182.73	142,203.64	1,976,686.87
7	423,931.61	162,033.57	2,298,349.84	350,046.38	145,047.72	2,016,220.61
8	432,410.24	165,274.24	2,344,316.84	357,047.31	147,948.67	2,056,545.02
9	441,058.44	168,579.72	2,391,203.18	364,188.26	150,907.64	2,097,675.92
10	449,879.61	171,951.32	2,439,027.24	371,472.02	153,925.80	2,139,629.44

BENEFICIOS DEBIDOS A LOS AHORROS EN COSTOS DE OPERACION

AÑO	AHORROS EN COSTOS DE OPERACION			AHORROS TOTALES	
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	MEX \$	USD\$
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	65,607.96	15,082.95	250,522.68	331,213.60	35,537.94
2	66,920.12	15,384.61	255,533.14	337,837.87	36,248.70
3	68,258.53	15,692.30	260,643.80	344,594.63	36,973.67
4	69,623.70	16,006.15	265,856.68	351,486.52	37,713.15
5	71,016.17	16,326.27	271,173.81	358,516.25	38,467.41
6	72,436.49	16,652.80	276,597.29	365,686.57	39,236.76
7	73,885.22	16,985.85	282,129.23	373,000.30	40,021.49
8	75,362.93	17,325.57	287,771.82	380,460.31	40,821.92
9	76,870.19	17,672.08	293,527.25	388,069.52	41,638.36
10	78,407.59	18,025.52	299,397.80	395,830.91	42,471.13

CONSERVACION Y MANTENIMIENTO

NOMBRE DE LA OBRA Localidad de origen - Localidad de destino
ENTIDAD FEDERATIVA Nombre del Estado

BENEFICIOS DEBIDOS A LOS AHORROS EN COSTOS DE MANTENIMIENTO

AÑO	COSTOS		BENEFICIOS	
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	MEX \$	USD\$
0	0.00	0.00	0.00	0.00
1	515,146.40	306,303.26	208,843.13	22,408.06
2	515,146.40	306,303.26	208,843.13	22,408.06
3	515,146.40	306,303.26	208,843.13	22,408.06
4	2,311,197.34	306,303.26	2,004,894.08	215,117.39
5	515,146.40	1,646,853.41	-1,131,707.02	-121,427.79
6	515,146.40	306,303.26	208,843.13	22,408.06
7	515,146.40	306,303.26	208,843.13	22,408.06
8	2,311,197.34	306,303.26	2,004,894.08	215,117.39
9	515,146.40	306,303.26	208,843.13	22,408.06
10	515,146.40	306,303.26	208,843.13	22,408.06

TIEMPOS DE RECORRIDO (1/2)

NOMBRE DE LA OBRA
ENTIDAD FEDERATIVA

Localidad de origen - Localidad de destino
Nombre del Estado

AÑO	TIEMPO DE RECORRIDO EN HORAS					
	SIN PROYECTO			CON PROYECTO		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0	2,613.93	420.42	10,464.94	2,613.93	420.42	10,464.94
1	2,666.21	428.83	10,674.24	2,414.68	365.65	9,377.14
2	2,719.54	437.40	10,887.72	2,462.98	372.96	9,564.68
3	2,773.93	446.15	11,105.48	2,512.23	380.42	9,755.97
4	2,829.40	455.07	11,327.59	2,562.48	388.03	9,951.09
5	2,885.99	464.18	11,554.14	2,613.73	395.79	10,150.12
6	2,943.71	473.46	11,785.22	2,666.00	403.71	10,353.12
7	3,002.59	482.93	12,020.93	2,719.32	411.78	10,560.18
8	3,062.64	492.59	12,261.35	2,773.71	420.02	10,771.38
9	3,123.89	502.44	12,506.57	2,829.18	428.42	10,986.81
10	3,186.37	512.49	12,756.71	2,885.77	436.99	11,206.55

AÑO	VALOR DEL TIEMPO DE RECORRIDO EN (MEX \$)					
	SIN PROYECTO			CON PROYECTO		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0	88,752.82	134,733.21	191,774.16	88,752.82	134,733.21	191,774.16
1	90,527.88	137,427.87	195,609.65	81,987.51	117,181.80	171,839.74
2	92,338.44	140,176.43	199,521.84	83,627.26	119,525.44	175,276.54
3	94,185.20	142,979.96	203,512.28	85,299.81	121,915.95	178,782.07
4	96,068.91	145,839.56	207,582.52	87,005.80	124,354.27	182,357.71
5	97,990.29	148,756.35	211,734.17	88,745.92	126,841.35	186,004.87
6	99,950.09	151,731.48	215,968.86	90,520.84	129,378.18	189,724.96
7	101,949.09	154,766.10	220,288.23	92,331.26	131,965.74	193,519.46
8	103,988.08	157,861.43	224,694.00	94,177.88	134,605.06	197,389.85
9	106,067.84	161,018.66	229,187.88	96,061.44	137,297.16	201,337.65
10	108,189.19	164,239.03	233,771.64	97,982.67	140,043.10	205,364.40

TIEMPOS DE RECORRIDO (2/2)

NOMBRE DE LA OBRA Localidad de origen - Localidad de destino
ENTIDAD FEDERATIVA Nombre del Estado

AÑO	AHORROS EN TIEMPO DE RECORRIDO					
	AHORROS EN TIEMPO (HRS)			VALOR DEL AHORRO EN TIEMPO (MEX \$)		
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	251.53	63.18	1,297.10	8,540.37	20,246.07	23,769.90
2	256.56	64.44	1,323.04	8,711.17	20,650.99	24,245.30
3	261.69	65.73	1,349.50	8,885.40	21,064.01	24,730.21
4	266.92	67.04	1,376.49	9,063.10	21,485.29	25,224.81
5	272.26	68.38	1,404.02	9,244.37	21,915.00	25,729.31
6	277.71	69.75	1,432.11	9,429.25	22,353.30	26,243.89
7	283.26	71.15	1,460.75	9,617.84	22,800.36	26,768.77
8	288.93	72.57	1,489.96	9,810.20	23,256.37	27,304.15
9	294.71	74.02	1,519.76	10,006.40	23,721.50	27,850.23
10	300.60	75.50	1,550.16	10,206.53	24,195.93	28,407.23

BENEFICIOS DEBIDOS A LOS AHORROS EN TIEMPO DE RECORRIDO

AÑO	BENEFICIOS POR TIPO DE VEHICULO			COSTOS TOTALES		BENEFICIOS	
	VALOR DEL AHORRO EN TIEMPO (MEX \$)			(MEX \$)		MEX \$	USD\$
	AUTOMOVIL	AUTOBUS	CAMION	SIN PROYECTO	CON PROYECTO		
0	0.00	0.00	0.00	415,260.19	415,260.19	0.00	0.00
1	8,540.37	20,246.07	23,769.90	423,565.40	371,009.06	52,556.34	5,639.09
2	8,711.17	20,650.99	24,245.30	432,036.71	378,429.24	53,607.47	5,751.87
3	8,885.40	21,064.01	24,730.21	440,677.44	385,997.82	54,679.62	5,866.91
4	9,063.10	21,485.29	25,224.81	449,490.99	393,717.78	55,773.21	5,984.25
5	9,244.37	21,915.00	25,729.31	458,480.81	401,592.14	56,888.67	6,103.93
6	9,429.25	22,353.30	26,243.89	467,650.42	409,623.98	58,026.45	6,226.01
7	9,617.84	22,800.36	26,768.77	477,003.43	417,816.46	59,186.97	6,350.53
8	9,810.20	23,256.37	27,304.15	486,543.50	426,172.79	60,370.71	6,477.54
9	10,006.40	23,721.50	27,850.23	496,274.37	434,696.24	61,578.13	6,607.10
10	10,206.53	24,195.93	28,407.23	506,199.86	443,390.17	62,809.69	6,739.24

RENTABILIDAD

NOMBRE DE LA OBRA
ENTIDAD FEDERATIVA

Localidad de origen - Localidad Origen -Destino
Nombre del Estado

AÑO	FLUJO DE BENEFICIOS SIN ACTUALIZAR, EN PESOS (MEX \$) DEBIDOS A LOS AHORROS POR:						
	COSTOS DE INVERSION	COSTOS DE PRODUCCION	COSTOS DE OPERACION	COSTOS DE CONSERVACION	TIEMPO DE RECORRIDO	TOTAL CON T. DE RECORRIDO	TOTAL SIN T. DE RECORRIDO
0	-3,980,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3,980,500.00	-3,980,500.00
1	0.00	0.00	331,213.60	208,843.13	52,556.34	592,613.07	540,056.73
2	0.00	0.00	337,837.87	208,843.13	53,607.47	600,288.47	546,681.00
3	0.00	0.00	344,594.63	208,843.13	54,679.62	608,117.37	553,437.76
4	0.00	0.00	351,486.52	2,004,894.08	55,773.21	2,412,153.81	2,356,380.60
5	0.00	1,507.32	358,516.25	-1,131,707.02	56,888.67	-714,794.78	-771,683.45
6	0.00	1,834.57	365,686.57	208,843.13	58,026.45	634,390.72	576,364.28
7	0.00	2,170.99	373,000.30	208,843.13	59,186.97	643,201.40	584,014.43
8	0.00	2,516.82	380,460.31	2,004,894.08	60,370.71	2,448,241.93	2,387,871.21
9	0.00	2,872.34	388,069.52	208,843.13	61,578.13	661,363.12	599,784.99
10	0.00	3,237.81	395,830.91	208,843.13	62,809.69	670,721.55	607,911.86
SUMA	-3,980,500.00	14,139.85	3,626,696.47	4,339,983.08	575,477.25	4,575,796.65	4,000,319.40

AÑO	FLUJO DE BENEFICIOS ACTUALIZADOS AL 12.00 % EN PESOS (MEX \$) DEBIDOS A LOS AHORROS POR:						
	COSTOS DE INVERSION	COSTOS DE PRODUCCION	COSTOS DE OPERACION	COSTOS DE CONSERVACION	TIEMPO DE RECORRIDO	TOTAL CON T. DE RECORRIDO	TOTAL SIN T. DE RECORRIDO
0	-3,980,500.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-3,980,500.00	-3,980,500.00
1	0.00	0.00	295,726.43	186,467.08	46,925.30	529,118.81	482,193.51
2	0.00	0.00	269,322.28	166,488.47	42,735.54	478,546.29	435,810.75
3	0.00	0.00	245,275.65	148,650.42	38,919.87	432,845.94	393,926.07
4	0.00	0.00	223,376.04	1,274,146.43	35,444.88	1,532,967.35	1,497,522.47
5	0.00	855.29	203,431.75	-642,160.95	32,280.16	-405,593.75	-437,873.91
6	0.00	929.45	185,268.20	105,806.43	29,398.00	321,402.08	292,004.08
7	0.00	982.04	168,726.40	94,470.03	26,773.18	290,951.65	264,178.47
8	0.00	1,016.50	153,661.54	809,743.09	24,382.72	988,803.85	964,421.13
9	0.00	1,035.80	139,941.76	75,310.93	22,205.69	238,494.17	216,288.48
10	0.00	1,042.49	127,446.96	67,241.90	20,223.04	215,954.39	195,731.35
SUMA	-3,980,500.00	5,861.58	2,012,176.99	2,286,163.83	319,288.39	642,990.78	323,702.39

INDICADORES DE RENTABILIDAD ECONOMICA

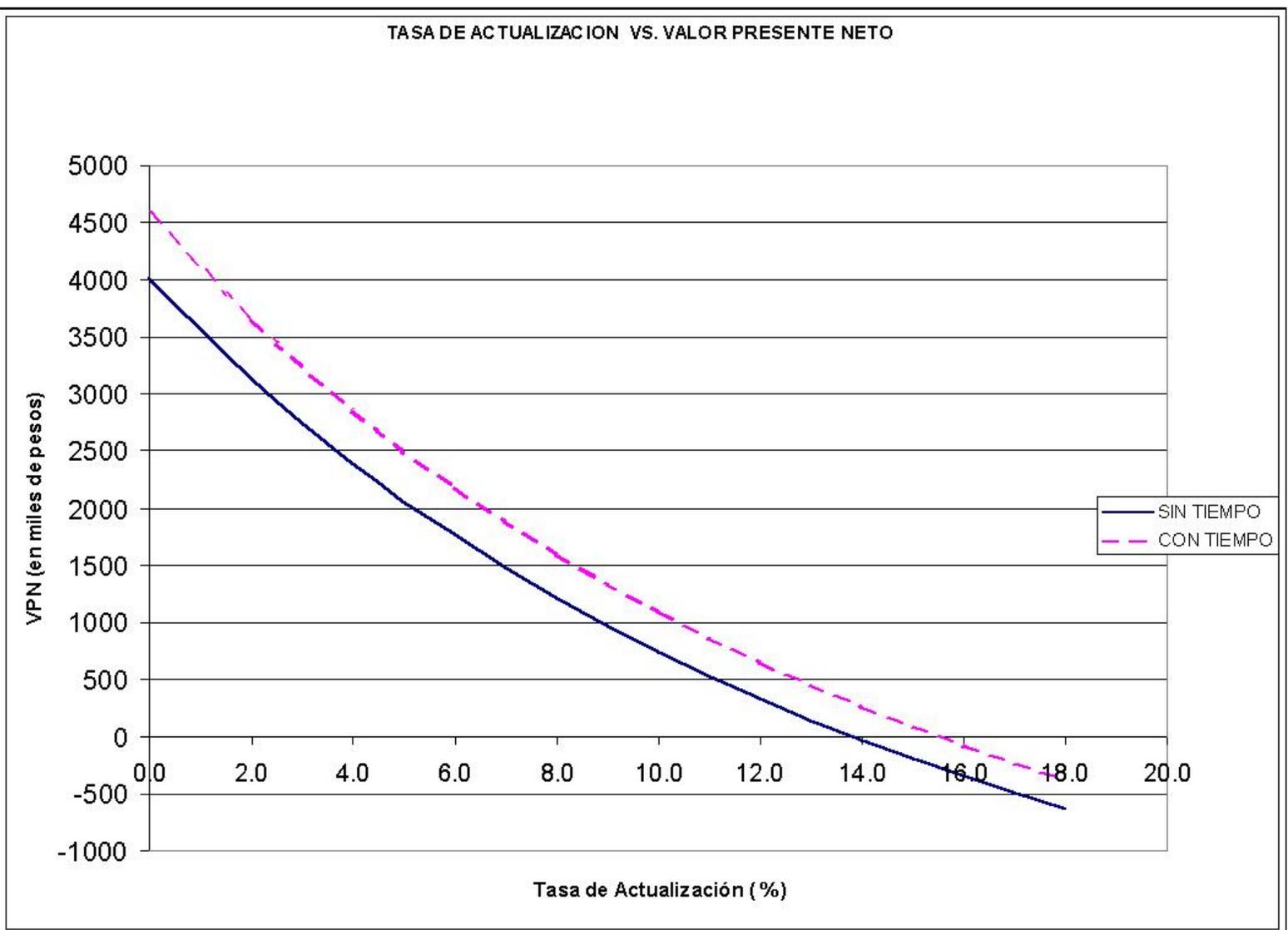
INDICE DE RENTABILIDAD = IR, VALOR PRESENTE NETO = VPN, TASA INTERNA DE RETORNO = TIR,
INDICE DE RENTABILIDAD INMEDIATA = IRI

Precios de mercado

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
SIN TIEMPO DE RECORRIDO	2.00	4000319.40	13.78	13.57
CON TIEMPO DE RECORRIDO	2.15	4575796.65	15.50	14.89

Precios actualizados

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
SIN TIEMPO DE RECORRIDO	1.08	323702.39	1.59	12.11
CON TIEMPO DE RECORRIDO	1.16	642990.78	3.12	13.29



ANALISIS DE SENSIBILIDAD

SENSIBILIDAD A LA INVERSION SIN TIEMPOS DE RECORRIDO

Precios de mercado

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
50 % DE LA INVERSION	4.01	5,990,569.40	33.64	27.14
75 % DE LA INVERSION	2.67	4,995,444.40	21.04	16.15
120 % DE LA INVERSION	1.67	3,204,219.40	9.73	10.09
150 % DE LA INVERSION	1.34	2,010,069.40	5.23	8.08
175 % DE LA INVERSION	1.15	1,014,944.40	2.37	6.92

SENSIBILIDAD A LA INVERSION CON TIEMPOS DE RECORRIDO

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
50 % DE LA INVERSION	4.30	6,566,046.65	36.37	26.59
75 % DE LA INVERSION	2.87	5,570,921.65	23.08	17.72
120 % DE LA INVERSION	1.79	3,779,696.65	11.27	11.08
150 % DE LA INVERSION	1.43	2,585,546.65	6.61	8.86
175 % DE LA INVERSION	1.23	1,590,421.65	3.65	7.60

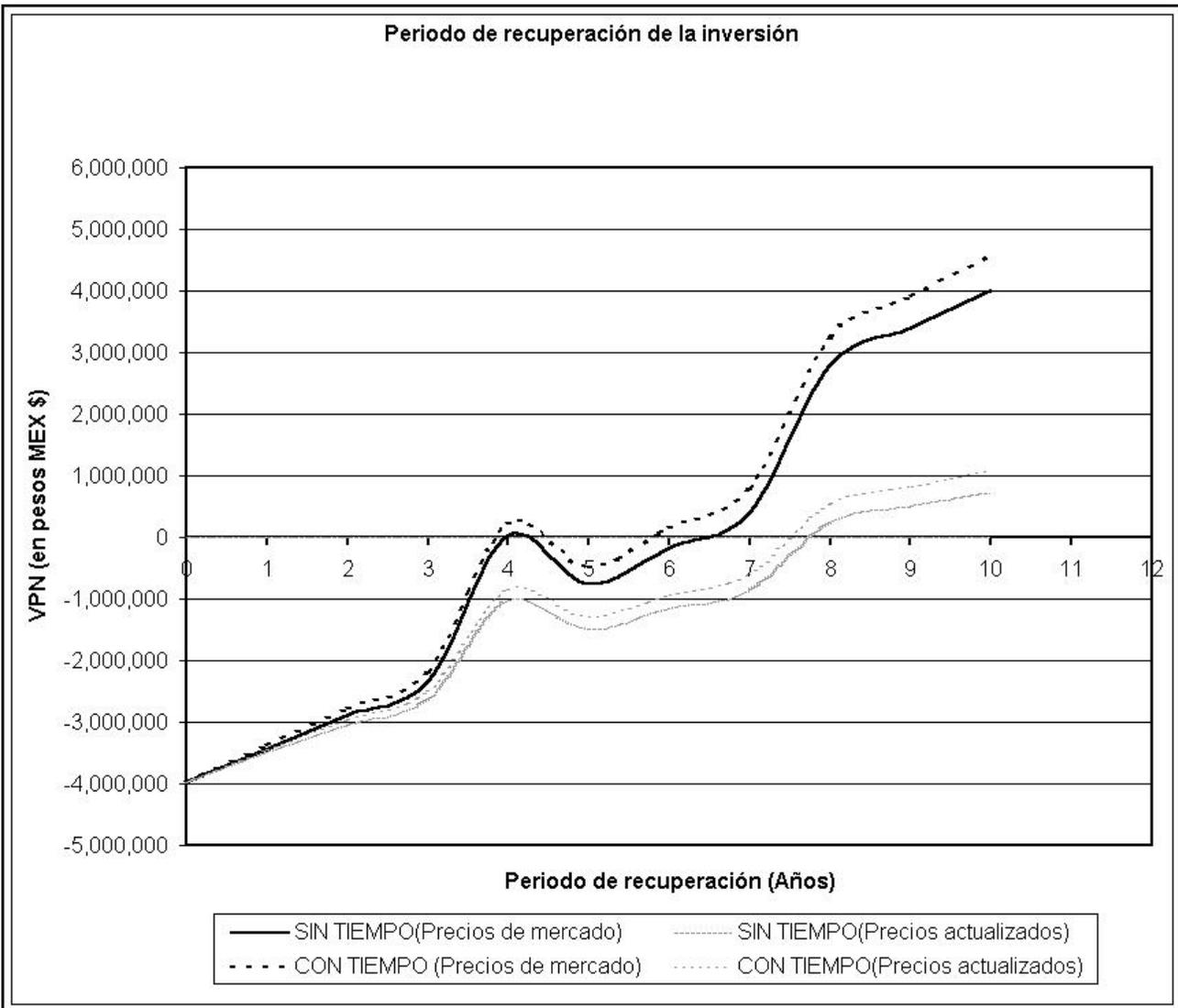
SENSIBILIDAD A LA INVERSION SIN TIEMPOS DE RECORRIDO

Precios actualizados

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
50 % DE LA INVERSION	2.16	2,313,952.39	19.32	24.23
75 % DE LA INVERSION	1.44	1,318,827.39	8.07	16.15
120 % DE LA INVERSION	0.90	-472,397.61	-2.03	10.09
150 % DE LA INVERSION	0.72	-1,666,547.61	-6.04	8.08
175 % DE LA INVERSION	0.62	-2,661,672.61	-8.59	6.92

SENSIBILIDAD A LA INVERSION CON TIEMPOS DE RECORRIDO

	IR	VPN (MEX \$)	TIR (%)	IRI (%)
50 % DE LA INVERSION	2.32	2,633,240.78	21.76	26.59
75 % DE LA INVERSION	1.55	1,638,115.78	9.90	17.72
120 % DE LA INVERSION	0.97	-153,109.22	-0.65	11.08
150 % DE LA INVERSION	0.77	-1,347,259.22	-4.82	8.86
175 % DE LA INVERSION	0.66	-2,342,384.22	-7.45	7.60



**CIUDAD DE MEXICO**

Av. Patriotismo 683
Col. Mixcoac
03730, México, D. F.
Tel (55) 56 15 35 75
55 98 52 18
Fax (55) 55 98 64 57

SANFANDILA

Km. 12+000, Carretera
Querétaro-Galindo
76700, Sanfandila, Qro.
Tel (442) 2 16 97 77
2 16 96 46
Fax (442) 2 16 96 71

Internet: <http://www.imt.mx>
publicaciones@imt.mx