



Certificación ISO 9001:2000 ‡

CONSIDERACIONES SOCIODEMOGRÁFICAS COMPLEMENTARIAS A LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA

José Antonio Arroyo Osorno
Guillermo Torres Vargas
Salvador Hernández García

**Publicación Técnica No 310
Sanfandila, Qro, 2008**

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**Consideraciones sociodemográficas
complementarias a la evaluación económica
de proyectos de infraestructura carretera**

Publicación Técnica No 310
Sanfandila, Qro, 2008

Este trabajo fue elaborado en la Coordinación de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional, por José Antonio Arroyo Osorno, Guillermo Torres Vargas, y Salvador Hernández García. Se agradecen los comentarios hechos por Víctor Islas Rivera, titular de la Coordinación.

Índice

Resumen	iii
Abstract	v
Resumen ejecutivo	vii
Capítulo 1. Introducción	1
Capítulo 2. Generalidades sobre la evaluación de proyectos	3
2.1 Evaluación ex ante	4
2.2 Evaluación ex post	5
Capítulo 3. Selección de criterios y variables sociodemográficas para proyectos de importancia nacional y regional	7
3.1 Métrica para los criterios y variables considerados en la metodología propuesta	7
Capítulo 4. Desarrollo matricial y caso de aplicación para un conjunto de carreteras de buenas especificaciones	13
4.1 Integración de las matrices de índices de concordancia	13
4.1.1 Comparación de las distintas alternativas para conformar la matriz de índices de concordancia	14
4.2 Integración de las matrices de índices de discordancia	17
4.2.1 Comparación de las distintas alternativas para conformar la matriz de índices de discordancia	17
Capítulo 5. Selección de criterios y variables aplicados a proyectos de infraestructura rural	21
Capítulo 6. Desarrollo matricial y ejemplo de aplicación para el caso de caminos rurales	25
6.1 Integración de las matrices de índices de concordancia	25
6.2 Integración de las matrices de índices de discordancia	
Capítulo 7. Conclusiones	33
Bibliografía	35
Anexos	37

Resumen

La presente investigación tiene por objetivo proporcionar a los responsables de la toma de decisiones, elementos de juicio y herramientas metodológicas que permitan reforzar la justificación socioeconómica de proyectos de infraestructura carretera, con el propósito de apoyar a las áreas operativas en el proceso autorización, y registro de los distintos proyectos ante la autoridad responsable de la asignación de recursos para la construcción de dichos proyectos.

Ante la existencia de carreteras federales (buenas especificaciones), en las que por distintas causas quedó inconcluso algún tramo de las mismas, o que requiere cierta longitud de la rectificación de curvas, o simplemente de la adecuación de las características geométricas de la vía. Sin embargo, los beneficios económicos que se derivan de la mejora de las condiciones operativas no son, en la mayoría de los casos suficientes para obtener buenos indicadores de rentabilidad: por lo que se plantea como complemento a dicha evaluación, que puedan considerarse impactos sociodemográficos de la población usuaria localizada dentro de su zona de influencia.

La presente publicación tomó como referencia los trabajos realizados por Bernard Roy, de la Universidad Paris IX Dauphine, quien ha aportado a varias ramas de la ciencia y las disciplinas, el conocimiento de métodos multicriterio como ayuda a la toma de decisiones, tal es el caso del método Electra, al cual nos referiremos durante el desarrollo del presente reporte.

Asimismo, tomaremos como base la información sobre los distintos grados de marginación de la población, así como de los trabajos realizados por los autores en 2003 y 2006.

Abstract

The goal of this research is to provide those responsible for making decisions, evidence and methodological tools to enhance the socio-economic evaluation for road infrastructure projects to support the operational areas in the authorization process and Registration of individual projects before the authority responsible for allocating resources for the construction of these projects.

With the existence of federal roads (good specifications), which remained unfinished for various causes any stretch of the same, or that requires a certain length of the rectification of curves or just the adequacy of the geometric characteristics of the track. However, the economic benefits that flow from improved operating conditions, are not, in most cases sufficient to achieve good profitability indicators, which poses as a complement to such an assessment the impacts that may be considered sociodemographic of the user population that is located within its area of influence.

This publication takes as a reference work performed by Bernard Roy University of Paris IX Dauphine, who has contributed to several branches of science and disciplines, knowledge of methods such as multi aid to decision making, such as the Electra method, which we will refer to during development of this report.

Also, we will take as a basic information on the various degrees of marginalization of the population, as well as the work done by the authors in 2003 and 2006.

Resumen ejecutivo

La elaboración de este trabajo surgió de la necesidad de reforzar los análisis de factibilidad económica que se realizan en la actualidad, tanto para obras de infraestructura carretera con vocación regional o nacional, como para las de vocación rural, necesarias para garantizar la accesibilidad a zonas productivas del país; o bien para concluir algún eje carretero, que permita integrar adecuadamente a la población cautiva en zonas con poca comunicación, permitiéndole contar con mejores oportunidades de integración social y territorial. Esta idea surge de las diversas conversaciones sostenidas con personal de las Direcciones General de Desarrollo Carretero, y Planeación de la SCT.

La metodología multicriterio desarrollada, se ofrece como una herramienta de análisis de utilidad para los responsables de la toma de decisiones como complemento a los estudios de factibilidad económica; sobre todo, de aquellos en los que la construcción y/o modernización de la infraestructura necesaria para conformar los ejes estratégicos de transporte nacional.

La metodología se ha dividido en dos partes; una primera, destinada al análisis de los criterios y variables que deberán ser tomados en cuenta en la aplicación de la metodología a obras de buenas especificaciones geométricas (carreteras federales); y una segunda parte, destinada a la aplicación de la metodología multicriterio propuesta para el estudio y jerarquización de proyectos de infraestructura carretera rural.

La metodología se conformó tomando como base el método Electra, en su versión I, desarrollado en la Universidad de Paris IX, Dauphine, mismo que tomó en cuenta los trabajos realizados por el profesor Bernard Roy.

Para el caso de las obras de buenas especificaciones, se tomaron entre otros los criterios siguientes:

1. Obra en proceso
2. Rentabilidad económica (estudio de prefactibilidad)
3. Importancia de la red interregional
4. Integración del expediente técnico
5. Nivel de servicio
6. Grado de marginación de la población que se encuentra dentro del área de influencia del proyecto (completamente terminado)

En el caso de las obras de infraestructura carretera rural se consideraron como criterios los siguientes

1. Ordenamiento territorial
2. Acceso a recursos naturales
3. Integración de mercados intrarregionales
4. Vinculación interregional
5. Desarrollo social regional

La aplicación del desarrollo metodológico planteado conduce a los responsables de la programación de inversiones, a establecer un orden jerárquico de las inversiones que se planea realizar, optimizando los recursos económicos disponibles; con la ventaja de poder respetar los techos financieros impuestos por la autoridad presupuestal.

1. Introducción

Uno de los factores de mayor importancia para integrar socialmente a la población localizada en las regiones más apartadas, lo constituye la accesibilidad con que cuenten éstas, su incorporación puede ser poco rentable desde una óptica económica, sin embargo, bajo una visión social integral, las inversiones de este tipo se justifican si ello conlleva a proporcionar a dichas regiones un mejor equipamiento, y un consecuente incremento en el nivel de bienestar de las diversas comunidades.

La infraestructura para el desplazamiento de bienes y personas, constituye una condición necesaria para el desarrollo económico y social de las regiones, ya que sirven de soporte para el generado por las actividades comerciales y personales, así como las culturales, dando con ello origen a las relaciones de producción con las consecuentes relaciones sociales.

Para garantizar adecuadas relaciones de producción, se deberá tomar en cuenta los aspectos de interacción que genera el transporte, tales como: el ordenamiento territorial; el entorno económico y social; así como los aspectos técnicos que debe tener el soporte material del transporte; la infraestructura carretera, en el caso que nos ocupa.

Las obras de infraestructura carretera de buenas especificaciones contemplan ciertos criterios, que al aplicarse de alguna manera a la infraestructura en el medio rural, su comportamiento guarda una simetría al momento de ser considerados en la metodología multicriterio propuesta.

La propuesta metodológica, que contempla la utilización de consideraciones sociodemográficas complementarias a la evaluación económica de proyectos de infraestructura carretera, recurre a herramientas como los modelos multicriterio mencionados; aunque con la modalidad de considerarles en forma inversa, cuando tratemos los aspectos relativos a la infraestructura carretera rural, ya que estos modelos se aplicaron en regiones con fuerte potencial económico, y con importante equipamiento

Este esfuerzo permite integrar programas de inversión en el corto y mediano plazos de construcción de caminos, cuyos fondos de financiamiento provengan de los diversos programas de los distintos niveles de Gobierno.

El trabajo se dividió en una introducción, cinco capítulos centrales y una conclusión; el primero se refiere a las generalidades sobre la evaluación de proyectos, en el que se presentan algunos aspectos conceptuales sobre los distintos tipos de evaluación que existen, sus ámbitos y sus fuentes conceptuales.

El segundo capítulo presenta la selección de criterios y variables sociodemográficas que se aplican en el análisis de proyectos de importancia nacional o regional.

El tercero considera el desarrollo matricial para identificar las concordancias y discordancias que permitirán estimar las medidas de tendencia central necesarias, para integrar la matriz de proyectos dominantes de infraestructura nacional o regional, con la inclusión de algunos ejemplos en una primera etapa.

Un cuarto capítulo es consagrado a la selección de criterios y variables que pueden ser aplicados en el análisis de proyectos de infraestructura viaria rural

En el quinto y último, se realiza el desarrollo matricial con un ejemplo de aplicación para el caso de caminos rurales localizados en el estado de Oaxaca.

Finalmente, en el apartado de conclusiones se esboza una propuesta de indicadores globales que permita al analista de proyectos de inversión, contar con una gama de alternativas de inversión con cierto nivel de certidumbre.

2. Generalidades sobre la evaluación de proyectos

Varios son los enfoques conceptuales de los modelos de evaluación, que dependen por una parte del tipo de proyecto por evaluar; y por otro, de la formación teórico-académica del responsable de llevar a cabo dicha evaluación.

La evaluación de proyectos consiste en emitir una calificación sobre las bondades y desventajas del mismo; es decir, identificar los convenientes y los inconvenientes al compararlo con respecto a un patrón conformado por varios criterios.

Normalmente, los tipos de evaluación que se identifican son la económica, la social y la financiera; las dos primeras pueden analizarse de manera conjunta desde una óptica neoclásica; o de manera separada desde el punto de vista estructuralista; por otra parte, la financiera obedece a una visión puramente neoclásica.

“Evaluar es fijar el valor de una cosa; para hacerlo se requiere un procedimiento mediante el cual se compara aquello a evaluar respecto de un criterio o patrón determinado”¹.

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) define la evaluación como el proceso encaminado a determinar sistemática y objetivamente la pertinencia, eficiencia, eficacia e impacto de todas las actividades a la luz de sus objetivos. Se trata de un proceso organizativo para mejorar las actividades todavía en marcha; y ayudar a la administración en planeación, programación, y toma de decisiones futuras. Esta definición ha constituido por mucho, el marco conceptual de la visión neoclásica y estructuralista, por lo que será adoptada como marco conceptual en este documento.

En el caso de la evaluación social existen dos elementos básicos que orientan la selección de proyectos. Por un lado, su objetivo es maximizar la rentabilidad, incrementando así el potencial de la inversión futura, lo cual es válido cuando se tienen restricciones para contar con ampliaciones presupuestales.

Por otra parte, cuando se pretende obtener el máximo de beneficios para la comunidad en programas en los que el Gobierno es el principal inversionista, resulta vital que éste evalúe sistemáticamente los proyectos, de conformidad con la magnitud del beneficio que pueda representar para la colectividad. Frecuentemente, en los programas de desarrollo social, la evaluación económica no resulta viable; sin embargo, el impacto

¹ Cohen E, Franco R, “Evaluación de proyectos sociales”, Ed Siglo XXI, México (2000)

que pueda tener en la comunidad resulta considerable, de conformidad con la política social vigente, siendo viable desde una óptica social.

En todo proceso de evaluación de proyectos existen dos vertientes: la evaluación *ex-ante* y la *ex-post*. La primera consiste en calificar los proyectos antes de su realización, y la segunda durante su realización, o bien una vez concluida ésta.

2.1 Evaluación ex-ante

Tradicionalmente los proyectos de carácter social se han evaluado, bajo la óptica *ex-post*. Sin embargo, en época reciente se tiende a llevar a cabo la evaluación *ex-ante*. Al respecto, pueden citarse dos de las opciones para llevar a cabo este tipo de evaluaciones en los proyectos sociales. La más representativa de la escuela neoclásica, a la cual también se le llama evaluación socioeconómica; misma que se concibe como un análisis costo-beneficio, por demandar la estimación de indicadores de rentabilidad, como el Índice de Rentabilidad (IR), el Valor Presente Neto (VPN); y la Tasa Interna de Retorno (TIR), entre otros indicadores.

El inconveniente de la evaluación con enfoque neoclásico, reside en la dificultad de traducir a unidades monetarias, los beneficios atribuibles al proyecto.

Una segunda alternativa de evaluación, es a través del análisis de costo-efectividad (ACE). En este caso, se asume que el proyecto realiza una contribución para alcanzar fines socialmente deseables. El problema se reduce a encontrar la opción más eficiente para obtener los productos que el proyecto va a generar. Bajo este esquema, es que se proponen metodologías multicriterio de evaluación, como la del método Electra I en el que además de valorar criterios y variables que pudiesen ser de carácter cualitativo, se recurre a la experiencia y criterio de los especialistas en este tipo de evaluaciones, con objeto de proporcionar la base metodológica que oriente a los responsables de la toma de decisiones en la jerarquización de los proyectos, cuya fuente de financiamiento proviene del presupuesto de programas sociales.

Al respecto, E Cohen y R. Franco, señalan que “la evaluación de proyectos sociales, basada en el ACE, no calcula la tasa de rentabilidad para la sociedad en su conjunto, sino que la asume como resultado de la decisión política sobre los fines”².

² Op. Cit.

2.2 Evaluación ex-post

En el campo de los proyectos sociales, la evaluación *ex-post* es la más desarrollada metodológicamente, y la que ha tenido mayor aplicación; puede ser de procesos o impacto. La distinción entre ellas reside en el fin que persiguen.

En el primero de los casos, se busca mejorar la eficiencia operacional del proyecto; y en la segunda, determinar los cambios que éste ha producido en la población beneficiaria; es decir, trata de medir el grado en el que se alcanzaron los objetivos perseguidos.

Para llevar a cabo la evaluación de impacto, no necesariamente tiene que haberse concluido el proyecto; sus efectos sobre la población-objetivo pueden determinarse incluso durante su ejecución. Los requisitos para su evaluación son función del modelo utilizado.

La evaluación *ex-post*, en proyectos en los que se pretende medir el nivel de vida de la población beneficiada por proyectos de integración, resulta de gran utilidad para verificar el cumplimiento de los objetivos establecidos. En general, las evaluaciones de este tipo permiten a los analistas ajustar los modelos de evaluación *ex-ante*; es decir, llevar a cabo la calibración de acuerdo con el impacto del proyecto en situación real.

Una de las restricciones de los análisis costo-efectividad es que no pueden aplicarse a una cartera de proyectos con objetivos diferentes; a menos que se les homogenice a través de un común denominador que permita obtener resultados iguales. Es por tal razón, que para el caso de la metodología propuesta, su aplicación se limita a proyectos de construcción, modernización y rehabilitación de caminos rurales, ya que difícilmente en este tipo de proyectos, se podrían comparar proyectos educativos, de salud o de vivienda.

La calificación resultante de la evaluación de proyectos, cualquiera que sea la metodología a la que se recurrió, expresa el grado de importancia o dominación de un proyecto con respecto a la, o a las distintas alternativas contra las que se compara. Este grado de dominación constituye la base para elaborar los distintos programas de inversión en el corto, mediano y largo plazos.

El grado de importancia o dominación puede expresarse a través de indicadores de rentabilidad como los económicos, o bien según los pares ordenados resultantes de las matrices de convergencia y divergencia de los valores que se asignen a las distintas variables explicativas, seleccionadas en métodos de preferencias variables, como el Electra (en sus distintas versiones) y el Prometeo, por citar algunos.

3. Selección de criterios y variables sociodemográficas para proyectos de importancia nacional y regional

Toda metodología para evaluación de proyectos de infraestructura en el transporte deberá tomar en cuenta diversos criterios que normen la toma de decisiones, y que a su vez apoyen la conceptualización y desarrollo de la misma. Cabe destacar que los criterios elegidos suelen variar de acuerdo con el objetivo y propósitos de cada estudio.

El sistema que se propone es un algoritmo elaborado con el criterio múltiple de evaluación desarrollado por la Universidad de París IX-Dauphine en los años 80. Este algoritmo permite la explotación de relaciones binarias de sobreclasificación en las condiciones más difíciles para la toma de decisiones: múltiples puntos de vista; imposible o no deseable explicitación de la importancia relativa de cada punto de vista; imprecisión e incertidumbre en la calificación de los proyectos con los criterios adoptados. Es decir, es un método de tipo cualitativo, ya que no se exige que la importancia relativa de sus diferentes componentes sea sumamente explícita. Sin embargo, proporciona una buena confiabilidad de los resultados obtenidos. El análisis deberá complementarse con aspectos de tipo técnico, de integración económica, así como el criterio político-administrativo.

Por lo que a nosotros respecta, únicamente se tomarán en cuenta los criterios que incidan en la evaluación de carácter social.

Este método también se conoce como **Electra** (versión I), y su característica principal es que reduce la cantidad de soluciones preferidas; estrictamente sobre el resto, conforme cierto grado de disparidad aceptada en la relación de predominio de una alternativa sobre otra. Es una técnica flexible, ya que sus bases teóricas y metodológicas no son demasiado sofisticadas, ni involucran supuestos imposibles de plantear en la realidad.

3.1 Métrica para los criterios y variables considerados en la metodología propuesta

El peso asignado a cada uno de los criterios dependerá de la experiencia y política predominante de la dependencia u organismo evaluador. Este peso “w”, tendrá un intervalo de confianza de 1.0 a 2.0 (con base en el algoritmo desarrollado por la Universidad de París IX-Dauphine).

Los criterios a considerar se muestran en el cuadro 3.1

Una vez que se hayan determinado los pesos, se calificarán subjetivamente todos y cada uno de los aspectos que se hagan intervenir en los criterios mencionados, estableciendo para ello una escala de valores de 1.0 a 9.0, asignando la mayor calificación a aquellos proyectos que a juicio del evaluador sean prioritarios, haciendo decrecer ésta en la medida en que los éstos sean menos importantes.

CUADRO 3.1

CRITERIO				PONDERACIÓN
A.I.1	A. Ordenamiento territorial	I. Obra en proceso	1. Longitud faltante para concluir una carretera	1.7
A.II.2		II. Importancia de la red interregional	2. Constitución del proyecto como elemento integrador de una red de caminos	1.7
A.II.3			3. Número de centros de población comunicados directamente mayores a 15 mil habitantes	1.7
B.III.4	B. Económico	III Nivel de servicio de la carretera	4. Grado de congestión de la carretera	1.3

4.-Desarrollo matricial y caso de aplicación para un conjunto de carreteras de buenas especificaciones

CRITERIO				PONDERACIÓN
B.IV.5		IV. Vinculación interregional	5. Conexión por carretera a centros de población, distribución y acopio fuera del área de influencia	1.3
B.V.6		V. Rentabilidad económica	6. Tasa interna de retorno mayor de 12%	1.3
C.VI.7	C. Social	VI. Desarrollo social regional	7.- Población beneficiada por la construcción del camino en el área de influencia	2.0
C.VI.8			8. Grado de marginación de la población	2.0
D. VII.9	D.- Técnico	VII. Integración del expediente técnico	9. Proyecto ejecutivo al 100%	1.4
D.VII.10			10. Derecho de vía liberado	1.4

Variables asociadas a los criterios W

ORDENAMIENTO TERRITORIAL A.I.1	Calificación		El proyecto tiene una longitud de
	Fuerte	Débil	
	9	8	1 a 5 Km
	8	7	5 a 10 Km
	7	6	10 a 15 Km
	6	5	15 a 20 Km
	5	4	20 a 25 Km
	4	3	25 a 30 Km
	3	2	30 a 35 Km
		1	Más de 35 Km

A.II.2	Calificación		Incorporación de caminos
	Fuerte	Débil	
	6		Más de 11
	5	4	9 a 11
	4	3	7 a 9
	3	2	5 a 7
	2	1	2 a 5

A.II.3	Calificación		Centros de población comunicados
	Fuerte	Débil	
	5		Más de 10
	5	4	8 a 10 centros
	4	3	6 a 8 centros
	3	2	4 a 6 centros
	2	1	2 a 4 centros

ECONÓMICO B.III.4	Calificación		Nivel de servicio de la carretera
	Fuerte	Débil	
	9		E
	7		D
	5		C
	3		B
	1		A

B.IV.5	Calificación		Centros de acopio o consumo
	Fuerte	Débil	
	9		Más de 8
	8	7	7 a 8
	7	6	6 a 7
	6	5	5 a 6
	5	4	4 a 5
	4	3	3 a 4
	3	2	2 a 3
	2	1	1 a 2

B.V.6	Calificación		Tasa interna de retorno
	Fuerte	Débil	
	6		Más de 15%
	5	4	14 a 15%
	4	3	13 a 14%
	3	2	de 12 a 13%

4.-Desarrollo matricial y caso de aplicación para un conjunto de carreteras de buenas especificaciones

Social
C.VI.7

Calificación		Población beneficiada en el área de influer
Fuerte	Débil	
9		Más de 32 000habitantes
8	7	28000 a 32000 habitantes
7	6	24000 a 28000 habitantes
6	5	20000 a 24000 habitantes
5	4	16000 a 20000 habitantes
4	3	12000 a 16000 habitantes
3	2	8000 a 12000 habitantes
2	1	2000 a 8000 habitantes

C.VI.8

Calificación	Grado de marginación
9	Muy bajo
8	Bajo
6	Medio
5	Alto
2	Muy alto

Técnico
D.VII.9

Calificación	Cuenta con proyecto ejecutivo 100%
5	Si
1	No

D.VII.10

Calificación		Derecho de vía liberado
Fuerte	Débil	
8	7	95 a 100%
8	7	90 a 95%
7	6	85 a 90%
6	5	80 a 85%
5	4	75 a 80%
4	3	70 a 75%

4. Desarrollo matricial, y caso de aplicación para un conjunto de carreteras de buenas especificaciones

En el presente capítulo se muestra el desarrollo conceptual llevado a cabo para generar las matrices de concordancia y discordancia necesarias para integrar la matriz de dominación, que tienen las distintas alternativas entre si.

4.1 Integración de las matrices de índices de concordancia

Para llevar a cabo la integración de las matrices de concordancia, se recurrió al método de elección por transitividad, versión 1 (Electra), desarrollado en la Universidad Paris IX Dauphine.

En el desarrollo matricial se consideró una matriz de 6X10 para concentrar la calificación que establece la métrica de cada una de las variables asociadas a los cuatro criterios generales (A, B, C y D); en ésta se presenta un ejemplo hipotético de seis carreteras de buenas especificaciones con distintas longitudes de tramos por construir, y con diversas características que cubren los criterios y variables seleccionadas; en el cuadro.4.1. se muestra la información mencionada.

Cuadro 4.1 Calificaciones de las variables de cada criterios necesarias para la construcción de matrices de índices concordancia y discordancia.

Criterio	Peso W	Camino1	Camino 2	Camino 3	Camino 4	Camino 5	Camino 6
A.I.1	1.70	6.00	4.00	7.00	4.00	5.00	7.00
A.II.2	1.70	3.00	4.00	2.00	5.00	4.00	2.50
A.II.3	1.70	3.00	4.00	3.00	4.00	4.00	5.00
B.III.4	1.30	5.00	5.00	7.00	7.00	9.00	9.00
B.IV.5	1.30	4.00	4.00	2.00	5.00	4.00	2.00
B.V.6	1.30	2.00	5.00	3.00	3.00	2.00	4.00
C.VI.7	2.00	7.00	4.00	9.00	5.00	5.00	6.00
C.VI.8	2.00	6.00	6.00	8.00	8.00	6.00	8.00
D.VII.9	1.40	5.00	5.00	1.00	1.00	5.00	5.00
D.VII.10	1.40	6.00	8.00	5.00	5.00	8.00	8.00
Suma W	15.80						

4.1.1 Comparación de las distintas alternativas para conformar la matriz de índices de concordancia

Una vez conformada la matriz de pesos y calificaciones de las distintas alternativas, se procede a comparar cada una entre ellas.

El método establece que si de la comparación entre pares de alternativas X,Y si la primera de ellas es mayor, se toma el valor del peso W del criterio que se esté analizando; si al compararlas, el valor de las variables es igual, se toma 0.5 del valor de dicho criterio, si el valor de la primera alternativa del par, el valor que se aplica al criterio es de cero.

En los cuadros 4.2 al 4.7 se muestran los resultados obtenidos al comparar las distintas alternativas entre si.

Cuadro 4.2

CRITERIO	1 VS 2	1 VS 3	1 VS 4	1 VS 5	1 VS 6
A.I.1	1.70	0.00	1.70	1.70	0.00
A.II.2	0.00	1.70	0.00	0.00	1.70
A.II.3	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00
B.III.4	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
B.IV.5	0.65	1.30	0.00	0.65	1.30
B.V.6	0.00	0.00	0.00	0.65	0.00
C.VI.7	2.00	0.00	2.00	2.00	2.00
C.VI.8	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
D.VII.9	0.70	1.40	1.40	0.70	0.70
D.VII.10	0.00	1.40	1.40	0.00	0.00
	6.70	6.65	6.50	6.70	5.70

Cuadro 4.3

CRITERIO	2 VS 1	2 VS 3	2 VS 4	2 VS 5	2 VS 6
A.I.1	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00
A.II.2	1.70	1.70	0.00	0.85	1.70
A.II.3	1.70	1.70	0.85	0.85	0.00
B.III.4	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
B.IV.5	0.65	1.30	0.00	0.65	1.30
B.V.6	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
C.VI.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C.VI.8	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00
D.VII.9	0.70	1.40	1.40	0.70	0.70
D.VII.10	1.40	1.40	1.40	0.70	0.70
	9.10	8.80	5.80	6.05	5.70

Cuadro 4.4

CRITERIO	3VS 1	3 VS 2	3 VS 4	3 VS 5	3 VS 6
A.I.1	1.70	0.00	1.70	1.70	0.85
A.II.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00
B.III.4	1.30	0.00	0.65	0.00	0.00
B.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65
B.V.6	1.30	0.00	0.65	1.30	0.00
C.VI.7	2.00	0.00	2.00	2.00	2.00
C.VI.8	2.00	0.00	1.00	2.00	1.00
D.VII.9	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00
D.VII.10	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00
	9.15	0.00	7.40	7.00	4.50

Cuadro 4.5

CRITERIO	4VS 1	4VS 2	4 VS 3	4 VS 5	4 VS 6
A.I.1	0.00	0.85	0.00	0.00	0.00
A.II.2	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
A.II.3	1.70	0.85	1.70	0.85	0.00
B.III.4	1.30	1.30	0.65	0.00	0.00
B.IV.5	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
B.V.6	1.30	0.00	0.65	1.30	0.00
C.VI.7	0.00	2.00	0.00	1.00	0.00
C.VI.8	2.00	2.00	1.00	2.00	1.00
D.VII.9	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00
D.VII.10	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00
	9.30	10.00	8.40	8.15	4.00

Cuadro 4.6

CRITERIO	5 VS 1	5 VS 2	5 VS 3	5 VS 4	5 VS 6
A.I.1	0.00	1.70	0.00	1.70	0.00
A.II.2	1.70	0.85	1.70	0.00	1.70
A.II.3	1.70	0.85	1.70	0.85	0.00
B.III.4	1.30	1.30	1.30	1.30	0.65
B.IV.5	0.65	0.65	1.30	0.00	1.30
B.V.6	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00
C.VI.7	0.00	2.00	0.00	1.00	0.00
C.VI.8	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
D.VII.9	0.70	0.70	1.40	1.40	0.70
D.VII.10	1.40	0.70	1.40	1.40	0.70
	9.10	9.75	8.80	7.65	5.05

Cuadro 4.7

CRITERIO	6 VS 1	6 VS 2	6 VS 3	6 VS 4	6 VS 5
A.I.1	1.70	1.70	0.85	1.70	1.70
A.II.2	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00
A.II.3	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
B.III.4	1.30	1.30	1.30	1.30	0.65
B.IV.5	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00
B.V.6	1.30	0.00	1.30	1.30	1.30
C.VI.7	0.00	2.00	0.00	2.00	2.00
C.VI.8	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00
D.VII.9	0.70	0.70	1.40	1.40	0.70
D.VII.10	1.40	0.70	1.40	1.40	0.70
	10.10	10.10	11.30	11.80	10.75

Cuadro 4.8 Matriz de índices de concordancia

	0.42	0.42	0.41	0.42	0.36
0.58		0.56	0.37	0.38	0.36
0.58	0.00		0.47	0.44	0.28
0.59	0.63	0.53		0.52	0.25
0.58	0.62	0.56	0.48		0.32
0.64	0.64	0.72	0.75	0.68	

Mediana = 0.56

En los cuadros 4.8 y 4.9 se muestran los índices de concordancia y los valores mayores o iguales a la mediana de la muestra seleccionada.

Cuadro 4.9. Matriz de índices de concordancia mayores o iguales a la mediana

	----	----	----	----	----
0.58		----	----	----	----
0.58	----		----	----	----
0.59	0.63	----		----	----
0.58	0.62	----	----		----
0.64	0.64	0.72	0.75	0.68	

4.2 Integración de las matrices de índices discordancia

Al igual que en el apartado 4.1 se utilizó el método Electra 1 para llegar a integrar las matrices de discordancia.

4.2.1 Comparación de las distintas alternativas para conformar la matriz de índices de discordancia

Con la misma conformación matricial (6X10), se procedió a construir los cuadros 4.10 a 4.15 con los resultados del análisis comparativo de las distintas alternativas entre si.

Cuadro 4.10

CRITERIO	1 VS 2	1 VS 3	1 VS 4	1 VS 5	1 VS 6
A.I.1	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00
A.II.2	1.00	0.00	2.00	1.00	0.00
A.II.3	1.00	0.00	1.00	1.00	2.00
B.III.4	0.00	2.00	2.00	4.00	4.00
B.IV.5	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
B.V.6	3.00	1.00	1.00	0.00	2.00
C.VI.7	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
C.VI.8	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00
D.VII.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.VII.10	2.00	0.00	0.00	2.00	2.00
	3.00	2.00	2.00	4.00	4.00

Cuadro 4.11

CRITERIO	2 VS 1	2 VS 3	2 VS 4	2 VS 5	2 VS 6
A.I.1	2.00	3.00	0.00	1.00	3.00
A.II.2	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
B.III.4	0.00	2.00	2.00	4.00	4.00
B.IV.5	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
B.V.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C.VI.7	3.00	5.00	1.00	1.00	2.00
C.VI.8	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00
D.VII.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.VII.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	3.00	5.00	2.00	4.00	4.00

Cuadro 4.12

CRITERIO	3VS 1	3 VS 2	3 VS 4	3 VS 5	3 VS 6
A.I.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.2	1.00	2.00	3.00	2.00	0.50
A.II.3	0.00	1.00	1.00	1.00	2.00
B.III.4	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00
B.IV.5	2.00	2.00	3.00	2.00	0.00
B.V.6	0.00	2.00	0.00	0.00	1.00
C.VI.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C.VI.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.VII.9	4.00	4.00	0.00	4.00	4.00
D.VII.10	1.00	3.00	0.00	3.00	3.00
	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00

Cuadro 4.13

CRITERIO	4VS 1	4VS 2	4 VS 3	4 VS 5	4 VS 6
A.I.1	2.00	0.00	3.00	1.00	3.00
A.II.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
B.III.4	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00
B.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B.V.6	0.00	2.00	0.00	0.00	1.00
C.VI.7	2.00	0.00	4.00	0.00	1.00
C.VI.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.VII.9	4.00	4.00	0.00	4.00	4.00
D.VII.10	1.00	3.00	0.00	3.00	3.00
	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00

Cuadro 4.14

CRITERIO	5 VS 1	5 VS 2	5 VS 3	5 VS 4	5 VS 6
A.I.1	1.00	0.00	2.00	0.00	2.00
A.II.2	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
B.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B.IV.5	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
B.V.6	0.00	3.00	1.00	1.00	2.00
C.VI.7	2.00	0.00	4.00	0.00	1.00
C.VI.8	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00
D.VII.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.VII.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	3.00	4.00	2.00	2.00

Cuadro 4.15

CRITERIO	6 VS 1	6 VS 2	6 VS 3	6 VS 4	6 VS 5
A.I.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.2	0.50	1.50	0.00	2.50	1.50
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B.IV.5	2.00	2.00	0.00	3.00	2.00
B.V.6	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
C.VI.7	1.00	0.00	3.00	0.00	0.00
C.VI.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.VII.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
D.VII.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00

En los cuadros 4.16, y 4.17 se consignan los resultados de los índices de discordancia, y de aquellos que son menores o iguales a la mediana de los valores de los índices de discordancia..

En el cuadro 4.18 se presenta el orden de dominación de los distintos pares ordenados que presentan valores superiores a la mediana -en la matriz de índices de concordancia e inferiores a ésta en la matriz de índices de discordancia

Finalmente en el cuadro 4.19 se presenta el diagrama de Kernel

Cuadro 4.16 Matriz de índices de discordancia

	0.38	0.25	0.25	0.50	0.50
0.38		0.63	0.25	0.50	0.50
0.50	0.50		0.38	0.50	0.50
0.50	0.50	0.50		0.50	0.50
0.25	0.38	0.50	0.25		0.25
0.25	0.25	0.38	0.38	0.25	

Mediana = 0.44

Cuadro 4.17 Matriz de índices de disconcordancia menores o iguales a la mediana

	0.38	0.25	0.25	----	----
0.38		----	0.25	----	----
----	----		0.38	----	----
----	----	----		----	----
0.25	0.38	----	0.25		0.25
0.25	0.25	0.38	0.38	0.25	

Cuadro 4.18 Matriz de dominación :

0.00	----	----	----	----	----
2,1	0.00	----	----	----	----
----	----	0.00	----	----	----
----	----	----	0.00	----	----
5,1	5,2	----	----	0.00	----
6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	0.00

Con la matriz de dominación se construye el diagrama de Kernel, el cual permite establecer la prioridad que tiene cada una de las alternativas al momento de programar las inversiones.

Diagrama de Kernel

----	2,1	----	----	5,1	6,1
----	----	----	----	5,2	6,2
----	----	----	----	----	6,3
----	----	----	----	----	6,4
----	----	----	----	----	6,5
3	4	5	6	2	1

5. Selección de criterios y variables aplicados a proyectos de infraestructura rural

Igual que en el caso de los proyectos de infraestructura carretera de buenas especificaciones, los criterios y variables que se consideraron para caminos rurales fueron los siguientes:

CRITERIO				PONDERACION
A.I.1.	A. Desarrollo	I. Ordenamiento Territorial	1. Localidades unidas por el camino	1.7
A.I.2			2. Población beneficiada directamente por la construcción del camino	1.7
A.II.3		II. Acceso a Recursos Naturales	3. Localidades con acceso al agua como recurso natural	1.4
A.III.4		III. Integración de Mercados Intrarregionales	4. Conexión con diferentes tipos de caminos	1.4
A.IV.5		IV. Vinculación Interregional	5. Conexión con diferentes tipos de caminos	1.4
A.V.6		V. Desarrollo Social Regional	6. Población beneficiada por la construcción del camino en el área de influencia	2.0

Los seis cuadros siguientes muestran la escala de valores que deben ser tomados en cuenta en cada uno de los aspectos involucrados en los criterios seleccionados.

Métrica para los criterios de los caminos rurales a evaluar.

A.I.1. Desarrollo Ordenamiento Territorial	Calificación		Relevancia Sectorial del Proyecto	
	Fuerte	Débil	El Camino Une:	
	9.00	8.00	Más de 15 Localidades	
	7.50	7.00	Entre 14 y 15 Localidades	
	6.50	6.00	Entre 12 y 13 Localidades	
	5.50	5.00	Entre 10 y 11 Localidades	
	4.50	4.00	Entre 8 y 9 Localidades	
	3.50	3.00	Entre 6 y 7 Localidades	
	2.50	2.00	Entre 4 y 5 Localidades	
1.50	1.00	Entre 2 y 3 Localidades		
A.I.2.	Calificación		El Camino Beneficia Directamente a los Habitantes:	
	Fuerte	Débil	Más de 25,000 Habitantes	
	9.00	8.01	Entre 15,001 y 25,000 Habitantes	
	8.00	7.01	Entre 10,001 y 15,000 Habitantes	
	7.00	6.01	Entre 8,001 y 10,000 Habitantes	
	6.00	5.01	Entre 6,001 y 8,000 Habitantes	
	5.00	4.01	Entre 4,001 y 6,000 Habitantes	
	4.00	3.01	Entre 2,001 y 4,000 Habitantes	
	3.00	2.01	Entre 481 y 2,000 Habitantes	
2.00	1.00			
A.II.3. Acceso a recursos naturales	Calificación			
	2.00	1.00	Las localidades de este camino tienen acceso al agua como recurso natural.	
A.III.4. Integración de mercados intrarregionales	Calificación		Conexión con Difs. Tipos de Caminos	
	Fuerte	Débil		
	9.00	8.10	FED. De Cuota Div.	De cuota No - Div.
	8.00	7.10	Libre Div.	Libre No - Div.
	7.00	6.10	Pav. y Num. Carr.	Revestida
	6.00	5.10	ESTAT. De Cuota Div.	De Cuota No - Div.
	5.00	4.10	Libre Div.	Libre No - Div.
	4.00	3.10	Pav. y Num. Carr.	Revestida
	3.00	2.10	OTROS CAMINOS: Pavimentada	Revestida
	2.00	1.00	Terracería	Brecha

5. Selección de criterios y variables aplicados a proyectos de infraestructura rural

A.IV.5. Conexión con Difs. Tipos de Caminos

Vinculación interregional

Calificación			
Fuerte	Débil		
9.00	8.10	FED. De Cuota Div.	De cuota No - Div.
8.00	7.10	Libre Div.	Libre No - Div.
7.00	6.10	Pav. y Num. Carr.	Revestida
6.00	5.10	ESTAT. De Cuota Div.	De Cuota No - Div.
5.00	4.10	Libre Div.	Libre No - Div.
4.00	3.10	Pav. y Num. Carr.	Revestida
3.00	2.10	OTROS CAMINOS: Pavimentada	Revestida
2.00	1.00	Terracería	Brecha

A.V.6. Población beneficiada por la const. ó rehabilit. del camino en el área de influencia.

Desarrollo

social regional

Calificación	Camino
9.00	> 6,188 Habs.
8.00	6,188 Habs.
7.00	4,738 Habs.
6.00	4,667 Habs.
5.00	3,769 Habs.
4.00	1,325 Habs.
3.00	1,045 Habs.
2.00	878 Habs.
1.00	385 Habs.

Fuente: Elaboración personal

6. Desarrollo matricial, y ejemplo de aplicación para el caso de caminos rurales

La matriz de índices de concordancia, se determina de la siguiente manera:

Se obtiene la suma de los pesos “w” de los distintos criterios y aspectos involucrados. En el presente caso, el valor es 9.60

- a) Se comparan las “n” alternativas entre sí (caminos a construir); en este estudio son 6
 - a.1) Para aquellos valores en que la acción “i” sea mayor que la acción “j”, se tomará la totalidad del peso del criterio en cuestión
 - a.2) Para valores en que la acción “i” sea igual a la de la acción “j”, se tomará el 50% del peso del criterio afectado
 - a.3) Si el valor de la acción “i” es menor al de la acción “j”, el valor del peso del criterio será cero
- b) Una vez obtenidos todos los pesos, se calcula la sumatoria conjunta de ellos

Hecho lo anterior, la sumatoria se divide entre la sumatoria de los pesos de todos los criterios involucrados que, como ya se vió, es de 9.60. Los cocientes obtenidos constituyen los valores de los pares (i,j) de la matriz de índices de concordancia.

6.1 Integración de las matrices de índices de concordancia

El procedimiento para lograr integrar la matriz de índices de concordancia para el caso de construcción y modernización de caminos rurales es similar al descrito en la sección 4.1.

En el cuadro 6.1 se muestran las calificaciones de las variables de cada criterios necesarias para la construcción de matrices de índices concordancia y discordancia. Asimismo en los cuadros 6.2 a 6.7 se consignan los resultados de la comparación de cada una de las distintas alternativas. También en el caso de caminos rurales se consideró una cartera de 6 caminos hipotéticos para ejemplificar la metodología.

Cuadro 6.1 Calificaciones de las variables de cada criterios necesarias para la construcción de matrices de índices concordancia y discordancia

CRITERIO	Peso W	Camino1	Camino 2	Camino 3	Camino 4	Camino 5	Camino 6
A.I.1	1.70	3.00	5.00	1.50	3.00	2.50	2.00
A.1.2	1.70	4.24	5.84	2.53	3.23	3.26	2.64
A.II.3	1.40	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00
A.III.4	1.40	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
A.IV.5	1.40	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10
A.V.6	2.00	5.00	6.00	3.00	2.00	1.00	4.00
	9.60						

Cuadro 6.2

CRITERIO	1 VS 2	1 VS 3	1 VS 4	1 VS 5	1 VS 6
A.I.1	0.00	1.70	0.85	1.70	1.70
A.1.2	0.00	1.70	1.70	1.70	1.70
A.II.3	0.70	1.40	0.70	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	0.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	2.10	8.20	6.65	7.50	7.50

Cuadro 6.3

CRITERIO	2 VS 1	2 VS 3	2 VS 4	2 VS 5	2 VS 6
A.I.1	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
A.1.2	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
A.II.3	0.70	1.40	0.70	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	7.50	8.20	7.50	7.50	7.50

Cuadro 6.4

CRITERIO	3VS 1	3 VS 2	3 VS 4	3 VS 5	3 VS 6
A.I.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00
	1.40	1.40	3.40	3.40	1.40

Cuadro 6.5

CRITERIO	4VS 1	4VS 2	4 VS 3	4 VS 5	4 VS 6
A.I.1	0.85	0.00	1.70	1.70	1.70
A.1.2	0.00	0.00	1.70	0.00	1.70
A.II.3	0.70	0.70	1.40	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
	2.95	2.10	6.20	5.80	5.50

Cuadro 6.6

	5 VS 1	5 VS 2	5 VS 3	5 VS 4	5 VS 6
A.I.1	0.00	0.00	1.70	0.00	1.70
A.1.2	0.00	0.00	1.70	1.70	1.70
A.II.3	0.70	0.70	1.40	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.10	2.10	6.20	3.80	5.50

Cuadro 6.7

CRITERIO	6 VS 1	6 VS 2	6 VS 3	6 VS 4	6 VS 5
A.I.1	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00
A.1.2	0.00	0.00	1.70	0.00	0.00
A.II.3	0.70	0.70	1.40	0.70	0.70
A.III.4	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.IV.5	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
A.V.6	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00
	2.10	2.10	8.20	4.10	4.10

En el cuadro 6.8 se consignan los resultados correspondientes a la matriz de índices de concordancia y en el 6.9 los valores mayores o iguales a la mediana.

Cuadro 6.8 Matriz de índices de concordancia

	0.22	0.85	0.69	0.78	0.78
0.78		0.85	0.78	0.78	0.78
0.15	0.15		0.35	0.35	0.15
0.31	0.22	0.65		0.60	0.57
0.22	0.22	0.65	0.40		0.57
0.22	0.22	0.85	0.43	0.43	

Mediana de los índices de concordancia = 0.50

Cuadro 6.9 Matriz de índices de concordancia mayores o iguales a la mediana de la muestra

	----	0.85	0.69	0.78	0.78
0.78		0.85	0.78	0.78	0.78
----	----		----	----	----
----	----	0.65		0.60	0.57
----	----	0.65	3,6		0.57
----	----	0.85	3,6	3,6	

6.2 Integración de las matrices de índices de discordancia

En los cuadros 6.10 a 6.15 se consignan los resultados de la comparación de cada una de las distintas alternativas, que permitieron construir la matriz de índices de discordancia.

Cuadro 6.10

	1 VS 2	1 VS 3	1 VS 4	1 VS 5	1 VS 6
A.I.1	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 6.11

CRITERIO	2 VS 1	2 VS 3	2 VS 4	2 VS 5	2 VS 6
A.I.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Cuadro 6.12

CRITERIO	3VS 1	3 VS 2	3 VS 4	3 VS 5	3 VS 6
A.I.1	1.50	3.50	1.50	1.00	0.50
A.1.2	1.71	3.31	0.70	0.73	0.11
A.II.3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	2.00	3.00	0.00	0.00	1.00
	2.00	3.50	1.50	1.00	1.00

Cuadro 6.13

CRITERIO	4VS 1	4VS 2	4 VS 3	4 VS 5	4 VS 6
A.I.1	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
A.1.2	1.01	2.61	0.00	0.03	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	3.00	4.00	1.00	0.00	2.00
	3.00	4.00	1.00	0.03	2.00

Cuadro 6.14

CRITERIO	5 VS 1	5 VS 2	5 VS 3	5 VS 4	5 VS 6
A.I.1	0.50	2.50	0.00	0.50	0.00
A.1.2	0.98	2.58	0.00	0.00	0.00
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	4.00	5.00	2.00	1.00	3.00
	4.00	5.00	2.00	1.50	3.00

Cuadro 6.15

CRITERIO	6 VS 1	6 VS 2	6 VS 3	6 VS 4	6 VS 5
A.I.1	1.00	3.00	0.00	1.00	0.50
A.1.2	1.60	3.20	0.00	0.59	0.62
A.II.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.III.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.IV.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A.V.6	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00
	1.60	3.20	0.00	1.00	0.62

En el cuadro 6.16 se consignan los resultados correspondientes a la matriz de índices de disconcordancia y en el 6.17 los valores menores o iguales a la mediana.

Cuadro 6.6 Matriz de índices de disconcordancia

	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	0.44		0.19	0.13	0.13
0.38	0.50	0.13		0.00	0.25
0.50	0.63	0.25	0.19		0.38
0.20	0.40	0.00	0.13	0.08	

Mediana de la muestra = 0.13

Cuadro 6.17 valores de los índices de discordancia menores o iguales a la mediana

	---	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
---	---		---	0.13	0.13
---	---	0.13		0.00	---
---	---	---	---		---
---	---	0.00	0.13	0.08	

Por otra parte en el cuadro 6.18 se presenta la matriz de dominación de las distintas alternativas que se compararon.

Cuadro 6.18 Matriz de dominación de las distintas alternativas consideradas

	---	1,3	1,4	1,5	1,6
2,1		2,3	2,4	2,5	2,6
---	---		---	3,5	3,6
---	---	4,3		4,5	---
---	---	---	---		---
---	---	6,3	6,4	6,5	

De manera semejante al procedimiento descrito en la sección 4.2.1 se obtiene el diagrama de kernel para establecer el orden de prioridad de las distintas alternativas analizadas

Diagrama de Kernel

---	2,1	---	---	---	---
1,3	2,3	---	---	---	---
1,4	2,4	---	4,3	---	6,3
1,5	2,5	3,5	4,5	---	6,4
1,6	2,6	3,6	---	---	6,5
2	1	5	4	6	3

Conclusiones

La metodología desarrollada constituye una herramienta metodológica de apoyo a la evaluación económica que realizan los responsables de la toma de decisiones de los programas de inversiones en infraestructura carretera en México. Las consideraciones sociodemográficas propuestas como complemento a la evaluación económica, se dividió en dos fases: una primera, concebida para proyectos de infraestructura carretera de altas especificaciones; y una segunda para proyectos de caminos rurales, utilizando el método multicriterio Electra (Roy, B). El peso que se establece para los distintos criterios de selección en cada variable explicativa, permite construir las matrices de concordancia y discordancia, y mediante su análisis establecer el orden de prelación de cada proyecto.

Una ventaja de la propuesta metodológica desarrollada es que puede aplicarse en sus dos fases; o bien, sólo en la que considera un solo tipo de infraestructura. Es por ello que se presentan dos pequeñas rutinas en excel[®] para el establecimiento del orden jerárquico de los proyectos analizados.

Los criterios seleccionados, y las variables identificadas proporcionan elementos suficientes para llevar a cabo la evaluación integral de proyectos, permitiendo con ello dar solidez al registro de los proyectos ante la autoridad responsable de autorizar los recursos presupuestales. Asimismo, constituye una alternativa de análisis de proyectos en el medio rural, que desde una óptica económica no son rentables; pero que resultan necesarios para integrar social y territorialmente una buena parte de las comunidades que no cuentan aún con los servicios básicos de bienestar; como los sanitarios, los de salud, y educación, entre otros.

Aplicar este tipo de técnicas, con variables como las empleadas en evaluación social de proyectos es muy conveniente debido a que incorporan elementos que permiten dotar de bienes y servicios ausentes a las localidades que difícilmente lo podrían tener bajo una visión puramente económica. Esta metodología puede profundizarse aun más, dependiendo de los objetivos regionales de cada entidad federativa, y de la importancia del estudio.

La metodología es muy flexible, ya que nos permite utilizar las variables de tipo social que queramos, dependiendo de la importancia que éstas tengan para el tipo de obra que se pretende justificar, económica y socialmente.

Las pequeñas subrutinas que se han desarrollado tienen por objeto apoyar en un ambiente amigable al analista, aun cuando no cuente éste con la experiencia y sensibilidad que se requiere para una evaluación con el nivel de calidad que exige la autoridad responsable de otorgar la suficiencia presupuestal, para la realización de dichos proyectos.

Las subrutinas llevan de la mano al analista, y el esfuerzo que tiene que realizar es mínimo; consiste únicamente en elaborar la lista final de proyectos, una vez que se han establecido los niveles de dominación entre éstos

Bibliografía

1. ANTÚN, J. P. "Toma de decisiones multicriterio: El enfoque Electre", Instituto de Ingeniería D-38 , México, D.F., 1994.
2. ARROYO J. A.- "Metodología de evaluación social de proyectos de caminos rurales en México", IMT Publicación Técnica No. 234, Sanfandila, Qro., 2003.
3. COHEN, Ernesto.- "Evaluación de proyectos sociales ", Ed. Siglo XXI, México, 2000.
4. CONAPO "Indicadores socioeconómicos e índice de marginación municipal 2005", <http://www.conapo.gob.mx>
5. DE RUS G., BETANCOR O., CAMPOS J.- "Manual de evaluación económica de proyectos de transporte", Banco Interamericano de Desarrollo Washington, D. C. 2006
6. FONTAINE, E. "Evaluación social de proyectos" Ed. Alfaomega, Bogotá, Colombia 1998
7. NEGI "Banco de Información Económica", <http://www.inegi.gob.mx>
8. INEGI "XII Censo de Población y Vivienda, 2000", <http://www.inegi.gob.mx>
9. I LIONS J. L. "Sur les méthodes numériques en sciences physiques et économiques" Ed. DUNOD, Paris, Francia, 1974
10. SAPAG, N. "Preparación y evaluación de proyectos" Ed. Mc Graw –Hill, México, D.F. 1990
11. ROY B. "Méthodologie multicritère d'aide à la décision" Ed. Economica, Paris, Francia 1985

Anexos

Programa dinámico para sistematizar la integración de matrices de concordancia y discordancia, así como la de grado de dominación de los proyectos y diagrama de Kernel.

La publicación contempla dos programas en ambiente amigable Excel® [Matrices de concordancia y discordancia Buenas Especificaciones.xls](#) y [Matrices de concordancia y discordancia Rural.xls](#)



CIUDAD DE MÉXICO

Av. Nuevo León 210
Col. Hipódromo Condesa
CP 06100, México, D F
Tel +52 (55) 52 653600
Fax +52 (55) 52 653600

SANFANDILA

Carretera Querétaro-Galindo km 12+000
CP 76700, Sanfandila
Pedro Escobedo, Querétaro, México
Tel +52 (442) 216 9777
Fax +52 (442) 216 9671

www.imt.mx
publicaciones@imt.mx