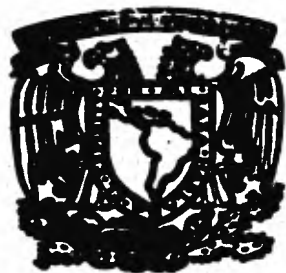


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



174

EVALUACION DE PROYECTOS
DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A

QUILLERMO TORRES VARGAS

México, D. F.

1981



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

	página.
I.- INTRODUCCION.	1
II.- LA EVALUACION DE PROYECTOS.	10
2.1.- CONCEPTO DE PROYECTO.	10
2.2.- ETAPAS NECESARIAS EN LA REALIZACION DE UN PROYECTO.	11
2.2.1.- El proyecto como secuencia de actividades.	13
2.2.2.- Definición y límites de las Etapas -- de un Proyecto.	14
2.3.- SELECCION DE PROYECTOS.	18
2.3.1.- Parámetros que influyen en la selección de proyectos.	19
2.4.- CONCEPTO DE EVALUACION DE PROYECTOS.	20
2.5.- CRITERIOS DE EVALUACION.	22
2.5.1.- Aspectos que deben tomarse en cuenta en todo proceso de Evaluación.	23
2.6.- EVALUACION DE PROYECTOS DE CARRETERAS.	29
III.- DESCRIPCION DE METODOS EMPLEADOS EN MEXICO.	31
3.1.- METODOLOGIA PARA LA EVALUACION ECONOMICA DE CARRETERAS CON EL CRITERIO DE RENTABILIDAD.	32
3.1.1.- Tipos de carretera que deben evaluarse con este criterio.	32

3.1.2.- Evaluación económica con el criterio de rentabilidad.	33
3.1.3.- Vida útil y horizonte económico de la carretera.	35
3.1.4.- Tiempo de Estudio y construcción del proyecto.	36
3.1.5.- Proyección del crecimiento del tránsito y velocidades promedio de recorrido.	36
3.1.6.- Costos promedio de recorrido de los vehículos.	37
3.1.7.- Determinación de los Beneficios correspondientes a la modernización o construcción de la carretera.	38
3.1.8.- Ingreso Horario.	42
3.1.9.- Cuantificación de los costos atribuibles a la construcción ó modernización de la carretera.	45
3.1.10.- Forma de determinar el Índice de Rentabilidad.	47
3.2.- MODELO DE EVALUACION DE PROYECTOS PARA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE CARRETERO MEDIANTE FUNCIONES DE PREFERENCIA VARIABLES.	48
3.2.1.- Definición de factores de evaluación.	49
3.2.2.- Representación Numérica de los Factores de Evaluación.	59
3.2.3.- Expresiones Matemáticas Empleadas en la Obtención de la Función Utilidad Mono-Dimensional.	64

3.2.4.- Modelos de Evaluación.	65
IV.- APLICACION DE LOS DISTINTOS METODOS.	68
4.1.- APLICACION DEL CRITERIO DE RENTABILIDAD	69
4.2.- APLICACION DEL CRITERIO DE FUNCIONES - DE PREFERENCIA VARIABLES.	70
4.2.1.- Función de utilidad de Efectos Direc tos.	70
4.2.2.- Efectos de Integración de la Infraes trutura Carretera.	72
4.2.3.- Efectos Sociales asociados a otras inversiones.	74
V.- CONCLUSIONES .	78
BIBLIOGRAFIA.	81

I.- INTRODUCCION .

En la segunda mitad del presente siglo, debido en gran parte al desarrollo que se ha gestado en los medios de comunicación, un gran número de naciones, las cuales agrupan aproximadamente a la mitad de la población mundial, se han dado cuenta que pueden alcanzar un grado de desarrollo que permita disfrutar no sólo a unos cuantos de sus miembros sino a la comunidad entera de los últimos adelantos de la civilización: educación, servicios asistenciales, servicios municipales, etc.

Lo que algunos países lograron en dos siglos, el resto de la humanidad podría alcanzarlo en unos cuantos años, y ello sería posible mediante la definición de objetivos, el estudio de recursos

disponibles, su empleo óptimo y su acción programada.

Para establecer las bases del desarrollo económico, se requiere llevar a cabo grandes inversiones en los sectores básicos o de infraestructura, puesto que el uso óptimo de los recursos para lograr los objetivos propuestos, implica entre otras cosas la modificación del medio físico. Como ejemplo pueden citarse las inversiones en obras para generación de energía; para aumentar la productividad del campo mediante el riego, en obras relativas a complejos industriales básicos y las obras para el transporte eficiente de bienes y personas.

Para la ejecución de cualquier tipo de obra de infraestructura es necesario un financiamiento; otorgar un financiamiento equivale a otorgar un crédito, el cual podría definirse como la confianza en la capacidad, voluntad y solvencia de un individuo o empresa por lo que se refiere al cumplimiento de una obligación contraída.

El financiamiento se clasifica en público y privado. El primero es aquel en el que intervienen directamente fondos del estado a cualquier nivel; federal, estatal o municipal, sea como acreedor, deudor o ambos casos; el financiamiento privado es el que se realiza por medio de transacciones mercantiles similares entre particulares o instituciones de crédito.

En México las obras de infraestructura generalmente se realizan con financiamiento de tipo público y extranjero.

Este financiamiento extranjero es obtenido por medio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que es un organismo dedicado precisamente a otorgar préstamos a países subdesarrollados, así como también del Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), que al igual que el anterior otorga préstamos fundamentalmente a países en vías de desarrollo con el fin de apresurar dicho desarrollo.

Debido a que no se cuenta con los recursos financieros su ficientes para solucionar los dos grandes problemas con que se enfrenta la infraestructura del transporte carretero de nuestro país; el primero de ellos, su insuficiencia para responder a la creciente demanda de transporte; el segundo, su limitada extensión lo que deja a una buena parte de la superficie del país y a un gran número de localidades sin conexión permanente y adecuada con el resto de los mexicanos y por lo tanto sin posibilidades reales de desarrollo; existe la necesidad de solicitar préstamos de este tipo, además es indispensable optimizar los recursos de que se dispone, así como los resultados de la asignación de dichos recursos. Para ello, es necesario contar con técnicas de evaluación de proyectos y programación eficientes, es decir técnicas que permitan en el primero de

los casos, conocer de manera cuantitativa los beneficios que los distintos proyectos puedan reportar, para que con base en ello --- posteriormente mediante la Programación se pueda realizar la optimización antes mencionada.

En su avance histórico, y en lo relativo al sector de transportes y específicamente en cuanto a carreteras y caminos, México ha ido construyendo sus carreteras troncales o nacionales, sus -- caminos secundarios o estatales y los caminos rurales que ha re-- querido y esta requiriendo con urgencia, así como las carreteras de cuota. Cada uno en su época y sin más limitaciones que la capacidad de sus presupuestos.

En el pasado, primero los senderos y luego los caminos, -- conformaron las huellas que en su expansión iban alcanzando las -- primeras civilizaciones y diferentes grupos que constituyeron la base de nuestra nacionalidad. Posteriormente, los caminos fueron testigos de la conformación de nuestra actual estructura económica y social, y en la actualidad, tanto las carreteras como los caminos -- en general, siguen abriendo nuevos horizontes y perspectivas más -- amplias al creciente afán de superación del pueblo mexicano.

Construir nuevos caminos es ampliar la utilización del territorio nacional, es comprometer esfuerzos y recursos de todo tipo en aras de objetivos que hay que definir. Las obras de infraestruc

tura para el transporte, y en especial en lo que a materia carretera se refiere, requieren fuertes erogaciones. La limitación de los recursos y la posibilidad de darles un uso alternativo, requieren del análisis de las diferentes proposiciones que conducen a la utilización de dichos recursos y de la determinación precisa de los efectos que produzcan los mismos.

Todo gasto prematuro o excesivo, retrasará o restringirá -- otras acciones en otros sectores y partes de la nación. Por lo tanto, es necesario buscar una mejor utilización de los recursos disponibles, primordialmente los humanos y los materiales, lo que -- conduce en algunos de los casos a buscar técnicas distintas a las empleadas por los países más avanzados.

La integración de una red carretera en México es un imperativo, y ello explica por que el sector industrial, al igual que otros sectores y de hecho con la colaboración de empresarios y usuarios, apoyan siempre la inversión creciente en carreteras de todos tipos. No obstante este apoyo, la cantidad de obras por realizar ante la magnitud de los recursos disponibles en el caso de México, hizo necesaria la búsqueda de nuevas fuentes de financiamiento, y fué especialmente a partir de los años 50's que los fondos internacionales disponibles para ayuda de los países subdesarrollados, tendieron a resolver las necesidades de recursos por parte de los proyectos de inversión realmente factibles.

Si bien es cierto que se puede disponer de los fondos - proporcionados por las instituciones de crédito mencionadas anteriormente, con el fin de poder complementar los recursos que el -- país destinaría en un momento dado a la realización de obras de in- fraestructura, especialmente construcción de carreteras, que es el - caso que nos ocupa; también es cierto que para obtener un aprove- chamiento adecuado de estos fondos financieros, es necesario ela-- borar planes que enmarquen todos aquellos proyectos que se prenten- dan realizar ya sea a corto, mediano y largo plazo. Asimismo, se - tendrán que seleccionar técnicas de análisis y programación, que - puedan contribuir a la correcta evaluación de los proyectos.

En caso de no llevarse a cabo una planeación adecuada - se pueden presentar los siguientes tipos de problemas:

a) El primer grupo de problemas se refiere a la relación del proyec- to con respecto al contexto económico, político y social que lo en- marca, pues el proyecto en sí es una ordenación de actividades y recursos que dependen del medio en donde surge y se desarrolla. Por lo tanto, cualquier alteración positiva de las condiciones del - medio deberá traducirse en un mejoramiento de las condiciones para la generación de proyectos.

Esta condición no resuelve en su totalidad el problema de calidad y escasez de proyectos. Aunque en los últimos años se -- ha realizado un esfuerzo en el campo del desarrollo económico, ---

éste no ha sido del todo satisfactorio entre otras razones por la falta de proyectos adecuados.

b) El segundo tipo de problemas se relaciona con aspectos específicos del campo de proyectos, como los correspondientes a la disponibilidad y grado de preparación de los técnicos para formular y analizar proyectos; los correspondientes a las herramientas e información necesarios para la formulación y análisis de proyectos.

Debido fundamentalmente a que el país está requiriendo de infraestructura acorde con el desarrollo que se esta llevando a cabo, se realizan planes de acción inmediata, que se refieren a uno o dos años, aunque en algunas ocasiones sobrepasan este lapso de tiempo y se designan como de corto plazo; a estos planes se les denomina programas y a la elaboración de ellos se les llama programación. Por lo tanto si la programación se acepta como la fijación de metas inmediatas y la formulación de acciones del mismo rango, se le debe considerar como una etapa de la planeación económica, por lo que se considera que la programación tiene una relación más directa con los proyectos que la que guardan éstos con la planeación.

Existe una interrelación entre proyecto y programa que no debe pasar inadvertida. Esto se debe a que los programas deben incluir los mejores proyectos y dado que los recursos disponibles para las inversiones son limitados, los proyectos deben realizarse

para contribuir al mejoramiento del medio. Entre más a fondo se -- analice la relación existente entre el proyecto y el resto de la -- economía y los estudios que se relacionen con el proyecto se per_ feccionen, más bajo será el riesgo de incurrir en innecesarios cos- tos sociales a que conducen las malas evaluaciones.

Las entidades internacionales que se ocupan de los pro-- blemas del desarrollo económico y social, han señalado reiterada- mente la necesidad de disponer de proyectos de inversión en núme_ ro y calidad adecuados, pues como se ha mencionado anteriormen- te uno de los problemas que se pueden presentar en la actualidad es la escasez de buenos proyectos en diversos sectores, y los -- proyectos disponibles suelen presentar muchas deficiencias. Se han buscado soluciones para contribuir a que haya más proyectos estu_ diados, a que estos proyectos correspondan a los sectores, ramas y actividades prioritarios, y a que se preparen y presenten de ma_ nera que su análisis y evaluación se realicen con eficiencia y -- adecuadamente.

El número de opciones de inversión aumenta al complicar- se la estructura económica de un país; sin embargo a la par dis-- minuye la preferencia por alguna de dichas opciones. Ya no basta- con la simple intuición o la firme voluntad de los hombres de --- acción para elegir a las que requieren de una atención inmediata, requiriéndose así de un estudio minucioso de cada proyecto, para poder establecer una jerarquización de dichas opciones de acuerdo

a sus prioridades.

Existen varias técnicas que se emplean para que la asignación de recursos disponibles resulte más satisfactoria, entre ellas podemos citar: la probabilidad y estadística, la programación matemática y la evaluación de proyectos; esta última basada principalmente en las dos primeras y que ha cobrado importancia en las últimas décadas.

En el presente trabajo se describirán dos alternativas de evaluación de proyectos de infraestructura carretera, con el fin de conocer el manejo de los diversos factores que intervienen en ellas, así como los resultados que pueden obtenerse de las mismas.

Por otra parte, se presentan algunos comentarios relativos a las ventajas y desventajas que presentan cada una de estas metodologías.

II.- LA EVALUACION 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.

A continuación se exponen algunos conceptos relativos al Proyecto.

2.1.- CONCEPTO DE PROYECTO.

Proyecto es por un lado "el designio o pensamiento de ejecutar algo", y por otro lado es "el plan para la ejecución de una

obra u operación". No obstante, en economía la expresión se emplea en una concepción más amplia, pues se entiende por proyecto toda la gama de actividades que van desde la intensión o pensamiento de ejecutar algo, hasta el término de su ejecución y su puesta en marcha normal.

Como una forma de ilustración de este concepto, se propone como definición general de proyecto la siguiente: "Proyecto es una unidad de actividad de cualquier naturaleza, que requiere para su realización del uso o consumo inmediato, o a corto plazo, de algunos recursos escasos o al menos limitados, aún sacrificando beneficios, actuales y asegurados, en la esperanza de obtener en un periodo de tiempo mayor, beneficios superiores a los que se obtienen con el empleo actual de dichos recursos, sean estos nuevos beneficios, financieros, económicos y sociales . 1/

- Cada Proyecto debe involucrar una unidad operativa que sea responsable de las decisiones conducentes a llevar a cabo los objetivos del mismo.

2.2.- ETAPAS NECESARIAS EN LA REALIZACION DE UN PROYECTO.

La realización de un proyecto desde su idea inicial hasta

- 1.- Definición tomada del manual de proyectos de desarrollo económico de la ONU.

su ejecución y puesta en servicio es un proceso en el cual se suceden continuamente consideraciones de orden técnico y económico. Este proceso se efectúa en un cuadro de factores sociales, políticos y económicos que se traducen en reglas de tipo nacional e internacional y situaciones contingentes de todo orden, que vienen a influir - en las características técnicas de los proyectos, tales como la factibilidad económico-financiera de estos, etc.

El proyecto atraviesa por una sucesión de etapas que siguen una secuencia lógica a saber:

a).- Identificación de la Idea: cuya realización se considera interesante y que pasa a constituir el objetivo del proyecto. Se realiza en esta primera etapa un análisis inicial de la idea para - establecer en forma preliminar su viabilidad técnica y económica.

b).- Preparación de un anteproyecto preliminar; en el cual - se estudia la idea con la profundidad necesaria para confirmar su factibilidad técnica, así como su interés económico y/o social, según sea la naturaleza del proyecto:

c).- Preparación de un anteproyecto definitivo que permita -- definir entre otros, los aspectos de mercado, alternativas de proceso, tamaño, obra física, localización, calendario y organización, -- rentabilidad, financiamiento y evaluación.

d).- Diseño final de ingeniería, que representaría con todos los antecedentes ya mencionados el proyecto definitivo.

e).- Ejecución del Proyecto y puesta en marcha del mismo, y

f) Operación Normal y análisis de los resultados del proyecto.

En todos los proyectos de alguna importancia estas etapas no son obra de una sola persona o grupo de personas, ni de su -- responsabilidad, sino de la participación constante y a veces simultánea de diferentes grupos de personas.

2.2.1.- El Proyecto como secuencia de actividades.

El proyecto se puede concebir como una secuencia de actividades, las cuales tienden a investigar, coordinar y organizar una serie de informaciones y datos que justifiquen el llevar a cabo una acción determinada. Se puede considerar al proyecto también como un documento por medio del cual se puede tomar una decisión determinada, ante la alternativa de aceptar o rechazar ciertas proposiciones de acción contenidas en él. Con lo anterior se quiere decir que en un momento dado, puede no requerirse del proceso de preparación y análisis de la información que se requiere, razonándose a base - de los resultados obtenidos, que resumen las conclusiones a que se

llegan en los proyectos de cada uno de los elementos del proyecto.

2.2.2. Definición y Límites de las Etapas de un Proyecto.

Si al proyecto se le considera como una medida para tomar decisiones, ya sean positivas o negativas y realizar algo que frecuentemente implica una inversión de capital, debe considerarse que tales decisiones no constituyen actos aislados, sino un proceso continuo en el cual deben encajar todas y cada una de las piezas, reconociéndose determinados momentos claves que corresponden precisamente a la adopción de las decisiones. Esta forma de presentar al proyecto se considera válida para cualquier empresa u organismo.

Los momentos claves que se han mencionado podrían visualizarse como los que a continuación se exponen:

- a).- El estudio de la posibilidad de llevar a cabo acciones basadas en la probable existencia de necesidades no satisfechas.
- b).- Decidir sobre la realización de análisis más refinados, - que aseguren al menos una vía factible para llevar a cabo las acciones inicialmente encargadas, o las que hubieren surgido en el curso de la exploración preliminar.
- c).- Determinar si es necesario incurrir en gastos que sean necesarios para contar con los elementos de juicio que puedan justificar una decisión definitiva.

d).- Decidir si las proposiciones que constituyen las conclusiones del estudio son aceptadas o rechazadas y en el primero de los casos tomar las medidas necesarias para llevar a la práctica tal - decisión.

Este planteamiento, a pesar de ser esquemático, marca la pauta a seguir en la fijación de las etapas del proyecto, de tal manera - se establecen las siguientes etapas a seguir:

- i).- Identificación de la Idea.
- ii).- Anteproyecto Preliminar
- iii).- Anteproyecto Definitivo.
- iv).- Proyecto Definitivo

En seguida se tratará el contenido de cada etapa, así como la meta de cada una de éstas.

Identificación de la Idea. - Existe una doble finalidad en esta primera etapa; formular correctamente las preguntas, lo que refleja la definición correcta de la idea, y de esta manera pasar por un - tamiz las consideraciones más obvias, las cuales precisan de un - menor análisis de información disponible, para emitir un juicio sobre el grado de viabilidad de la idea que pueda llegar a ser una - acción.

Esta etapa termina cuando se está en condiciones de recomendar el estudio de la idea.

Anteproyecto Preliminar.- Esta etapa tiene como objetivo el de mostrar la existencia de una idea viable desde el punto de vista - económico y técnico, además de tomar en cuenta otros criterios, que en casos concretos pueden ser factores importantes de la viabilidad de la alternativa.

Esta etapa culmina al resolver sobre la conveniencia y oportuni- dad de destinar los recursos necesarios para estudiar el proyecto, - que permitan a fin de cuentas contar con todos los elementos de -- análisis.

En caso de que la decisión basada en el anteproyecto prelimi- nar sea favorable, se procede a la elaboración del anteproyecto de- finitivo.

Anteproyecto Definitivo.- En esta etapa se debe proceder al es- tudio más profundo de la alternativa viable señalada en la etapa an- terior, así como al estudio de las demás alternativas que puedan - mejorar el proyecto, sea mediante criterios sociales, de rentabilidad así como algunos otros.

Esta etapa representa la etapa final de un proceso de aproxima- ciones sucesivas, característica de la formulación del proyecto, den- tro del cual asume una importancia vital la actualización de la in-- formación disponible, la que debe ser cada vez más rigurosa y pre- cisa.

Se obtendrá como resultado un conjunto coherente de recomendaciones sobre la acción propuesta, con un resumen suficiente de los antecedentes manejados, para que de esta manera pueda tomarse una decisión tal como se muestra en la figura 2.1.

La integración del proyecto no termina con esta etapa. Debe preverse una cuarta etapa, ya que antes de tomar una decisión definitiva acerca de su ejecución, económicamente no resulta aconsejable realizar cierto tipo de estudios (diseños, especificaciones detalladas etc.).

Estos estudios normalmente no aportan elementos de juicio que puedan influir en la decisión general de proceder con el proyecto, pero si representan un costo que en caso de rechazarse la idea, habría sido inútil.

Esta cuarta etapa será el Proyecto Definitivo que abarca la ordenación y afinación final de los datos y de todos los detalles de diseño, organización, etc., los cuales se estudian y ajustan una vez que se ha tomado la decisión de llevar a cabo la acción.

La preparación de un proyecto requiere, en muchos de los casos, de grandes inversiones en estudios, mismas que crecen en razón directa según su grado de detalle y profundida. Resulta lógico por lo tanto, buscar una secuencia de operaciones que controle el monto invertido, sin sobrepasar lo necesario para cumplir cada uno de los pasos que justifican la continuidad de la formulación del proyecto.

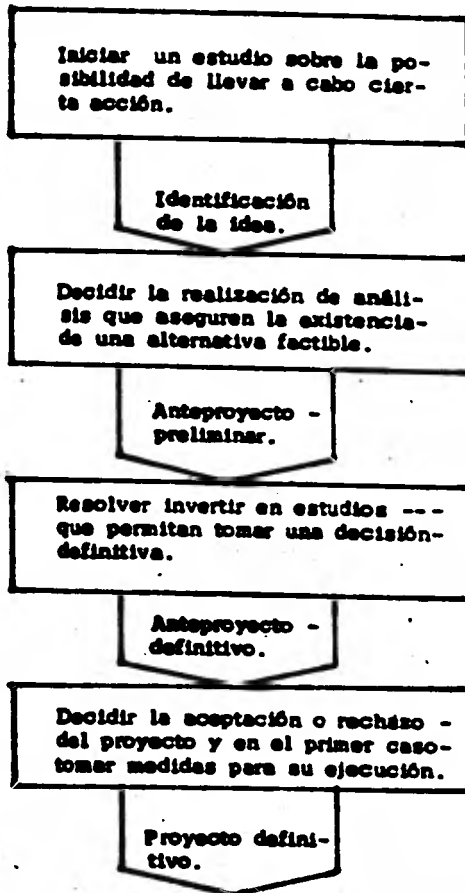


Figura 2.1.- Relación entre la toma de decisiones y las etapas del Proyecto.

El principio llamado de la Economicidad, resulta válido para todas y cada una de las etapas, viene a reafirmar el planteamiento secuencial del proyecto.

Aún cuando el proceso de toma de decisiones solamente se manifiesta en la aceptación o rechazo definitivo del proyecto, la utilidad de un análisis por etapas radica en la conciencia que crea la persona o personas encargadas de formular el proyecto, con respecto a la forma de resolver los problemas de la formulación de proyectos, teniendo como regla general el principio que se ha denominado de economicidad, asumiendo así la tarea de observar críticamente los resultados que van obteniéndose.

2.3 SELECCION DE PROYECTOS.

En general, la selección de proyectos no presenta complicaciones para un empresario privado, éste puede elegir de todos los proyectos con que cuente, aquel que satisfaga mejor sus objetivos. No así para un planificador, ya que en este caso debe escoger los proyectos que satisfagan más ampliamente los intereses y objetivos nacionales, dejando en un plano secundario sus objetivos personales; en razón de ello, debe escoger el que sea mejor para la sociedad.

Para poder examinar la selección de un proyecto a la luz coherente de los objetivos generales de política nacional, se realiza -

el análisis de beneficios y costos sociales. La preferencia que -- tiene un proyecto sobre otro ha de considerarse dentro del marco de repercusión nacional total, la cual se debe evaluar de acuerdo con un sistema coherente y apropiado de objetivos.

El propósito fundamental de efectuar el análisis de beneficios y costos sociales es el de evitar una separación completa entre selección de proyectos y la planificación nacional. El elegir un proyecto con respecto a otro trae ciertas consecuencias que influyen en el - empleo , la producción, el consumo, el ingreso de divisas y otros - aspectos que interesan a los objetivos nacionales. El análisis de - beneficios y costos sociales tiene la finalidad de ver si esas consecuencias, consideradas conjuntamente, son convenientes a la luz de los objetivos de la planificación nacional.

2.3.1. Parámetros que influyen en la Selección de Proyectos.

La evaluación de Proyectos se lleva a cabo en base a informa- ción concreta sobre los mismos y sobre los parámetros nacionales, dentro de estos últimos podemos citar: 1).- Parámetros de valor, - como la tasa social de actualización y los factores de distribución regional. 2).- Parámetros prácticos como la propensión del sector- público a reinvertir o la propensión marginal del sector privado para invertir.

2.4 CONCEPTO DE EVALUACION DE PROYECTOS.

Una vez definidas y establecidas todas las etapas de un proyecto, se procede a tomar en cuenta todos aquellos elementos de análisis que intervienen en la evaluación de proyectos.

Empezaremos por dar una definición de evaluación:

Evaluar un proyecto significa elaborar un conjunto de antecedentes que permitan estimar las ventajas que trae consigo asignar recursos a su realización. 2/

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 prelación. En otros términos, deben establecerse cuáles son los patrones de comparación que se van a utilizar y en qué forma podrán ser medidos.

La evaluación de proyectos, proporciona los elementos o criterios que permiten determinar el costo social que trae consigo la generación de los proyectos.

2/.- Apuntes de planeación. Facultad de Ingeniería U.N.A.M. 1976.

Además proporciona al país un instrumento que sirve de apoyo - para que éste obtenga créditos internacionales. Esto se debe a que los organismos internacionales exigen el respaldo técnico de todos los estudios económicos de cada uno de los proyectos de inversión.

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

La evaluación otorga las bases científicas y los diversos méto - dos que se han ideado, para valorar los distintos elementos, con - el objeto de medir su incidencia particular en cada proyecto, tendien - do a lograr un coeficiente de evaluación. Este coeficiente se acos - tumbra expresarlo en forma numérica para que de esta manera puedan organizarse los proyectos en orden creciente o decreciente, y elabo - rar una lista de prioridad del conjunto de proyectos estudiados. El mayor valor significa la más elevada jerarquía del proyecto dentro - del grupo.

Este procedimiento se lleva a cabo con el fin de establecer - una comparación entre los distintos proyectos, e ir asignando los - recursos de que se disponen, de tal manera que pueda efectuarse - una asignación óptima.

Esto reviste una gran importancia, sobre todo para todos los pa - íses que cuentan con recursos financieros muy escasos, pues de es

ta forma se pueden satisfacer necesidades crecientes, en calidad y cantidad, cuya satisfacción es preciso programar adecuadamente. Además, puede considerarse a la evaluación como una medida que toman estos países para asignar los recursos de que disponen de una manera racional.

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 nacional.

Cabe señalar también, que si bien en la toma de decisiones de algunos proyectos influyen aspectos políticos o sociales, la evaluación tiene importancia ya que indicará en cada caso, el costo social que implicará la selección de uno u otro proyecto.

2.5. CRITERIOS DE EVALUACION

Existen fundamentalmente dos criterios para evaluar proyectos:

- a).- Criterio Empresarial o Privado.
- b).- Criterio Gubernamental o Social.

Criterio Empresarial o Privado. - Busca como fin el rendimiento del capital invertido a fin de lograr la máxima rentabilidad de la inversión, es decir, busca únicamente el lucro, en tanto que en el criterio social la rentabilidad de la inversión no es necesariamente un indicador de primer plano, ya que en este tipo de evaluaciones

se buscará principalmente, el tener una mayor población servida -- por unidad de capital invertido, o el incrementar la productividad -- del capital, haciendo una buena distribución de los beneficios, o el buscar disminuir el saldo de la balanza de pagos, al crear fábricas y empleos tendientes a sustituir las importaciones. Estos proyectos quizá no sean rentables, pero tienen una serie de beneficios indirectos al país y a sus habitantes, como pueden ser el aumento del -- P.B.N., el aumento del ingreso percapita, la creación de empleos, etc. En la figura 2.2. puede apreciarse claramente la clasificación antes mencionada.

Pueden presentarse estos beneficios indirectos, más sin embargo no son tomados en cuenta para la toma de decisiones ya que si una alternativa no le brinda al menos el costo de oportunidad del capital al empresario, éste no invertirá aún cuando haya muchos beneficios sociales indirectos. En el presente trabajo se hablará de los distintos criterios empleados actualmente en México.

2.5.1. Aspectos que deben tomarse en cuenta en todo proceso de Evaluación.

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 me-

dirse y cómo debe llevarse a cabo esta medición.

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

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: investigación, recopilación, procesamiento y análisis de los 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 económico-financieros de la inversión en el presente y el futuro.

Todo lo antes expuesto trae como consecuencia la necesidad de contar con un gran número de datos estadísticos y métodos de análisis, no fácilmente disponibles en los países subdesarrollados.

Conviene destacar también, cuál es el período donde se presenta la mayor influencia de la inversión que se efectuó, ya que para que determinados proyectos tengan un funcionamiento adecuado requieren de fuertes erogaciones en reconstrucción, que en ocasiones ---

se comparan con la realización de un nuevo proyecto.

ii).- Valoración.- Este aspecto es muy importante en todo proceso de evaluación. Consiste en la asignación de precios a los -- bienes y servicios que acompañan al proyecto, que han sido escogidos para relacionarlos entre sí y 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 sí presenta dificultades, tanto teóricas como prácticas, pues obligan a modificar los precios de mercado. Existen varias maneras para llevar a cabo tal modificación; pero existen dos que no son excluyentes: la primera consiste en eliminar de estos precios los impuestos, subsidios y transferencias de cualquier tipo; y la segunda, consiste en emplear en la val

loración 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 restar de su valor comercial el monto que represente el gravamen, para de -- esta forma obtener el valor efectivamente que tiene para la comuni-- dad, debido al esfuerzo colectivo que representa. Se deberán tener -- mayores consideraciones en dicha corrección cuando se trate de de -- terminar las influencias indirectas de los subsidios o impuestos.

La determinación de los costos sociales sólo por la sustracción de los impuestos y subsidios a los precios de mercado resulta in -- completa en general, y no es aceptada por una gran mayoría . 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 cos-- to de oportunidad.

La aplicación de este concepto no resulta nada fácil debido a los inconvenientes a que da lugar.

La investigación del factor o actividad que es afectada al rea-- lizar un proyecto se considera difícil y depende del nivel de ocupa-- ción que guarda la economía, los salarios mínimos establecidos , -- la situación en que se encuentra la oferta y la demanda de mano-

de obra y la situación que se presentará como consecuencia de la realización de programas de desarrollo, la mayor o menor facilidad para obtener préstamos internos o externos y en lo relativo a la tierra, las características ecológicas entre otros.

Si no se dispone de información adecuada para considerar razonables los costos de oportunidad, no tendría objeto llevar a cabo una valoración social, por lo que se haría únicamente una corrección a los precios de mercado para suprimir el efecto de los subsidios e impuestos. La prelación que puedan presentar los proyectos dependerá de la aplicación de la valoración social a todos ellos.

iii).- 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 uniforme anual equivalente y el del valor actualizado.

Su aplicación estará en función de los datos del problema y de los objetivos que se persigan. El primer método se emplearía cuando las series anuales uniformes y alternativas de inversión que se comparan tenga la misma vida útil.

El segundo método se emplearía cuando se trate de proyectos con diferente vida útil, pero que permiten obtener la misma calidad con costos iguales.

A continuación se describen brevemente cada uno de ellos:

a).- Valor ó Costo Uniforme Anual Equivalente.

Este método permite que la suma invertida en una determinada fecha, se convierta de año a año en una serie equivalente de valores, los cuales se pueden sumar con los demás pagos anuales - para obtener el costo anual de cada proyecto.

Para obtener este costo anual se aplica la fórmula siguiente:

$$A = K \frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

En la que K es una constante de ajuste; "i" la cuota de descuento y "n", la anualidad de referencia.

Al aplicar la fórmula se obtiene en un solo rubro anual, la depreciación y los intereses o el servicio de amortización e intereses de un crédito; ya que el factor de recuperación del capital los incluye referidos a cierta tasa, y plazos determinados.

b).- Valor Actualizado.

Los pagos anuales se pueden reducir al equivalente de un solo pago efectuado junto con la inversión inicial, en lugar de llevar a cabo una homogenización de los valores en términos de desembolsos anuales.

En este caso se aplican fórmulas matemáticas que eliminan los valores futuros, que hace posible sumar los costos de la inversión con todos los costos anuales.

iv).- 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 adelante 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.

2.6 EVALUACION DE PROYECTOS DE CARRETERAS.

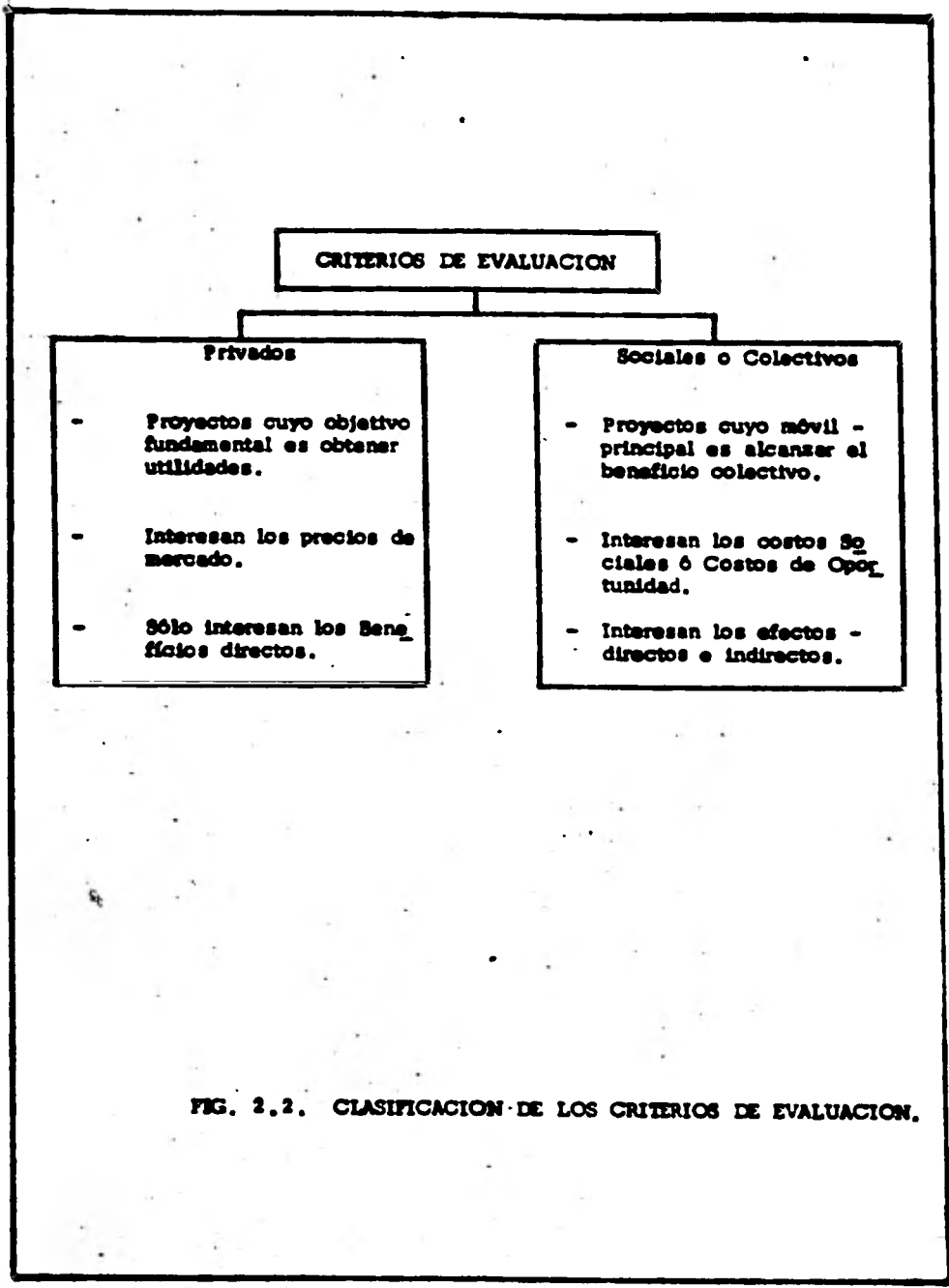
Una forma adecuada de realizar la evaluación de proyectos de carreteras, es aquella en la que se toman en cuenta todos los costos y beneficios que reportan la construcción y operación de dichos proyectos tanto directos como indirectos, tanto de los usuarios

como de los que no se consideran usuarios, a lo largo del horizonte económico que se considere apropiado.

Existen métodos de evaluación en los que se toman en cuenta los beneficios y costos que son susceptibles de medición económica. Por tal motivo, en la práctica se han venido relacionando -- únicamente elementos cuantificables en términos monetarios, que -- sean los más representativos en los proyectos de inversión que puedan presentarse.

Todos aquellos factores que no se puedan cuantificar en términos económicos, como son los de orden social, político, disponibilidad de recursos, necesidades de inversión en otros modos de transporte, serán elementos básicos que influirán al momento -- de tomar la decisión en relación a la realización de un proyecto -- determinado.

En capítulos subsecuentes se tratarán algunas aplicaciones de dos metodologías empleadas en nuestro país, en la evaluación de proyectos de infraestructura carretera.



CRITERIOS DE EVALUACION

- Privados**
- Proyectos cuyo objetivo fundamental es obtener utilidades.
 - Interesan los precios de mercado.
 - Sólo interesan los Beneficios directos.

- Sociales o Colectivos**
- Proyectos cuyo móvil principal es alcanzar el beneficio colectivo.
 - Interesan los costos Sociales ó Costos de Oportunidad.
 - Interesan los efectos directos e indirectos.

FIG. 2.2. CLASIFICACION DE LOS CRITERIOS DE EVALUACION.

III.- DESCRIPCION DE METODOS EMPLEADOS EN MEXICO.

En el presente capítulo, se describirán dos de los métodos que se emplean en la evaluación de proyectos de infraestructura carretera en nuestro país.

GENERALIDADES.-

Se ha mencionado en capítulos anteriores, que la evaluación de proyectos consiste en la aplicación de patrones ó normas -- que proporcionan indicadores para la apreciación comparativa de las ventajas y desventajas de los proyectos considerados , de manera - que pueda justificarse cualquier prelación ó selección de proyectos.

En todo proceso de evaluación de proyectos de infraestructura para el transporte carretero, 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 puedan acarrear y los que se de sean obtener en una región determinada.

Las evaluaciones pueden ser de carácter general, pueden estar orientadas al usuario y a la obra, pueden estar encaminadas a la economía general, pueden formar parte importante de planes y programas nacionales.

3.1. METODOLOGIA PARA LA EVALUACION ECONOMICA DE CARRETERAS CON EL CRITERIO DE RENTABILIDAD.

La evaluación económica de un proyecto consiste en analizar si los beneficios resultantes de ejecución excedan los costos requeridos de la obra. Se debe demostrar también que la alternativa escogida ofrece mejores beneficios que las otras alternativas consideradas, (trazado, características técnicas y operacionales, etc.) -- tomando en cuenta las diferencias de sus costos. La evaluación economica bajo el criterio de rentabilidad, trata de justificar por qué se ejecuta un proyecto, así como la forma y el momento en que se debe llevar a cabo esa ejecución.

3.1.1.- Tipos de carretera que deben evaluarse con este criterio.

Con este criterio de evaluación podrán cuantificarse los efectos de la inversión aplicada a la construcción de una carretera nueva, así como también a la modernización de una ya existente.

Dentro del primer grupo, se incluirán todas aquellas carreteras de 2 ó más carriles y hasta la etapa de revestido ó pavimentado, las cuales de acuerdo a la función que realicen podrán ser:

- a) De Penetración Económica
- b) De Función Social

En el segundo grupo, se tratarán todas aquellas carreteras - que tiendan a solucionar problemas de congestionamiento para lo cual se requiere:

- a) La eliminación de cuellos de botella, tales como puentes - angostos, tramos con pendiente ó curvatura excesiva, etc.
- b) La ampliación de la sección existente
- c) El aumento del número de carriles.

3.1.2 Evaluación económica con el criterio de rentabilidad.

Como ya se ha mencionado, la evaluación indicará la conveniencia de llevar a cabo una inversión en la construcción ó modernización de una carretera.

Cuando se construye o moderniza una carretera, sus beneficios se reflejan directamente en los usuarios y en la colectividad, - sobre todo en aquella colectividad que se encuentra bajo la influencia

cia de la carretera construida o modernizada. Esos beneficios deberán ser considerados y de alguna forma evaluados.

De lo anterior, podemos definir desde el punto de vista vial - el beneficio, como el conjunto de ventajas ponderables asignadas a los usuarios y a la colectividad como resultado de la construcción o mejoramiento de una carretera.

Para poder emplear el criterio de rentabilidad, los beneficios y los costos por año se actualizarán a un año base utilizando una ta sa anual de actualización.

Para que la inversión en una carretera sea conveniente, la su ma de beneficios deberá ser mayor ó igual que la suma de costos actualizados.

Este concepto de factibilidad económica se maneja implícitamente dentro del "Índice de Rentabilidad" el cual se obtiene mediante la relación beneficio/costo actualizados. De acuerdo con lo expues to anteriormente, para que una inversión sea factible el Índice de Rentabilidad deberá ser mayor ó al menos igual a uno.

Los beneficios en este caso pueden referirse a los beneficios directos, los cuales representan las ventajas cuantificables resultantes de la construcción o mejoramiento de las características geométricas de una carretera que se reflejan, especialmente en los costos de trans porte, bajo la forma de reducción del costo operacional, del número de accidentes y de tiempo de viaje. También pueden referirse a los be

neficios indirectos, que representan las ventajas estimables, derivadas de la construcción o modernización de una carretera, los cuales se reflejan en la colectividad o en algunos de sus miembros, en términos de desarrollo económico de la zona bajo influencia de la carretera.

Para proceder a efectuar la evaluación se requiere analizar los siguientes conceptos:

3.1.3. Vida útil y horizonte económico de la carretera.

La vida útil de una carretera será el tiempo que dicha carretera se encuentre operando satisfactoriamente, hasta que el deterioro de la misma demande la modernización ó construcción de otra ruta -- nueva, lo cual dependerá del volumen de tránsito.

En base a la experiencia, se considera un período de 20 años -- como vida útil de un proyecto carretero, en caso de tratarse de carreteras de concreto asfáltico y siempre y cuando se les dé el mantenimiento adecuado y se les hagan reconstrucciones cuando así lo requieran. En este sentido, se ha llegado a determinar que por lo general -- se llevan a cabo en los años 9 y 16 después de haberseles construído. Esta reconstrucción consiste en la adición de una nueva carpeta asfáltica .

El horizonte económico corresponde al tiempo de estudio económico de los beneficios y costos, y usualmente se hace coincidir con la vida útil del proyecto.

3.1.4. Tiempo de Estudio y Construcción del Proyecto,

El tiempo de estudio suele considerarse generalmente de 1 año y el de construcción de 1 a 4 años, durante los cuales se deberá distribuir adecuadamente la inversión.

3.1.5. Proyección del crecimiento del tránsito y velocidades.
promedio de Recorrido.

Con el fin de tener un programa adecuado sobre el crecimiento del tránsito, se han realizado estudios con base en datos estadísticos sobre conteos semanales y anuales, en los que se ha observado el crecimiento del tránsito en carretera bajo condiciones diferentes.

El tránsito promedio diario anual (T.P.D.A.) se ha agrupado en 3 categorías, y cada una se identifica con la zona correspondiente.

- a) Zonas de circulación intensa (más de 2,000 vehículos/día).
- b) Zonas de circulación media (de 700 a 2 000 vehículos/día).
- c) Zonas de circulación baja (menos de 700 vehículos/día).

Para cada categoría se han establecido 3 diferentes hipótesis: alta, media y baja, y para cada una de ellas se ha calculado un porcentaje de crecimiento para cada uno de los años de vida útil de una carretera.

Si el tipo de datos y las condiciones económicas en la zona lo permiten, puede considerarse que el tránsito crecerá a una tasa constante.

En cuanto a la velocidad promedio de recorrido de cada tipo de vehículos, se puede decir que ésta dependerá de las características de los vehículos, de las condiciones en que se encuentre la carretera, así como del volumen y composición del tránsito.

Por otra parte, de acuerdo a cada nivel de servicio que ofrece una carretera, se pueden determinar los volúmenes máximos para cada uno de éstos niveles, los cuales tienen asociados una velocidad promedio de recorrido para los automóviles; con estas velocidades y volúmenes de tránsito se grafica una curva que nos permite conocer la velocidad de los automóviles para diferentes volúmenes de tránsito.

En el caso de camiones y autobuses, esta velocidad se calculará como un porcentaje de la de los automóviles. Dichos porcentajes dependerán del tipo de carretera, definiéndose a éste en función de las características geométricas de aquella.

3.1.6. Costos promedio de recorrido de los vehículos.

Estos costos son los que se le atribuyen directamente a un vehículo y comprende:

Consumos de combustible y lubricantes, deterioro de las llantas, depreciación, mantenimiento y costo del capital invertido en el vehículo.

Para cada tipo de vehículo se han determinado los costos de recorrido bajo condiciones ideales (considerando como tal terreno plano, sin curvas y con buen pavimento) para camiones, autobuses y - automóviles, para velocidades en múltiplos de 10 km/h.

3.1.7. Determinación de los beneficios correspondientes a la modernización ó construcción de la carretera.

En general, dentro de los beneficios que trae consigo la construcción ó modernización de una carretera en una zona determinada, que requiere de mejores vías de comunicación destacan:

- Fomento de las actividades agrícolas, industriales y turísticas.
- Incremento del valor de la tierra.
- Disminución de los tiempos y costos de recorrido de los vehículos.
- Disminución de la probabilidad de accidentes.

Dada la dificultad de cuantificar todos estos beneficios debido a que no se cuenta con estadísticas suficientes, para efectos de evaluación se consideraron como los más importantes a aquellos que comprenden los ahorros por disminución en los costos de recorrido - y los beneficios por ahorro en los tiempos de recorrido.

- 1) Ahorros por disminución en los costos de recorrido.

Los ahorros en los costos de recorrido que pueden obtener los usuarios de una carretera, se debe en algunas ocasiones a la disminución en la distancia por recorrer, así como al mejoramiento del Nivel de Servicio con que se encuentre operando la carretera.

Para poder determinar dichos ahorros deberán calcularse los costos promedios de recorrido de los vehículos con y sin proyecto, para cada año del horizonte económico. En el primero de los casos (con proyecto), los costos promedios de recorrido se determinarán considerando el mejoramiento de las condiciones geométricas de la carretera, Para el segundo caso (sin proyecto) dichos costos se de terminarán considerando el estado actual de la carretera.

Los costos de recorrido se calcularán utilizando la fórmula siguiente:

$$C_{ij} = (TPDA_j) (\% i) (365) (C_i) (L)$$

En donde:

$TPDA_j$ = Tránsito promedio diario anual de la carretera en el año j .

$\% i$ = Porcentaje que le corresponde al vehículo i , según la com posición del tránsito.

365 = Número de días que tiene el año.

C_i = Costo por kilómetro recorrido del vehículo i a la velocidad proyectada en el año j en las condiciones que ofrece la carretera.

L = Longitud de la carretera

C_{ij} = Costos de recorrido anual de los vehículos i en el año j .

El costo total de recorrido se calculará como la suma de los costos anuales de recorrido de los tres tipos de vehículos:

$$C_{tj} = C_{aj} + C_{bj} + C_{cj}$$

En donde:

C_{tj} = Costo total anual de recorrido en el año j .

C_{aj} = Costo de recorrido anual de los automóviles en el año j .

C_{bj} = Costo de recorrido anual de los autobuses en el año j .

C_{cj} = Costo de recorrido anual de los camiones en el año j .

Calculados los costos anuales de recorrido para cada año del horizonte económico con proyecto y sin él, los ahorros anuales por costos de recorrido concernientes a la construcción ó modernización de una carretera se obtendrán para un año dado, restándole a los -- costos anuales de recorrido sin proyecto, los costos anuales de recorrido con proyecto del año considerado. Los ahorros deberán calcularse para cada año del horizonte económico .

$$A_{rj} = C_{rjs} - C_{rjc}$$

A_{rj} = Ahorro en los costos de recorrido en el año j .

C_{rjs} = Costos de recorrido sin proyecto en el año j .

C_{rjc} = Costos de recorrido con proyecto en el año j .

ii) .- Beneficios atribuibles a la disminución en tiempos de recorrido.

Como se mencionó anteriormente, al modernizarse una carretera mejorando los niveles de servicio, los usuarios podrán obtener disminución en tiempo de recorrido, lo cual ofrece múltiples beneficios tales como:

- Disminución en la probabilidad de accidentes.
- Mejoramiento de las condiciones de viaje del usuario (mayor confort).
- La comercialización se verá estimulada; además aumentará la actividad en zonas turísticas.
- Obtención de ahorros monetarios debido a la disminución de tiempos de recorrido, por ejemplo, en los -- sueldos de los choferes.

Por la misma razón, que ya se ha expuesto anteriormente en lo referente a la dificultad para determinar todo tipo de beneficios - que influyen en la evaluación, únicamente se tomarán en cuenta los beneficios atribuibles al valor monetario que los usuarios asignan - al ahorro en sus tiempos de recorrido.

Aún así, la determinación de los beneficios no es sencilla, El valor monetario debido a los ahorros en tiempos de recorrido se - obtiene de la siguiente manera:

$$T_{ij} = t_{ijs} - t_{ijc} = \frac{L}{V_{ijs}} - \frac{L'}{V_{ijc}}$$

En donde:

T_{ij} = Ahorro en tiempo para el vehículo i en el año j.

t_{ijs} = Tiempo de recorrido del vehículo i en el año j sin proyecto.

t_{ijc} = Tiempo de recorrido del vehículo i en el año j, con proyecto.

L = Longitud de la carretera sin proyecto.

L' = Longitud de la carretera con proyecto.

V_{ijs} = Velocidad promedio del vehículo i en el año j sin proyecto

V_{ijc} = Velocidad promedio del vehículo i en el año j, con proyecto, la cual se determina en base al Nivel de Servicio con que va a operar la carretera en el año j.

Una vez conocidos los ahorros en tiempo, podrá cuantificarse el valor monetario de los mismos de la siguiente manera:

Se tomará en cuenta únicamente los beneficios atribuibles a los ahorros de tiempo de las personas que viajan por razones de trabajo, - no así los beneficios que pudieran tener las personas que viajan por placer, debido fundamentalmente a la dificultad para determinar los beneficios que pudieran obtener estos últimos .

3.1.8. Ingreso Horario .

Se entiende por ingreso horario de una persona, como la cantidad que ésta percibe en una hora; estos ingresos pueden ser para el caso de los usuarios:

a) Ingreso horario de los conductores.

El ingreso de los conductores de camiones y autobuses de pasajeros, se determinan promediando los salarios horarios que perciben.

Dada la dificultad que se presenta para determinar el ingreso horario de los conductores de automóviles, debido a la gran heterogeneidad de los mismos, se determina de la forma siguiente:

Se fija el ingreso mensual mínimo que permita a una persona -- tener automóvil. Para ello, con apoyo en el Censo General de Población se obtienen los porcentajes de los rangos de ingreso, con los cuales se calcula el ingreso mensual medio de las personas que pueden tener automóvil.

Este ingreso, dividido entre el número total de horas que se trabaja en un mes, nos dará el ingreso horario promedio de los conductores de automóviles.

b) Ingreso horario de los pasajeros.

Este renglón se determina de manera análoga a la que se empleó para determinar el ingreso horario de los conductores de automóviles.

Los rangos de ingreso de las personas que viajan por automóvil y autobús, se determinan obteniendo un ingreso promedio utilizando para ello el Censo de Población y Vivienda más reciente.

Dado que los ingresos varían de acuerdo a las regiones del país, el estudio de estos deberá hacerse para varias regiones del país.

Se procederá inmediatamente a calcular el número de ocupantes promedio que viajan en un automóvil y en un autobús por la carretera analizada; en base al T.P.D.A. y a los estudios de origen y destino, se ha determinado que generalmente el número de pasajeros en el caso de automóviles es de 2.1 y de 28 pasajeros en el caso de autobuses, observándose que el porcentaje de personas que viajan por razones de trabajo es al rededor de un 40%; una vez obtenidos estos datos, se calculará el valor monetario de los beneficios atribuibles a los ahorros en tiempo de recorrido mediante las siguientes relaciones:

$$A_{tja} = (V_j) (\% a) (\% t) \left[I_{oa} + (N_a) (I_{pa}) \right] (T_{aj}) \quad (365)$$

$$A_{tjb} = (V_j) (\% b) (\% t) \left[I_{ob} + (N_b) (I_{pb}) \right] (T_{bj}) \quad (365)$$

$$A_{tjc} = (V_j) (\% c) (T_{cj}) \quad (365)$$

$$A_{tj} = A_{tja} + A_{tjd} + A_{tjc}$$

En las fórmulas anteriores:

A_{tj} = Ahorro monetario total debido a la disminución de tiempo de recorrido en el año j .

A_{tji} = Ahorro monetario debido a la disminución de tiempo de recorrido para el vehículo i en el año j .

V_j = Volumen promedio diario anual en el año j .

(% i) Porcentaje de vehículos tipo i con respecto a la composición.

(% t) Porcentaje de personas que viajan por razones de trabajo.

I_{pi} = Ingreso horario de los pasajeros del vehículo i .

I_{oi} = Ingreso horario del operador del vehículo i .

N_i = Número de ocupantes que en promedio viajan en el vehículo i .

T_{ij} = Ahorro en tiempo para el vehículo i en el año j .

Por último, los beneficios anuales atribuibles a la construcción ó modernización de la carretera, serán la suma de los ahorros en los costos de recorrido y los ahorros por la disminución de tiempos de recorrido en el año considerado.

$$B_j = A_{rj} + A_{tj}$$

3.1.9. Quantificación de los costos atribuibles a la construcción ó modernización de la carretera.

En caso de tratarse de una modernización, se calcularán para cada año del horizonte económico, los costos de conservación y de reconstrucción que se tendrían si no se moderniza la carretera, y los costos de construcción, de conservación y de reconstrucción cuando hay modernización.

Los costos que son atribuibles a la modernización de la carretera, serán la diferencia entre los costos de ambas situaciones. Dicho costo anual para el año " j " se determina utilizando la relación:

$$C_j = ((\%_j) \text{ CONSTR} + (\text{CONSER}_{jc} + \text{RECONST}_{jc}) L') - ((\text{CONSER}_{js} + \text{RECONST}_{js}) L)$$

En donde:

C_j = Costo total de la modernización de la carretera en el año j .

CONSTR = Costo total de la modernización de la carretera.

$(\%_j)$ = Porcentaje del costo total de la modernización que se aplica en el año j .

CONSER_{jc} = Costo de conservación por kilómetro de la carretera modernizada en el año j .

CONSER_{js} = Costo de conservación por kilómetro de la carretera sin modernizar en el año j .

L' = Longitud de la carretera con proyecto.

L = Longitud de la carretera sin proyecto.

RECONST_{jc} = Costo de reconstrucción por kilómetro de la carretera modernizada en el año j .

RECONST_{js} = Costo de reconstrucción por kilómetro de la carretera sin modernizar en el año j .

En caso de tratarse de la construcción de una nueva carretera, no se restarán los costos de conservación y reconstrucción de la carretera alterna que comunica los puntos que unirá la nueva carretera, ya que estos gastos se erogarán independientemente de que se construya o no la nueva carretera.

Sin embargo puede argumentarse que de ser construida la nueva carretera, los gastos de conservación y reconstrucción disminuirán debido a que una parte del tránsito de la ruta actual será absorbida por la nueva carretera. En este caso, para obtener el costo anual -- atribuible a la construcción de la carretera, se restará al costo de construcción, conservación o reconstrucción de la nueva carretera, el ahorro en el costo de conservación o reconstrucción de la ruta actual en el año considerado.

3.1.10. Forma de determinar el Índice de Rentabilidad

Calculados los beneficios y costos concernientes a la modernización o construcción de la carretera, a lo largo del horizonte económico, se podrá determinar el índice de rentabilidad (I.R.) de la manera siguiente:

$$I.R. = \frac{\sum_{i=j-1}^{n-1} B_j (1+r)^{-i}}{\sum_{i=j-1}^{n-1} C_j (1+r)^{-i}}$$

En donde:

n = Horizonte económico de la carretera en años

r = Tasa anual de interés

B_j = Beneficios atribuibles a la construcción o modernización de la carretera en el año j .

C_j = Costos atribuibles a la construcción o modernización

Para que la modernización o construcción sea factible, dicho

índice deberá ser por lo menos igual a 1, como se mencionó con anterioridad.

Debido a que el Índice de rentabilidad depende del valor adoptado para la tasa de actualización, y esta presenta por lo general cierta incertidumbre, la evaluación se complementa con la tasa interna de retorno del capital asignado a la obra.

Si la tasa de actualización no refleja en forma adecuada el costo del capital, el cálculo de la tasa interna de retorno nos permite tener la seguridad de que, aún cuando la tasa de actualización adecuada sea mayor que la supuesta, la inversión seguirá siendo rentable, esto es la tasa interna de retorno seguirá siendo superior a las tasas de actualización que permiten la construcción de la carretera.

$$\sum_{j=1}^n B_j (1+r)^{-j} = \sum_{j=1}^n C_j (1+r)^{-j} \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

El valor de dicha tasa interna "r" se obtendrá por aproximaciones sucesivas.

3.2. MODELO DE EVALUACION DE PROYECTOS PARA INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE CARRETERO MEDIANTE FUNCIONES DE PREFERENCIA VARIABLES.

Este modelo ha sido elaborado para ser empleado en la evaluación de proyectos carreteros específicamente. Constituye por lo tanto, una metodología particular con fundamento en los conceptos y procedi-

mientos de la teoría de decisiones, con objetivos múltiples.

Se encuentra basada en un criterio económico social regional, - considerándosele por esta razón como un criterio de aplicación más - amplia que el de beneficio-costos que se ha venido aplicando tradicio- nalmente. Para su desarrollo, se procedió a la revisión de anteceden- tes dentro de la evaluación económica de proyectos, con el fin de - obtener un conjunto de factores de evaluación que sean satisfactorios tanto en la representación adecuada de los indicadores socio-econó- micos importantes, como por la disponibilidad de información y res- tricciones que se presentan por la obtención de dicha información.

3.2.1. Definición de factores de evaluación.

Este apartado se divide para su estudio en tres partes, que son a saber:

- a) Aspectos normativos para la obtención de factores de - evaluación de carreteras.

En la actualidad, un proyecto carretero no puede identificarse - con una finalidad exclusiva, que sea representativa, en cantidad ma- yoritaria, de los factores planeados y fortuitos. Un procedimiento de - evaluación basado en el principio de efecto- causa, puede conducir -- a mal interpretar la deseabilidad real de un proyecto carretero cual- quiera en el contexto del desarrollo social y económico. Esto es , un procedimiento de evaluación de los efectos posibles causados por una carretera sobre recursos y objetivos políticos, no es suficiente -

por las limitaciones de identificación y medición de los efectos importantes reales, directos e indirectos.

Esta metodología no descarta la consideración de los efectos - causados por un proyecto carretero, lo que hace es limitar el conjunto de efectos por considerar a aquellos efectos que pueden ser identificados y medidos en forma objetiva.

Si la prelación de proyectos carreteros se puede realizar de acuerdo a la deseabilidad relativa de los efectos que un proyecto -- causa, también podrá realizarse de acuerdo a la situación que se -- proyecta implementar en una zona específica, de manera que la situación planeada implique la deseabilidad de una carretera, en relación a un conjunto de condiciones necesarias para la implementación y -- consecución de los objetivos que persigue el Plan Nacional de Desarrollo Urbano.

b) Consideraciones Generales para definir los factores de evaluación.

Los beneficios que las inversiones de los proyectos complementarios produzcan en los habitantes de una zona, serán identificados - por medio del número de empleos generados y la inversión pública.

Los proyectos que se establezcan, generarán empleos entre los habitantes de la zona en la que se localicen los mismos. La inversión pública en la región será paralela a los proyectos gubernamentales, - al destinarse a conceptos de tipo social: salud, vivienda, educación,

agua potable, energía eléctrica y alimentación.

Los proyectos correspondientes a las inversiones públicas complementarias se clasifican dentro de los distintos sectores económicos, de manera que esta clasificación permita establecer una diferencia en la participación de los proyectos complementarios identificados en los sectores económicos de una región.

Para llegar a determinar, tanto los beneficios económicos como los sociales se deberán tomar en cuenta todos aquellos factores que contribuyan de manera directa ó indirecta en la evaluación de estos beneficios.

Por lo general, los factores de evaluación de proyectos carreteros que consideran a efectos sociales son los que a continuación se exponen:

- Valor agregado de la producción en la zona de influencia de un proyecto de infraestructura de transporte carretero. (Iniciativa privada).

- Situación estimada para la zona de influencia de un proyecto carretero, en conceptos sociales: salud, educación, vivienda, agua potable, alimentación. Etc. (Gobierno).

De los efectos directos que provoca un proyecto carretero que pueden ser identificados y medidos en forma objetiva, se incluyen los costos directos de una carretera y los beneficios directos a los -

usuarios de la carretera, estos costos y beneficios pueden ser a saber:

- Costos de diseño e investigación
- Costos de construcción
- Costos de mantenimiento
- Costos de indemnizaciones
- Beneficios por ahorro en tiempo de transporte
- Beneficios por ahorros en costos de transporte

Los factores mencionados anteriormente, corresponden a los que se toman en cuenta en la determinación de la tasa interna de retorno e índice de rentabilidad inmediata, que se efectúa con la metodología que se ha venido aplicando tradicionalmente. El resultado de la metodología tradicional, es empleado como uno más de los factores que se toman en consideración en esta nueva metodología.

Otro efecto que se ha logrado identificar es, un incremento en las percepciones monetarias de los habitantes de la zona de influencia de una carretera. Estos incrementos se pueden relacionar directamente con la construcción y operación de una carretera. Por lo tanto, estos incrementos se deberán considerar adicionalmente a los efectos directos de un proyecto carretero.

- Grado en que se incrementa el salario medio en la zona de influencia.

La construcción de carreteras participará necesariamente en el logro de objetivos específicos de planes y políticas que impliquen - la construcción de infraestructura para el logro de sus objetivos y - el alcance de sus metas.

El Plan Nacional de Desarrollo Urbano (P.N.D.U.) señala - los objetivos y las políticas contenidas en el mismo con base en los cuales la Federación participará en las tareas de planeación de los asentamientos humanos y de regulación del desarrollo urbano en el - territorio nacional y, al mismo tiempo, se consignan las bases y lineamientos de coordinación, control y ejecución de las acciones y - de la aplicación de las inversiones que para la consecución de los - objetivos del plan lleve a cabo el Gobierno del País.

Generalmente los factores de evaluación de proyectos carreteros que toman en consideración las metas carreteras del Plan Nacional de Desarrollo Urbano, la integración político-administrativa, y a los grupos humanos marginados son los que se mencionan a continuación:

- Grado en que una carretera participa en las metas carreteras del Plan Nacional de Desarrollo Urbano.
- Número de cabeceras municipales comunicadas con su capital de Estado.

- Personas marginadas geográficamente que se incorporan al sistema carretero.

Lo anterior da lugar a la definición de factores que permiten evaluar adecuadamente los proyectos y ellos pueden denominarse:

c) Factores de Evaluación.

En este apartado se enumeran todos y cada uno de los factores que pueden ser involucrados en el proceso de evaluación de proyectos de infraestructura carretera y que han sido empleados en la metodología que se describe en este trabajo, así como un breve comentario de los mismos.

Para su descripción se ha hecho una clasificación de los mismos de acuerdo a los objetivos que se persiguen con los factores de evaluación tal y como se muestran en la fig. 3.1

Dentro de los efectos o beneficios directos de la inversión, se encuentran enmarcados:

1) La rentabilidad marginal de la inversión, la cual representa una medida de la efectividad del uso o aplicación de los recursos monetarios en proyectos carreteros en relación con los beneficios económicos que recibe el usuario, traducidos a términos monetarios equivalentes, durante la vida económica del proyecto.

2) Oportunidad de la inversión.- Esta se refiere a la efectividad de aplicación de los recursos monetarios en un proyecto carretero respecto a los beneficios inmediatos que recibe el usuario. - Al considerar los beneficios inmediatos que recibe el usuario, se puede determinar la oportunidad de la inversión ante la demanda del servicio, y de esta meta, poder restablecer una jerarquización en cuanto a proyectos que presenten una demanda inmediata mayor en igualdad de condiciones en relación con otros proyectos.

3) Efectos directos sobre el salario regional.- Un proyecto carretero ocasiona incrementos en el salario medio de la zona de influencia, ya que se considera que una región con salario medio menor, necesita más de la construcción de una carretera que aquellas en las que sus habitantes cuentan con un salario medio mayor.

El salario mediano de una región antes de la construcción de la carretera, constituye uno de los factores de evaluación que deberá considerarse, suponiendo que a consecuencia de la carretera la situación más deseable sería aquella en la cual éste fuera igual al salario mínimo regional.

En lo que se refiere a los Efectos de Integración de la Infraestructura Carretera que se deben considerar en este proceso de evaluación se encuentran:

4).- Integración de las zonas prioritarias del Plan Nacional de Desarrollo Urbano. Se considera como zona prioritaria, a aquella que refleja una jerarquía prioritaria determinada, de las acciones que conduzcan al logro de los objetivos del mencionado plan.

Se han distinguido diez zonas prioritarias en las cuales se han establecido metas expresadas en kilómetros de carreteras. La medida en que se cumplan estas metas, indicará la proporción en que se integran las mismas por carreteras, así como la proporción en que se participa en el logro de los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo Urbano.

5).- Integración en zonas no prioritarias y zonas de control.

Así como existen zonas prioritarias mencionadas por el Plan Nacional de Desarrollo Urbano, también existen dentro del mismo, zonas de control en las que se busca desalentar el crecimiento; a las zonas para las que no se reclama un esfuerzo mayoritario ni se propone control, se les denominará zonas no prioritarias. La integración de estas zonas será referida a la magnitud de las obras carreteras - en dichas zonas, respecto a la meta establecida por el P.N.D.U., - para de esta manera, poder observar el estado de integración que se desearía tener.

Debido, a que se considera que la construcción de una carretera participaría en el control de las zonas así señaladas, se puede deducir que el no construir una carretera, contribuirá en los esfuerzos

de control, pues así únicamente habría migración, ocurriendo de esta manera, una desconcentración de la zona. Se propone que la red carretera se encuentre en un estado tal que el incremento de un nuevo proyecto causaría flujos migratorios a la zona de control.

La necesidad de un proyecto carretero ligado a un centro de control estaría dictada por razones más poderosas que la posible inmigración, contraria a los objetivos de control o la posible emigración, favorable a los objetivos. Por todo lo expuesto anteriormente, se incluyen a las zonas de control dentro de las denominadas no prioritarias.

6).- Comunicación de Cabeceras Municipales con Capitales.

Se considera que una cabecera municipal no está comunicada con su capital de Estado cuando no existe una comunicación directa o indirecta entre ellas, por lo que un proyecto carretero podrá proporcionar una ruta que pueda comunicar a aquella cabecera que no tenga comunicación por carretera con la capital de la Entidad.

Este criterio de vinculación entre los distintos centros administrativos considera la importancia que tiene la comunicación de las cabeceras municipales para fines gubernamentales. Por lo tanto, el número de cabeceras municipales que tengan comunicación por la carretera en cuestión, hacia la capital del Estado, constituyen un factor más de evaluación.

7).- **Comunicación de Población Marginada de las Carreteras.**

Una carretera en una zona en la que existan poblaciones inco-
municadas, contribuirá con la comunicación de las poblaciones para
de esta manera lograr integrar al sistema urbano nacional a los habi-
tantes que forman parte de grupos dispersos. Ahora bine, puede con-
siderarse como una vía de comunicación e integración de todos aque-
llos grupos de población que se encuentren dentro de la zona de in-
fluencia, realizando esfuerzos relativamente pequeños.

Efectos sociales asociados a otras inversiones.

8).- **Índice de desarrollo relativo.**

Este factor de evaluación intenta establecer una idea de la si-
tuación que una serie de acciones determinarían en la zona de influen-
cia de un proyecto carretero. Estas acciones se refieren a aquellas -
que ocurren después de la construcción de la carretera y pueden cla-
sificarse como acciones del sector público y acciones del sector --
privado.

Los efectos generales que pueden causar estas acciones son -
cambios en:

- Tasa de crecimiento demográfico
- Densidad de la población en la superficie considerada
- Población económicamente activa
- Población dedicada a actividades culturales.

- Ingreso familiar
- Valor agregado a la producción.

Una vez señalados los factores de evaluación, la representación numérica de estos debe ser congruente con los criterios generales ya mencionados y deben cumplir satisfactoriamente con los requerimientos siguientes:

- Proporcionar una apreciación bien definida de las implicaciones que tengan las diferentes magnitudes, implicaciones con respecto al factor de evaluación considerado.
- Ser satisfactorias ante la información requerida y la información disponible.
- Cumplir con las restricciones indispensables que impone el tratamiento teórico.

3.2.2. Representación Numérica de los Factores de Evaluación

- Rentabilidad marginal de la Inversión.- Para este factor de evaluación, se seleccionó la tasa interna de retorno. Se estima que los valores de ésta para todo proyecto carretero oscilan entre el mínimo que sería la tasa de actualización y como máximo un valor que se espere nunca sea rebasado.

- Oportunidad de la Inversión.- Para este factor de evaluación, se tomó al Índice de Rentabilidad inmediata y se estima que

el valor mínimo de esta medida deberá ser 0%, ya que para que un proyecto cuente con factibilidad económica, la relación beneficio/costo deberá ser por lo menos igual a 1.00 para cualquier proyecto.

- Efectos directos del Salario Regional.- La medida de efectividad que se toma para este factor, es la relación entre el salario mediano identificado en la zona de influencia en el año que se realice la evaluación y el salario mínimo regional estimado para la zona que se considera. El salario mínimo que se toma en cuenta en la evaluación de proyectos, se determina obteniendo el promedio de los salarios mínimos en los años intermedios y de la fecha futura, (a cinco años de la fecha en que se esté evaluando) evaluados en el año de referencia (deflacionados).

Este factor puede adquirir valores entre 0.2 y 1.25, puesto que llegó a estimarse mediante un muestreo estadístico que la proporción mínima en este factor era de 0.2: 1 y la máxima de 1.25:1

- Comunicación de cabeceras municipales con capitales. Este factor, estará determinado por el número de cabeceras municipales que comuniquen un proyecto carretero con su capital de estado.

Se estima que el número máximo de cabeceras municipales que se logre comunicar con sus capitales es de 10 y el mínimo de 0, ya que en general el número máximo de cabeceras municipales que una carretera comunica con la capital de la entidad es de 10, ya que no se toman en cuenta las cabeceras que cuentan con comunicación directa o indirecta con la capital de la entidad.

- **Comunicación a población marginada de las carreteras.**

La representación numérica de este factor dependerá del número de habitantes que logre comunicar ó integrar el proyecto. El rango -- en el que fluctúa este factor, es de 0 a 10 000 habitantes, pues se supone que todas aquellas poblaciones con más de 10,000 habitantes cuentan con comunicación. En lo general, poblaciones mayores de - 10 000 habitantes ya se encuentran comunicadas con la capital del - estado.

- **Integración en zonas prioritarias del Plan Nacional de Desarrollo Urbano.**

Las zonas consideradas prioritarias, se proponen por los atributos con que cuentan determinadas zonas o centros de población, que puedan contribuir a la consecución de los objetivos que persigue el Plan Nacional de Desarrollo Urbano; estos atributos pueden ser los siguientes: su capacidad de absorción de población; su ubicación respecto a los recursos naturales; y su pronóstico favorable de generación de empleos, en función del desarrollo acelerado que tienen los diversos sectores económicos en dichas zonas.

Las zonas no prioritarias serán aquellas que no cuentan con los atributos citados en el párrafo anterior.

La mayor integración que se puede lograr en una zona prioritaria específica cualquiera, a través de un proyecto carretero, es una integración o cumplimiento total de la meta señalada (100 %) y la menor - - -

cuando no se participe en ninguna medida (0%), ya que las metas establecen extensión pero no ligas específicas y exclusivas. Los valores se obtienen del cociente (longitud dentro de la zona prioritaria/meta dentro de la Zona de Influencia) x 100.

- Integración en Zonas no Prioritarias.

La medida de efectividad que le corresponde, es la proporción de los esfuerzos de construcción de carreteras que se localizan dentro de las zonas no prioritarias, respecto a la meta que represente el estado que se desearía. Podrá tenerse cuando más el 100% de integración y cuando menos el 0%. El valor de este factor se determina de manera semejante al anterior.

- Efectos Sociales Asociados a Inversiones Complementarias. La representación numérica de este factor, se lleva a cabo -- utilizando el índice de desarrollo relativo.

Se estimó que el mayor valor que este factor de evaluación -- puede adquirir, es 1,000 y el menor de 200. Estos valores se obtienen en base a la puntuación obtenida por cada municipio, tomando en consideración las distintas condiciones que dan lugar a este factor. Estas condiciones ya han sido enumerados anteriormente en la sección correspondiente a este factor.

Las expresiones matemáticas de tipo exponencial que se presentan para cada factor de evaluación, son aquellas que representan más adecuadamente a las características conceptuales y teóricas de los factores de evaluación, de acuerdo a las preferencias relativas obtenidas para diferentes valores de los factores.

1.- Rentabilidad Marginal de la Inversión (T.I.R.)

$$U \text{ (TIR)} = 2 - e^{(0.015938 - 0.001328 \text{ (TIR)}) - e^{(0.608755 - 0.050729 \text{ (TIR)})}}$$

2.- Oportunidad de la Inversión.

$$U \text{ (IRI)} = 0.784057 (e^{(0.0164432 \text{ (IRI)})} - 1)$$

3.- Efectos Directos sobre el salario regional.

$$U \text{ (R.S.)} = 4.7579 (e^{(0.2271 - 0.1817 \text{ (R.S)})} - 1)$$

4.- Comunicación de Cabeceras Municipales con sus capitales.

$$U \text{ (CCM)} = 0.258841 (e^{(0.158173 \text{ (CCM)})} - 1)$$

5.- Comunicación a Población Marginada.

$$U \text{ (P.C.)} = 2.191969 (1 - e^{(-6.09193 \times 10^{-5} \text{ (P.C)})})$$

6.- Integración de zonas prioritarias del Plan Nacional de Desarrollo Urbano.

$$U \text{ (IZPA)} = 1.78405 (1 - e^{(-0.0082216 \text{ (IZPA)})})$$

7.- Integración de zonas no prioritarias y zonas de control.

$$U \text{ (IZNoP)} = 0.01 \text{ (IZNoP)}$$

3.2.3 Expresiones Matemáticas Empleadas en la Obtención de la Función Utilidad Mono-dimensional.

Las expresiones matemáticas de tipo exponencial que se presentan más adecuadamente a las características conceptuales y teóricas de los factores de evaluación, de acuerdo a las preferencias relativas obtenidas para diferentes valores de los factores.

1.- Rentabilidad Marginal de la Inversión (T.I.R.)

$$U (TIR) = 2 - e^{(0.015938 - 0.001328 (TIR))} - e^{(0.608755 - 0.050729 (TIR))}$$

2.- Oportunidad de la Inversión.

$$U (IRI) = 0.784057 (e^{(0.0164432 (IRI))} - 1)$$

3.- Efectos Directos sobre el salario regional.

$$U (R.S.) = 4.7579 (e^{(0.2271 - 0.1817 (R.S.))} - 1)$$

4.- Comunicación de Cabeceras Municipales con sus capitales.

$$U (CCM) = 0.258841 (e^{(0.158173 (CCM))} - 1)$$

5.- Comunicación a Población Marginada.

$$U (P.C.) = 2.191969 (1 - e^{(-6.09193 \times 10^{-5} (P.C.))})$$

6.- Integración de zonas prioritarias del Plan Nacional de Desarrollo Urbano.

$$U (IZPA) = 1.78405 (1 - e^{(-0.0082216 (IZPA))})$$

7.- Integración de zonas no prioritarias y zonas de control.

$$U (IZNoP) = 0.01 (IZNoP)$$

8.- Efectos sociales asociados a inversiones complementarias.

$$U(E.S.) = 0.982 + 9 \times 10^{-5} (E.S.) - e^{(0.657782 - 3.2889 \times 10^{-3} E.S.)}$$

Función de Utilidad Multidimensional.

La función de utilidad multidimensional debe representar la utilidad que produce un arreglo particular de las magnitudes de los factores de evaluación considerados simultáneamente, en relación a un proyecto carretero.

3.2.4. Modelos de Evaluación.

Las funciones de utilidad monodimensional se englobarán en cada uno de los modelos que se proponen, de acuerdo al apartado que los enmarque.

a) Modelo de Evaluación de Efectos Directos:

$$U_1(X_1) = 0.3432 U_1 U_2 U_3 - 0.3742 U_1 U_3 - 0.4052 U_2 U_3 \\ - 0.6039 U_1 U_2 + 0.74 U_1 + 0.8 U_2 + 0.5 U_3$$

En donde:

$$(X_1) = (TIR, IRI, R.S.)$$

U_1 = Función de utilidad de la rentabilidad marginal de la inversión
(U (TIR)).

U_2 = Función de utilidad de la oportunidad de la inversión
(U (IRI)).

U_3 = Función de utilidad de los efectos directos sobre el salario regional. (U (R.S.)).

b) Modelo de evaluación de Efectos de Integración.

$$\begin{aligned}
 U_2 (X_2) = & 0.0835 (U_5 U_7 U_4 + U_6 U_7 U_4 + 0.1154 U_5 U_6 U_4 \\
 & + 0.2744 U_5 U_6 U_7 - 0.0493 U_5 U_6 U_7 U_4 - 0.0956 U_7 U_4 \\
 & - 0.1389 (U_5 U_4 + U_6 U_4) - 0.3551 (U_5 U_7 + U_6 U_7) \\
 & - 0.5096 U_5 U_6 + 0.7(U_5 + U_6) + 0.49 U_7 + 0.196 U_4
 \end{aligned}$$

En donde:

$X_2 =$ (CCM, P.C., IZPA, IZNoP)

$U_4 =$ Función de utilidad de comunicación de cabeceras municipales con sus capitales de estado. (U (CCM)).

$U_5 =$ Función de utilidad de población comunicada. (U (P.C.))

$U_6 =$ Función de utilidad de integración de zonas prioritarias del - Plan Nacional de Desarrollo Urbano. (U (IZPA)).

$U_7 =$ Función de utilidad de la integración de zonas no prioritarias y zonas de control. (U (IZNoP)).

CCM= Comunicación de cabeceras municipales.

P.C. = Población Comunicada.

IZPA = Integración de zonas prioritarias

IZNoP = Integración de zonas no prioritarias y de control.

c) Modelo de Evaluación de Efectos Sociales.

$U_1 (E.S.) =$ Función de utilidad de los mismos.

d) Modelo General.

$$U(Z) = \frac{1}{K} \left((1 + K \frac{K}{3} U(E.S.)) (1 + K \frac{K}{2} U(X)) (1 + K \frac{K}{1} U(X)) \right) - \frac{1}{K}$$

En donde:

$Z =$ (Todos los factores de evaluación).

Factor de Ponderación General:

$$K = - 0.948$$

Factores de Ponderación particular:

$$K_1 = 0.538$$

$$K_2 = 0.639$$

$$K_3 = 0.750$$

Las funciones de utilidad son afectadas por un factor de ponderación particular para cada función y un factor de ponderación general. Dichos factores han sido determinados mediante la relación preferencial cuantitativa entre los factores de evaluación que se han considerado. Esta determinación se llevó a cabo mediante cuestionarios específicos, en los que las personas encargadas de contestarlos marcaban su preferencia por cada factor de evaluación.

La aplicación del modelo se lleva a cabo sustituyendo los valores de los distintos factores de evaluación en la función llamada Multidimensional. De esta aplicación se obtienen resultados que reflejan la magnitud en la que un proyecto determinado satisface a los factores de evaluación; y consecuentemente son los índices de evaluación que le corresponden.

A PARTIR
DE ESTA
PAGINA

FALLA
DE
ORIGEN.

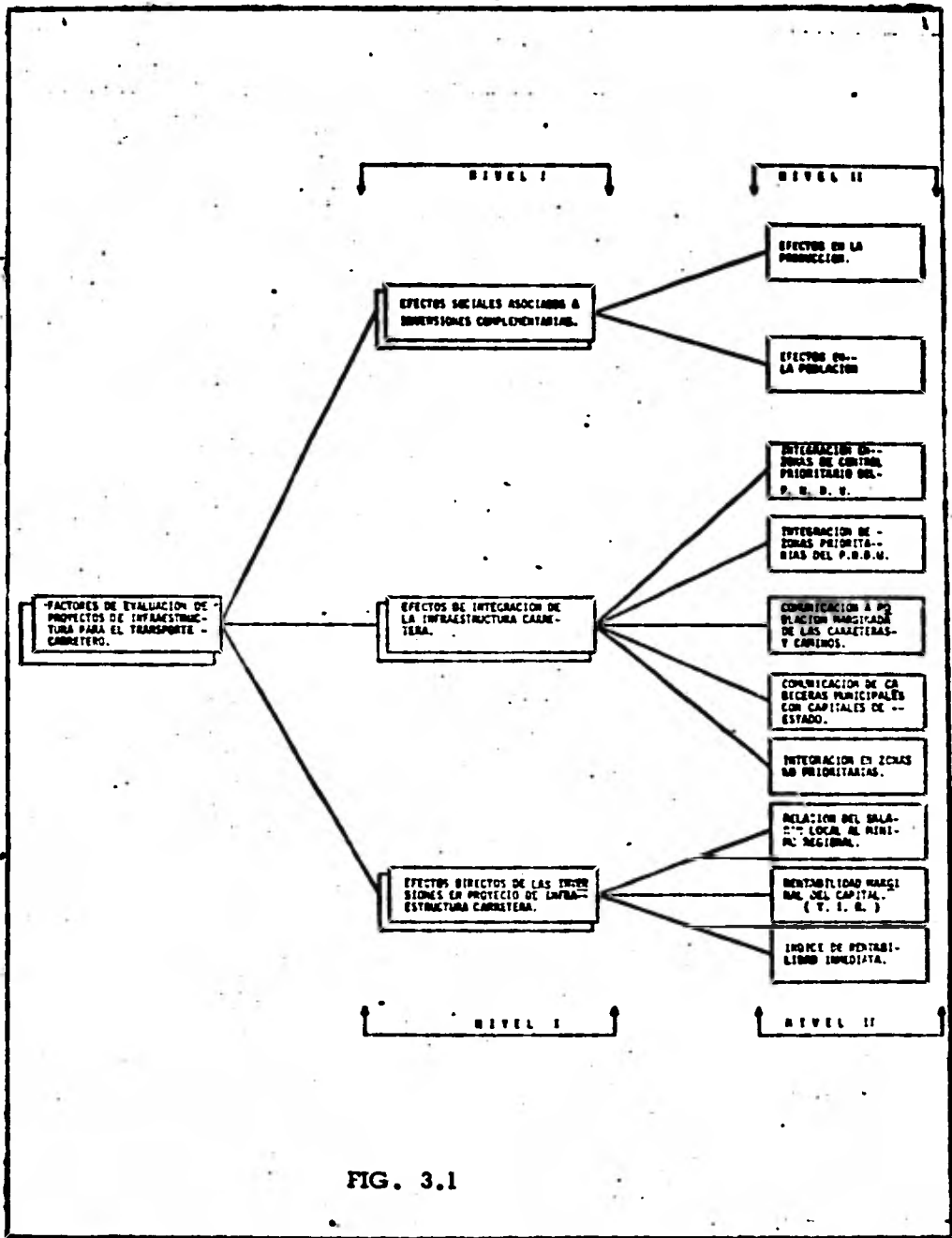


FIG. 3.1

IV.- APLICACION DE LOS DISTINTOS METODOS: GENERALIDADES.

Para efectos prácticos del presente trabajo, se realizará la evaluación de la carretera Guanaceví-Sta. Bárbara, localizada al noroeste del estado de Durango. De acuerdo a lo establecido en la sección 3.1.1 ésta corresponde al grupo de carreteras nuevas, clasificada como de penetración económica, por ser una de sus principales finalidades la de impulsar la producción agrícola y ganadera potencial que se estima en dicha región; además, se aplicará la metodología bajo el criterio de funciones de preferencia variables con el fin de ver el impacto Socio-Económico que presenta esta obra.

Los resultados obtenidos permitirán formular algunos comentarios en el capítulo de conclusiones.

4.1 APLICACION DEL CRITERIO DE RENTABILIDAD.

Los cuadros que se utilizan en esta metodología corresponden a la presentación que normalmente se elabora en toda evaluación de este tipo.

Los datos que se manejan pueden obtenerse del Censo General de Población y Vivienda, Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal y Tablas de Insumos. En caso de no encontrarse con información reciente, después de obtener tasas de crecimiento del análisis de series históricas de años anteriores, se procede a actualizar la información más reciente con que se cuenta. Esto se hará mediante proyecciones a futuro.

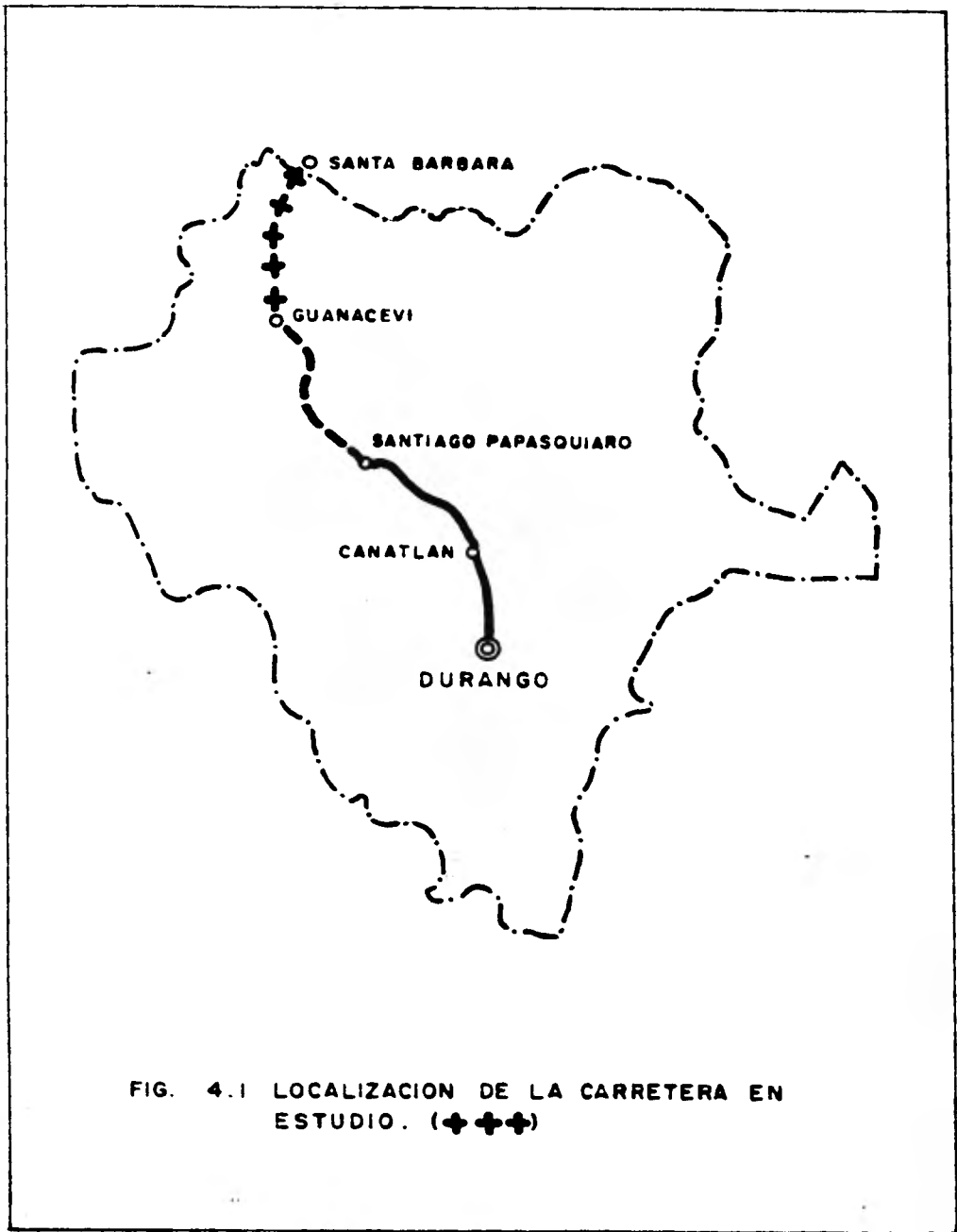


FIG. 4.1 LOCALIZACION DE LA CARRETERA EN ESTUDIO. (+ + +)

CARRETERA GUANACEVI-SANTA BARBARA.

POBLACION EN EL AREA DE INFLUENCIA Y TENDENCIA.

POBLACIONES	HABITANTES 1970	HABITANTES 1980	FACTOR DE CRECIMIENTO
-------------	--------------------	--------------------	--------------------------

I.- DE LOS MUNICIPIOS

A.- GUANACEVI	12063	13097	
B.- CCAMPO	15168	17917	
C.- SAN BERNARDO	9230	9998	
TOTALES	36461	41012	1.125

II.- DE LA ZONA DE INFLUENCIA

B.- Providencia	953	1125	
B.- La Estancia	603	712	
C.- Metalotes	527	571	
A.- El Carrizo	451	490	
C.- San Juan Heredia	313	339	
C.- La Providencia	307	332	
A.- Cendradillas	289	314	
C.- Amador	274	297	
B.- Saltillo	268	317	
B.- Navecilla	264	312	
A.- El Salto	264	287	
C.- San José de Sextin	249	269	
B.- Rancho Nuevo	199	235	
B.- Presidio	189	223	

POBLACION DISPERSA	2279	2538	
T O T A L E S :	7429	8361	= 1.125

FACTOR ANUAL = 1.012

CUADRO 4.1.1.

CARRETERA GUANACEVI - STA. BARBARA
CLASIFICACION Y APROVECHAMIENTO DEL SUELO

CONCEPTOS		A	B	Municipios C	SUMA
	* Temporal	17 428	18 388	18 903	54 719
	* Cultivada * Riego	250	2 461	1 196	3 907
	* Suma	17 678	20 849	20 099	58 626
Superficie	* Agostadero	410 305	239 545	162 469	812 319
	* Bosques Maderables	87 318	47 008	8 089	149 415
en los	* Incultas Productivas	4 508	5 260	9 724	19 492
Municipios	* Improductivas	4 491	8 038	7 419	19 948
(HAS.)	T o t a l:	524 300	320 700	207 800	1 052 800
	* Cosechada	6 097	5 859	8 457	20 413
Superficie	* Temporal	1 900	3 400	4 200	9 500
	* Riego	0	0	0	0
en la zona	* Suma	1 900	3 400	4 200	9 500
de	* Pot. Agropecuario	56 600	82 100	67 800	206 500
Influencia	T o t a l:	65 000	95 000	80 000	240 000
(HAS.)					

CUADRO 4.1.2

CARRETERA GUANACEVI - STA. BARBARA

PRODUCCION AGRICOLA ACTUAL

(Miles de Pesos)

CONCEPTOS	Municipios			SUMA	
	A	B	C		
MAIZ	* Hectáreas	4 026	3 643	7 043	14 712
	* Toneladas	3 011	2 724	5 268	11 003
	* Valor	14 152	12 803	24 759	51 714
FRIJOL	* Hectáreas	2 011	2 047	1 397	5 455
	* Toneladas	1 331	1 355	924	3 610
	* Valor	13 976	14 228	9 702	37 906
TRIGO	* Hectáreas	6	83	8	97
	* Toneladas	5	149	12	166
	* Valor	22	671	54	747
MANZANA	* Hectáreas	35	29	6	70
	* Toneladas	167	138	18	323
	* Valor	1 837	1 518	198	3 553
SUMA DE PRODUCTOS PRINCIPALES	* Hectáreas	6 078	5 802	8 454	23 334
	* Toneladas	4 514	4 366	6 222	15 102
	* Valor	29 987	29 220	34 713	93 920
OTROS PRODUCTOS	* Hectáreas	19	57	3	79
	* Toneladas	13	41	8	62
	* Valor	99	279	88	466
TOTAL	* Hectáreas	6 097	5 859	8 457	20 413
	* Toneladas	4 527	4 407	6 230	15 164
	* Valor	30 086	29 499	34 801	94 386
Rendimiento =				4 623	\$/Ha.

CARETERA: GUANACEVI - STA. BARBARA

PRODUCCION GANADERA ACTUAL

(Miles de Pesos)

C O N C E P T O S		A	B	C	Suma
EN EL MUNICIPIO	* Agostadero	410 305	239 545	162 469	812 319
	* Número de Cabezas	39 035	36 053	28 002	103 090
	* Índice de Agostadero * (HA./CAB.)	10.8	6.6	8.8	22.8
EN LA ZONA DE INFLUENCIA	* Sup. Potencial * de Agostadero	22 400	31 100	24 600	78 100
	* Sup. Aprovechable * al Quinto Año	12 990	14 539	9 002	36 531
	* Índice de Agostadero * (HA./CAB.)	6.3	3.9	3.5	13.7
PRODUCCION AL 15 %	* Número de Cabezas	2 062	3 728	2 572	8 362
	* Número de Cabezas	309	559	386	1 254
	* Ton. % 400 Kg./cab.	124	224	154	502
	* Valor % \$ 29 000 / Ton.	3 596	6 496	4 466	14 558

CARRETERA GUANACEVI - STA. BARBARA

INSUMOS E INVERSIONES REQUERIDOS PARA LA PRODUCCION AGRICOLA

PRODUCTO	ZONAS	Rendim. Kg./Ha.	Insumos e inver- siones- Requeri- dos. \$/Ton.	Precio Medio \$/ TON.	% Insumos e inversiones respecto al precio med.
MAIZ		748			
	Durango	750	495 2 538		19.50
	Promedios		495 2 538		19.50
Frijol		662			
	Durango	550	546 3 300		16.55
	Promedios		546 3 300		16.55
TRIGO		1 711	0 0		15.00
	Promedios				
MANZANA		4 614	0 0		15.00
	Promedios				15.00
Promedio Ponderado de Insumos =					18.10 %

CUADRO No. 4.1.5

CARRETERA GUANACEVI - STA. BARBARA.

RESUMEN DE PENETRACION ECONOMICA

LONGITUD	125 000	KM.
LLUVIA MEDIA ANUAL	600	MM.
POBLACION BENEFICIADA	8 361	HAB.
SUP. ZONA DE INFLUENCIA	240 000	HA.
SUP. POTENCIAL AGROPECUARIA	206 500	HA.
SUP. POTENCIAL CULTIVABLE	112 500	HA.
SUP. AGRICOLA APROVECHABLE AL QUINTO AÑO	56 250	HA.
SUP. COSECHABLE AL 5º AÑO	29 400	HA.
RENDIMIENTO MONETARIO MEDIO ACTUAL EN BASE A LA SUPERFICIE COSECHADA EN LOS MUNICIPIOS	4 623	\$/HA.
VALOR DEL INCREMENTO DE LA PRODUCCION AGRICOLA	135 916 200	\$
SUP. PECUARIA EN LA ZONA DE INFLUENCIA	78 100	HA.
SUP. PECUARIA APROVECHABLE AL QUINTO AÑO	36 531	HA.
NUMERO DE CABEZAS AL QUINTO AÑO	8 362	CAB.
VENTAS ANUALES PREVISTAS 15%	1 254	CAB.
TONELADAS DE CARNE EN BASE A KG./CAB.	502	TON.
PRECIO MEDIO ACTUAL	29 000	\$/TON.
VALOR DEL INCREMENTO DE LA PRODUCCION PECUARIA AL QUINTO AÑO	14 558 000	\$
VALOR DEL INCREMENTO DE LA PRODUCCION AGROPECUARIA AL QUINTO AÑO	150 474 200	\$
COSTO FIJANTE	250 000 000	\$

CUADRO 4.1.6

CARRERA GUANACEVI - STA. BARBARA
CALCULO DE LOS INDICES DE RENTABILIDAD

AÑO	Beneficios Económicos (Miles de Pesos)				Valores Actualizados		
	Incremento Productividad Agropecuario		AHORROS EN TRANSPORTE DE LA PROD.	TOTAL	COSTOS	BENEF. ECONOM.	COSTO
AGRICOLA	GANADERA						
1980	0	0	0	0		0	0
1981	0	0	0	0	50 000	0	44 643
1982	0	0	0	0	75 000	0	59 789
1983	0	0	0	0	75 000	0	83 384
1984	0	0	0	0	50 000	0	31 776
1985	22 263	2 912	55	25 230	1 000	14 316	567
1986	44 526	5 823	58	50 407	1 000	25 538	507
1987	66 789	8 735	60	75 584	1 000	34 190	452
1988	89 052	11 646	62	100 760	1 000	40 695	404
1989	111 315	14 558	65	125 938	1 000	45 414	361
1990	122 447	16 014	67	138 528	1 000	44 602	322
1991	133 578	17 470	70	151 118	1 000	43 443	287
1992	144 710	18 925	73	163 708	1 000	42 021	257
1993	155 842	20 381	76	176 299	10 000	40 404	2 292
1994	166 973	21 837	79	188 889	1 000	38 650	205
1995	170 313	22 274	82	192 669	1 000	35 201	183
1996	173 719	22 719	85	196 523	1 000	32 057	163
1997	177 193	23 174	89	200 456	1 000	29 196	146
1998	180 737	23 637	92	204 466	1 000	26 589	130
1999	184 352	24 110	96	208 558	1 000	24 216	116
2000	188 039	24 592	100	212 731	12 500	22 054	1 296
2001	191 800	25 084	104	216 988	1 000	20 084	93
2002	195 636	25 586	108	221 330	1 000	18 291	83
2003	199 548	26 097	112	225 757	1 000	16 659	74
2004	203 539	26 619	116	230 274	- 62 500	15 170	- 4 117
						608 790	193 413

CUADRO 4.1.7

I.R. Económico = 3.15

CALCULO DE LA TASA INTERNA DE

RETORNO

AÑO	BENEFICIOS NETOS	FACTOR DE ACTUALIZACION	SALDO ACTUALIZADO	BALANCE
1980	0	1.000	0	0
1981	- 50 000	0.7931	- 39 656	- 39 656
1982	- 75 000	0.6290	- 47 177	- 86 833
1983	- 75 000	0.4989	- 37 417	- 124 250
1984	- 50 000	0.3957	- 19 784	- 144 034
1985	24 230	0.3138	7 604	- 136 430
1986	49 407	0.2489	12 297	- 124 133
1987	74 584	0.1974	14 723	- 109 410
1988	99 760	0.1566	15 619	- 93 791
1989	124 938	0.1242	15 514	- 78 277
1990	137 528	0.0985	13 544	- 64 733
1991	150 118	0.0781	11 726	- 53 007
1992	162 708	0.0619	10 080	- 42 927
1993	166 299	0.0491	8 171	- 34 756
1994	187 889	0.0390	7 322	- 27 434
1995	191 669	0.0309	5 924	- 21 510
1996	195 523	0.0245	4 793	- 16 717
1997	199 456	0.0194	3 878	- 12 839
1998	203 466	0.0154	3 137	- 9 702
1999	207 558	0.0122	2 538	- 7 164
2000	200 231	0.0097	1 942	- 5 222
2001	215 988	0.0077	1 661	- 3 561
2002	220 330	0.0061	1 344	- 2 217
2003	224 757	0.0048	1 088	- 1 129
2004	292 774	0.0038	1 123	0

Tasa Interna de Retorno

= 26.085 %

Para el cálculo de la tasa interna de retorno se procede a realizar una serie de iteraciones con diferentes tasas de actualización hasta que se cumpla la igualdad de beneficios y costos en el horizonte económico considerado.

$$\sum_{i=1}^n B_i (1+r)^{-i} = \sum_{j=1}^n C_j (1+r)^{-j}$$

4.2. APLICACION DEL CRITERIO DE FUNCIONES DE PREFERENCIA VARIABLES.

En esta parte se analizará el mismo ejemplo, aplicando la metodología de evaluación bajo el criterio de funciones de utilidad; empleándose para ello las funciones de utilidad particulares que intervendrán en el cálculo de la función de utilidad general.

4.2.1. Función de utilidad de Efectos Directos:

a) Rentabilidad Marginal de la Inversión

Para el cálculo de esta función de utilidad se requerirá del conocimiento de la Tasa Interna de Retorno, la cual se determinará mediante aproximaciones sucesivas, de manera semejante a como se calculó en la metodología precedente.

La expresión matemática que se emplea para tal fin será la que se expuso en el capítulo correspondiente al estudio de la metodología de función de utilidad.

$$U(TIR) = 2 \cdot (0.015938 - 0.001328(26085)) - e \cdot (0.608755 - 0.050729(26.085))$$

$$U (T I R) = 0.5291 = 52.91 \%$$

b) Oportunidad de la Inversión

La información que se requiere para esta función es el Índice de Rentabilidad Inmediata que indica la oportunidad de la inversión - para un proyecto carretero que ya cumplió con el mínimo valor de la tasa interna de retorno.

$$U (I R I) = 0.784057 (e^{0.0164432(3.15)} - 1) = 0.3038 = 30.38\%$$

c) Efectos directos sobre el Salario Regional:

La información que se maneja corresponde al salario medio de la región y el Salario Mínimo de la misma.

Salario Mínimo en 1980 = \$ 105.00

Salario Mínimo en 1981 = \$ 150.00

$$\text{Tasa de Crecimiento} = \left(\frac{150}{105} - 1 \right) 100 = 42.85 \%$$

$$\text{Salarios Mínimos para: } 1982 = 105 (1+0.4285)^2 = \$ 214.00$$

$$1983 = 105 (1+0.4285)^3 = \$ 306.00$$

$$1984 = 105 (1+0.4285)^4 = \$ 437.00$$

$$1985 = 105 (1+0.4285)^5 = \$ 625.00$$

Salarios Mínimos deflacionados (al año 1980): se empleará la fórmula de interés compuesto con una tasa $i = 22\%$ anual (generalmente se emplea la tasa que proporciona el Banco de México).

$$1981 = \frac{150.00}{(1 + 0.22)} = \$ 122.95$$

$$1982 = \frac{214.00}{(1 + 0.22)^2} = \$ 143.78$$

$$1983 = \frac{306.00}{(1 + 0.22)^3} = \$ 168.51$$

$$1984 = \frac{437.00}{(1 + 0.22)^4} = \$ 197.26$$

$$1985 = \frac{625.00}{(1 + 0.22)^5} = \$ 231.25$$

$$\text{Salario M\u00ednimo Calculado (SMC)} = \frac{122.95 + 143.78 + 168.51 + 197.26 + 231.25}{5}$$

$$(\text{SMC}) = 172.75$$

$$\text{Relaci\u00f3n del Salario} = \frac{\text{S. Mediano}}{\text{S. M\u00ednimo}} = \frac{\$ 90.00}{\$ 172.75} = 0.521$$

$$U(\text{R.S.}) = 4.7579 (e^{(0.2271 - 0.1817 (0.521))} - 1) = 0.6737$$

$$\begin{aligned} U_1(X_1) &= 0.3432 (0.5291) (0.3038) (0.6737) - 0.3742 (0.5291) (0.6737) \\ &\quad - 0.4052 (0.3038) (0.6737) - 0.6039 (0.5291) (0.3038) \\ &\quad + 0.7400 (0.5291) + 0.8000 (0.3038) - 0.5000 (0.6737) \end{aligned}$$

$$U_1(X_1) = 0.6952$$

4.2.2. Efectos de Integraci\u00f3n de la Infraestructura Carretera:

a). Comunicaci\u00f3n de Cabeceras Municipales con su capital de Estado.

La informaci\u00f3n requerida corresponde al n\u00famero de cabeceras-municipales dentro de la zona de influencia que ser\u00e1n comunicadas con

la capital de la Entidad.

Número de cabeceras municipales = 3

$$U (CCM) = 0.258841 (e^{(0.158174 (3)) - 1})$$

$$U (CCM) = 0.1572$$

b) Comunicación a Población

(Población Comunicada = Pob. dentro de la zona de Influencia)

= 8 361 habitantes.

$$U (P.C.) = 2.191969 (1 - e^{(-6.09193 \times 10^{-5} (8361))})$$

$$U (P.C.) = 0.8748$$

c) Integración de Zonas Prioritarias del Plan Nacional de Desarrollo Urbano.

Por no caer esta carretera dentro de Zona Prioritaria el kilometraje en dicha zona es 0.00 km.

$$IZPA = \frac{0}{814} \times 100 = 0.00 \%$$

$$U (IZPA) = 1.78405 (1 - e^{(-0.0082216(0.00))}) = 0.00$$

Integración en Zonas no Prioritarias .- Para la determinación de la presente función de utilidad se requiere del kilometraje que marca el Plan Nacional de Desarrollo Urbano como meta de Carreteras en - Zonas no Prioritarias, así como la longitud de la carretera que se es ta evaluando por caer dentro de una Zona no Prioritaria.

Meta Carretera = 1 227 km.

Longitud = 125 km.

$$\text{IZNoP} = \frac{125}{1227} \times 100 = 10.18 \%$$

$$U(\text{IZNoP}) = 0.1(10.18)$$

$$U(\text{IZNoP}) = 0.1018$$

Evaluación de Efectos de Integración:

$$\begin{aligned} U_2(X_2) &= 0.0835 [(0.8748)(0.1018)(0.1572) + (0.00)(0.1018)(0.1572)] \\ &+ 0.1154(0.8748)(0.00)(0.1572) + 0.2744(0.8748)(0.00)(0.1018) \\ &- 0.0493(0.8748)(0.00)(0.1018)(0.1572) - 0.0956(0.1018)(0.1572) \\ &- 0.1389 [(0.8748)(0.1572) + (0.00)(0.1572)] - 0.3551 [(0.8748)(0.1018) \\ &+ (0.00)(0.1018)] - 0.5096(0.8748)(0.00) + 0.7(0.8748+0.00) \\ &+ 0.49(0.1018) + 0.196(0.1572) \\ U_2(X_2) &= 0.6419 = 64.19 \% \end{aligned}$$

4.2.3 Efectos Sociales asociados a otras inversiones.

$$(E.S.) = 200$$

El dato anterior se obtiene de la información relativa al índice de desarrollo Socioeconómico proporcionado por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. (Indicadores económico-sociales).

$$U_3(E.S.) = 0.9829 \times 10^{-5}(200) - e^{(0.657782 - 3.2889 \times 10^{-3})(200)}$$

$$U_3(E.S.) = 0.00$$

Modelo General (Función multidimensional).

$$U(z) = \frac{1}{-0.948} \left[(1+(0.75)(-0.948)(0.00)) \cdot (1+(0.639)(-0.948)(0.6419)) \right. \\ \left. (1+(-0.948)(0.538)(0.6952)) \right] - \frac{1}{-0.948}$$

$$U(z) = 0.6387$$

V.- C O N C L U S I O N E S .

De lo anteriormente expuesto podemos señalar las siguientes conclusiones y comentarios:

- Para poder llevar a cabo toda obra de infraestructura, no sólo lo carretera sino de cualquier índole, será necesario realizar una -- evaluación económica y social, con el fin de determinar su factibili-- dad en beneficio de la colectividad. Este análisis debe desarrollar-- se para todas las alternativas que se deriven de los distintos pla--- nes o programas, y con los resultados que de estas evaluaciones lo-- gren determinarse, se obtendrán los indicadores que permitan efec-- tuar una jerarquización en forma decreciente, la cual servirá de base para poder llevar a cabo una asignación adecuada de los recursos dis-- ponibles.

- En el caso de que dos proyectos carreteros tengan el mismo orden jerárquico dentro de los que se hayan analizado para asignárseles recursos disponibles, es decir, que el valor obtenido con la función de utilidad multidimensional sea el mismo, tendrá prioridad aquel que presente el mayor valor en la función de utilidad empleada en la evaluación de efectos sociales. En caso de que continúen presentando la misma prelación, se recurrirá a la función de utilidad empleada en la evaluación de los efectos de integración. Este procedimiento de selección se realiza tomando en cuenta que la política actual trata de impulsar a todos aquellos proyectos que tengan efectos de tipo social y de integración y que se relacionan con la construcción de carreteras.

- Con el curso de los años estas metodologías podrán sufrir -- modificaciones, con el propósito de que las hipótesis que se plantean puedan apearse lo mejor posible a la realidad. Esto será consecuencia de los avances que se presenten tanto en el campo de la ingeniería como de la economía, como consecuencia del desarrollo que vaya alcanzando nuestro país, así como de la búsqueda de una mejor satisfacción de las necesidades humanas, lo cual constituye el objetivo primordial de la ingeniería.

- En este trabajo se han aplicado los dos métodos de evaluación a un mismo caso. Este mismo análisis debe efectuarse para todas las alternativas que se presenten como se señaló en apartados anteriores, con el fin de llegar a ordenárseles en forma decreciente de acuerdo a los valores que se hayan obtenido, en las distintas funciones, y --

- Por otra parte, es deseable que a un nivel global de la economía se establezcan prioridades entre los programas de inversión correspondientes a todos los sectores, en función de las políticas y objetivos nacionales que se desean alcanzar.

- En el primero de los casos expuestos en este trabajo, se lleva a cabo una evaluación de tipo económico, que se desarrolla mediante una serie de hipótesis, todas ellas de carácter económico, en tanto que la segunda de las metodologías estudiadas, además de tomar en cuenta efectos de tipo económico, involucra efectos de tipo social y de integración, realizando un manejo matemático que permite interpretar diversas medidas de política de desarrollo y ordenación del territorio. Por tal razón, se considera a esta segunda metodología como la más completa, ya que como podrá apreciarse, la primera de éstas proporciona las variables empleadas en la evaluación de efectos económicos que viene a constituir la primera parte de la segunda metodología.

- La jerarquización en el primero de los casos se lleva a cabo mediante el análisis de los distintos valores del índice de rentabilidad y con la obtención de la tasa interna de retorno; esto es, ambos indicadores son de carácter económico, mientras que en la metodología de evaluación bajo el criterio de función de utilidad, es posible darle mayor peso a los factores sociales y a los de integración, ubicando así a los de tipo económico en un segundo término. La decisión sería consistente con la política que sobre el particular sea establecida.

- Debido fundamentalmente a que esta última metodología se encuentra encaminada a tomar en cuenta básicamente los factores de tipo social, sin descuidar los de tipo económico y de integración, - se le considera como la más adecuada dentro de los trabajos de evaluación de proyectos que se realicen en países en vías de desarrollo, en función de las características socioeconómicas que presenten estos países.

- Del ejemplo analizado se puede apreciar que en el caso de la función de utilidad de efectos directos ($U_1 (X_1)$), todos y cada uno de los factores que intervienen en la determinación de la misma cumplen con su cometido en un 69.52 %, en tanto que los que se consideraron para llegar a la función de utilidad de los efectos de integración ($U_2 (X_2)$), lo están haciendo en un 64.19 % ; y finalmente los factores que contribuyeron en la determinación de la función de utilidad de efectos sociales asociados a otras inversiones ($U_3 (X_3)$), que en este caso se tomó como factor de evaluación al índice de desarrollo socioeconómico, lo hizo en un 0.00% debido a que tal región no presenta un desarrollo aceptable. Es por esta razón que se toma en cuenta el valor más bajo que puede aceptarse en tal función. Finalmente se obtiene la función de utilidad general, también llamada multidimensional ($U (Z)$), en la que se observa que todos los factores involucrados en cada una de las funciones de utilidad particulares cumplen con su objetivo en un 63.87 %.

de ésta manera llevar a cabo una jerarquización de todas ellas. De esta forma se estará en posibilidades de realizar una asignación adecuada de los recursos disponibles con que cuenta el país.

- Debido a la forma en que está estructurado el modelo, considero que es posible elaborar un programa de computadora, que nos permita efectuar de una manera más rápida los cálculos de los distintos índices que intervienen en dicho modelo, pudiéndose así analizar todas las alternativas que en materia de carreteras surjan.

- Por otra parte, considero que el programa se podría estructurar de tal forma que nos permita efectuar cambios en los factores que sean susceptibles de variarse, de acuerdo a las políticas que rijan a la infraestructura carretera, en el momento de su implementación.

B I B L I O G R A F I A.

- 1.- Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado . - - -
S.A.R.H. " Estudio socioeconómico para determinar el - -
grado de desarrollo relativo de las entidades federativas -
de la República Mexicana " . 1971.
- 2.- Dirección General de Análisis de Inversiones. S.A.H.O.P. -
"Metodología para la evaluación de proyectos de infraestructura
carretera, mediante el criterio de funciones de preferencia
variables. (I.M.P.O.S.). 1979
- 3.- Dirección General de Análisis de Inversiones. S.A.H.O.P.
" Metodología para la evaluación de proyectos de infraes--
trutura carretera por el criterio de rentabilidad". 1979.
- 4.- Dirección General de Estadística. S.I.C.
" V Censo agrícola-ganadero y ejidal ". 1970.
- 5.- Dirección General de Estadística. S.I.C.
" IX Censo general de población y vivienda ". 1970.
- 6.- Dirección General de Estadística . S.P.P.
" Datos preliminares del X Censo general de población y -
vivienda ". 1980.

- 7.- Felix V. Rodolfo.- "Planeación y proyecto de vías terrestres".- VII Congreso de Ingeniería Civil. 1967.
- 8.- Hinojosa P. Jorge A.- "Apuntes de planeación". Facultad de Ingeniería U.N.A.M. 1976.
- 9.- I.L.P.E.S.- "Notas para la formulación del proyecto". Santiago. 1972.
- 10.- I.L.P.E.S. "Notas para la formulación de proyectos agropecuarios, energéticos y de transporte". Santiago 1973.
- 11.- Organización de las Naciones Unidas.
"Pautas para la evaluación de proyectos". 1976.
- 12.- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.
Secretaría de Programación y Presupuesto y Comisión Nacional de Desarrollo Urbano.
"Plan nacional de desarrollo urbano". 1978.
- 13.- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.
"Manual de Proyecto geométrico de carreteras". 1977.
- 14.- Dirección General de Ingeniería de Tránsito. S.A.H.O.P.
"Datos viales". 1979.
- 15.- Uriegas Torres Carlos.
"Análisis económico de proyectos de ingeniería". 1975.