

JOSÉ DE JESÚS SALAZAR CANTÚ*
JOSÉ POLENDO GARZA**
CARLOS GUIDO LÓPEZ DE ARKOS MARTÍNEZ***
JORGE AURELIO IBARRA SALAZAR****

Efectos en tiempo de viaje y seguridad vial generados por la ampliación y modernización de la carretera Saltillo-Zacatecas¹

Effects of Travel Time and Highway Safety Generated by the Expansion and Modernization of the Saltillo-Zacatecas Highway¹

RESUMEN

Mediante el uso de un contrafactual, (Gertler *et al.* 2011), se estiman los efectos en tiempo de viaje y seguridad vial, propiciados por la ampliación y modernización de la carretera Saltillo-Zacatecas. El escenario más probable arroja tasas de retorno social entre 4.6% y 5.48%.

Palabras clave: contrafactual, evaluación, tasa de retorno social.

* Profesor del departamento de economía del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), México jsalazar@itesm.mx

** Profesor en el departamento de economía del ITESM, México, polendo@itesm.mx

*** Analista de mercados industriales en Ternium, Monterrey, México, clopezma@ternium.com.mx

**** Profesor del departamento de economía del ITESM, México, jaibarra@itesm.mx

ABSTRACT

By means of the use of a contrafactual (Gertler, *et al.* 2011), one can estimate the effects of travel time and highway safety propitiated by the expansion and modernization of the Saltillo-Zacatecas highway. The most probable scenario yields social-return rates between 4.6% and 5.48%.

Key words: contrafactual, evaluation, social-return rate

Recibido: 10 de enero / Aceptado: 31 de agosto de 2012

¹ Al tiempo de esta investigación, primer semestre de 2010, ya existían abiertos al tránsito casi 170 kilómetros de la carretera y se construía el último tramo.

Nota: Los autores del presente artículo, desean agradecer al Dr. Francisco García González, coordinador general de la Unidad de Programas y Proyectos Estratégicos y Evaluación de Políticas Públicas del gobierno estatal de Zacatecas (UPPEEPP), por las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación. Igualmente agradecemos al personal de la UPPEEPP por su apoyo y al Ing. Jorge L. González Ramírez, director de planeación, programación y presupuesto de la Junta Estatal de Caminos del gobierno estatal de Zacatecas, por su asesoría.

La evaluación de los proyectos carreteros es sensible al momento en que se lleva a cabo, sus impactos completos se manifiestan de manera diversificada y en el largo plazo preferentemente (Cohen, 2007). La evaluación de posibles efectos sociales coadyuva a justificar de mejor forma las inversiones de este tipo dentro de administraciones públicas que prevén plazos de gestión menores a aquellos en los que podrían observarse los efectos completos.

El mejoramiento de una ruta carretera suele generar efectos económicos en materia de producción, empleo, inversiones, seguridad personal y patrimonial, tiempo de traslado, reducción de accidentes y sus costos asociados, consumo de energéticos, variaciones en los precios de la tierra, entre otros. El presente estudio aborda la evaluación de efectos más estrechamente asociados a los usuarios directos de la carretera, en los renglones de tiempo de traslado y seguridad vial.

Los resultados del escenario más probable arrojan tasas anuales reales de retorno social sobre la inversión de entre 4.614% y 5.481% al considerar los ahorros por reducción del tiempo de viaje y la disminución de accidentes.

El resto del artículo se divide en 5 secciones: 1. Ubica el proyecto bajo estudio, en la planeación federal y estatal. 2. Presenta indicadores de la infraestructura carretera del estado de Zacatecas. 3. Desglosa la metodología. 4. Presenta los resultados y 5. Conclusiones.

UBICACIÓN DEL PROYECTO EN LA PLANEACIÓN PÚBLICA FEDERAL Y ESTATAL

67

El mejoramiento y ampliación de la carretera Saltillo-Zacatecas están alineados con el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, en su eje número 2: Economía Competitiva y Generadora de Empleos; en los apartados 2.9 y 2.10: Desarrollo Regional Integral, y Telecomunicaciones y Transportes, respectivamente. El proyecto es congruente con las cuatro estrategias del Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012 (México. Presidencia de la República, 2007).

El Plan Estatal de Desarrollo 2005-2010 del Gobierno del Estado de Zacatecas fue estructurado en tres objetivos; en el segundo: hacia un desarrollo económico sustentable, se ubica extender y mejorar la red carretera y de vialidades en la entidad (Zacatecas. Gobierno, 2005).

TENDENCIA RECIENTE DE LA INFRAESTRUCTURA CARRETERA EN ZACATECAS

En comparación con otras entidades federativas (IMT, 2005, 2006, 2007 y 2008), Zacatecas presenta una media mayor de kilómetros de carretera por habitante; en contraste, durante el periodo 2004-2008, la longitud de su red carretera aumentó en sólo 75 km., lo cual representa una tasa promedio anual de crecimiento de 0.16%, mientras que para ese mismo periodo la tasa a nivel nacional fue de 0.98%.

ACCIDENTES CARRETEROS EN ZACATECAS

Los accidentes en carreteras federales zacatecanas presentan una tendencia al alza. Durante el 2004 el número de accidentes fue 733, mientras que en el 2007 llegó a 841 (cuadro 1).

De acuerdo a estadísticas del Instituto Mexicano del Transporte (2005, 2006, 2007 y 2008), el costo anual de los accidentes en Zacatecas presenta también una tendencia al alza; de hecho, salvo el año 2006, el costo de los accidentes en miles de dólares ha sido mayor que el promedio nacional (cuadro 1); sin embargo, tanto la tasa anual promedio de crecimiento de los costos por accidente como su tasa anual promedio de crecimiento, aumentaron en el estado de Zacatecas durante el periodo 2004-2007 a un ritmo menor que el promedio nacional e inclusive menor al de la región, la cual comprende las entidades federativas vecinas al estado de Zacatecas (cuadro 2).

68

CUADRO 1

ACCIDENTES Y SUS COSTOS EN CARRETERAS FEDERALES DE MÉXICO Y ZACATECAS.

Año	Número de accidentes en Zacatecas	Costo promedio estatal nacional (miles de dólares)	Costo promedio en Zacatecas (miles de dólares)	Costo promedio por accidente en México (pesos)	Costo promedio por accidente en Zacatecas (pesos)
2004	733	57988	71567	72000	94000
2005	760	72832	74188	73000	94000
2006	816	78092	70235	82000	82000
2007	841	75940	80553	80000	94000

Fuente: elaboración propia con datos de IMT (2005, 2006, 2007, 2008)

CUADRO 2**TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DEL NÚMERO Y COSTO DE ACCIDENTES EN ZACATECAS Y LOS ESTADOS DE LA REGIÓN, 2004-2007.**

Entidad federativa	Tasa de crecimiento accidentes 2004-2007 (%)	Tasa de crecimiento del costo de los accidentes 2004-2007 (%)	Tasa de crecimiento del costo de los accidentes/PIB 2004-2007 (%)
Nayarit	-3.94	-4.77	-8.10
Coahuila	-2.30	0.05	-4.56
San Luis Potosí	3.37	0.35	-4.03
Aguascalientes	3.73	4.02	-0.10
Zacatecas	4.69	6.93	0.77
Nuevo León	9.16	16.32	11.39
Durango	29.34	43.51	38.74
Jalisco	50.71	47.86	43.36
Promedio de la región	11.85	14.28	9.68
Promedio nacional	6.84	9.46	5.89

Fuente: elaboración propia con datos de IMT (2005, 2006, 2007, 2008)

Aunque las cifras del número de accidentes y sus costos, así como el ritmo al que aumentan son a tasas inferiores a las de los promedios regionales y nacionales es importante notar que el problema en el estado de Zacatecas se debe, principalmente a cuatro razones:

1. Zacatecas es la segunda entidad federativa de la región y del país en donde los costos de los accidentes respecto al PIB estatal son más altos (cuadro 3).
2. El número de personas que fallecen a causa de un accidente en Zacatecas es mayor al promedio nacional (cuadro 4).
3. El costo medio por accidente es mayor en Zacatecas que en el país (cuadro 1).
4. Dentro de la región, Zacatecas pertenece al grupo de entidades federativas en donde el número de muertos o lesionados por cada km. de carretera pavimentada ha venido en aumento. Para el año 2007, por cada 3.61 kms. de carreteras pavimentadas, una persona murió o se lesionó debido a un accidente automovilístico (cuadro 5).

CUADRO 3

COSTO DE ACCIDENTES A PIB ESTATAL (%)				
	2004	2005	2006	2007
Aguascalientes	0.25	0.224	0.220	0.221
Coahuila	0.35	0.233	0.288	0.274
Durango	0.25	0.493	0.558	0.673
Jalisco	0.11	0.271	0.304	0.330
Nayarit	1.62	1.457	1.708	1.405
Nuevo León	0.12	0.148	0.153	0.170
San Luis Potosí	0.68	0.705	0.616	0.682
Zacatecas	1.37	1.288	1.260	1.402
Promedio nacional	0.27	0.306	0.336	0.317

Fuente: elaboración propia con datos de IMT (2005, 2006, 2007, 2008)

CUADRO 4

MUERTES Y LESIONADOS A CAUSA DE ACCIDENTES AUTOMOVILÍSTICOS EN CARRETERAS FEDERALES, 2004-2007.					
	2004	2005	2006	2007	Tasa de crecimiento media anual 2004-2007
Muertes en el país	3648	4581	4952	4860	10.03%
Promedio estatal	114	143	155	152	
Lesionados en el país	24504	31172	32682	29758	6.69%
Promedio estatal	766	974	1021	930	
Muertes en Zacatecas	142	149	137	157	3.40%
Lesionados en Zacatecas	850	832	933	1040	6.96%

70

Fuente: elaboración propia con datos de IMT (2005, 2006, 2007, 2008)

CUADRO 5

MUERTOS Y LESIONADOS POR KILÓMETRO DE CARRETERA PAVIMENTADA EN ZACATECAS Y LA REGIÓN, 2004-2007					
	2004	2005	2006	2007	Tasa de crecimiento media anual 2004-2007 (%)
Aguascalientes	0.26	0.28	0.33	0.33	0.08
Coahuila	0.34	0.28	0.27	0.22	-0.13
Durango	0.08	0.16	0.16	0.19	0.32
Jalisco	0.13	0.37	0.37	0.4	0.45
Nayarit	0.51	0.51	0.58	0.35	-0.12
Nuevo León	0.24	0.31	0.31	0.33	0.1
San Luis Potosí	0.27	0.29	0.27	0.29	0.03
Zacatecas	0.25	0.24	0.25	0.28	0.04
Nacional	0.23	0.29	0.31	0.27	0.05

Fuente: elaboración propia con datos de IMT (2005, 2006, 2007, 2008)

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Según (Gkritza, 2006) los efectos de una nueva carretera son muy amplios y de compleja medición; es difícil aislar los efectos de la carretera de otros cambios concomitantes que influyen también en el medio. El siguiente cuadro presenta algunas de las variables monitor más comunes en la literatura del tema.

La mayoría de los trabajos de esta naturaleza miden los efectos económicos en la zona de influencia directa de la carretera y aquellos más directamente vinculados a los usuarios de la misma; esto en virtud del más alto nivel de complejidad y costo para dimensionar los alcances en materia ambiental y de finanzas públicas que, además, generalmente son estimados antes de empezar el proyecto.

La manera en que se han estimado los efectos de programas carreteros comprenden diversas estrategias metodológicas, algunas de corte cualitativo a través de encuestas, estudios de mercado y/o estudios de caso. Otros más cuantitativos, utilizando matrices de insumo-producto que permiten medir efectos multiplicadores multisectoriales, estadística descriptiva, relacional y multivariada y/o modelos econométricos.

Las matrices de insumo-producto no están disponibles para todos los estados de la república ni a nivel municipal o de comunidades menores –localidades y/o áreas geoestadísticas básicas.

71

CUADRO 6

VARIABLES COMUNES EN LA EVALUACIÓN DE EFECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA CARRETERA.

<i>Económicas</i>		<i>Para el gobierno</i>		
Producto		Inversión		
Empleo		Ingresos		
Salarios y distribución		Percepción del votante		
Número de empresas				
Población (migración)		<i>Ambientales</i>		
Inversión privada		Calidad del aire		
Valor de los terrenos		Impacto en flora y fauna		
<i>Para los usuarios directos</i>				
Costo de viaje				
Tiempo de viaje				
Seguridad				

Fuente: elaboración propia con base en Gkritza (2006) y Boarnet (1996).

Los estudios de corte cualitativo han sido aplicados principalmente cuando se dispone de poca información secundaria de desempeño económico y social de la zona de influencia; el trabajo de campo que conllevan suele ser costoso y prolongado. Por su parte, la interpretación de resultados debe ser muy cuidadosa para no caer en ambigüedades o sesgos. Como señala Weiss, (1998), estos estudios han venido ganando reconocimiento y llegan a brindar elementos de juicio que podrían también formar parte de los objetivos buscados por los programas, los que, en ocasiones, difícilmente podrían ser verificados de otra manera; por ello suelen representar un complemento en la evaluación social.

Los estudios cuantitativos tienen la virtud de dar una imagen más concreta de los efectos tangibles. Por otra parte, pueden enfrentar serias limitaciones al considerar efectos redistributivos y dimensionar cambios en calidad de vida y satisfacción experimentados por parte de los afectados, directa o indirectamente, por programas públicos; a ello se han referido Brent (2006) y Jenkins (2002).

En la presente evaluación, una limitación es planteada por la temporalidad. Los programas carreteros suelen implicar importantes inversiones, largos periodos de construcción y efectos que en algunos casos pueden llegar luego de periodos mayores a diez años, tal como lo señala Gkritza (2006) al citar el trabajo de Baird (2005); este último que muestra resultados obtenidos por Chandra y Thompson, (2000).

ESTRATEGIA METODOLÓGICA AD-HOC

72

El presente análisis se limita a los aspectos relativos a efectos en tiempo de viaje y seguridad vial.

En lo referente al efecto en índices de producción y empleo, en el poco tiempo transcurrido en el cual la carretera se ha estado ampliando, no se cuenta aún con información oficial suficiente para realizar un estudio causal, por lo que este aspecto podría evaluarse en análisis futuros.

El diseño del estudio es *cuasi* experimental.² En este sentido, es replicable de manera *expost* y plantea el uso de un “contrafactual”, en este caso, repre-

² Se sigue el diseño 10 en el sentido de Campbell y Stanley (1970: 32), quienes ubican como *cuasi* experimental la comparación con grupos ya existentes, de equivalencia no asegurada. Estos autores le dan el nombre de grupo de control, sinónimo usual de contrafactual. También se ubicaría como *cuasi* experimental de acuerdo a lo establecido por Langbein y Felbinger (2006), quienes incluyen dentro de esta clasificación de diseño metodológico la evaluación de programas que cuentan con información en corte transversal y son comparados con contrafactuales.

sentado por la carretera entre San Luis Potosí y Matehuala; esta última de gran semejanza, pero que fue construida antes que la carretera bajo estudio. En este sentido se aproximarán los efectos que podrían resultar de la ampliación de la carretera Saltillo-Zacatecas, en el caso de que siguiera pautas similares a las ya mostradas por la carretera en comparación. Gertler *et al.* (2011:230) establecen: “El contrafactual es un estimado del resultado (Y) que se habría dado para el participante de un programa en la ausencia del programa (P). Por definición el contrafactual no puede ser observado. Así, éste debe ser estimado usando grupos de comparación”. En nuestro caso, el cambio entre el estado anterior de la carretera y el que se dará con la inversión realizada, suponemos que sigue una pauta similar a lo ya observado en una carretera clon a la de este estudio, misma que viene a considerarse en este análisis como el grupo de comparación y que permite aproximar el contrafactual. Esta consideración implica también suponer que antes de la modernización y ampliación, ambas carreteras contaban con atributos muy semejantes. Los efectos a medir son:

1. Tiempo de viaje: cambio en el tiempo promedio de traslado y su valoración económica.
2. Seguridad vial: número de accidentes y valoración económica de lesiones, muertes -medida según Ashenfelter (2006)- y daños materiales.

Diferentes autores han empleado una estrategia metodológica semejante a la que se siguió en el presente estudio, entre ellos Singru (2007) al estimar los resultados socioeconómicos de carreteras en la India; igualmente Funderburg *et al.* (2010) quienes aplican un modelo de crecimiento regional de ajuste rezagado y un diseño *cuasi* experimental para estudiar la relación entre la inversión en nuevas carreteras y el cambio en el uso de suelo en tres condados del estado de California, en los Estados Unidos de Norteamérica. Al igual que en el presente estudio, otras evaluaciones de impacto aplicadas a proyectos y programas de infraestructura en general, y de caminos rurales y carreteras en particular, utilizan métodos *cuasi* experimentales; Estache (2010) hace una extensa revisión y el estudio de Walle (2008) presenta un análisis de las dimensiones técnicas de la evaluación de impacto de caminos rurales aplicando técnicas *cuasi* experimentales.

En cuanto al uso de contrafactuales en la evaluación de proyectos carreteros, Sengupta, Coondoo y Rout (2007) emplean un enfoque de comparación

entre grupos de distintos beneficiarios en su estudio de valoración de las casas de residentes cercanos y lejanos de una carretera en la India. Kim y Hewings (2009) utilizan un modelo de equilibrio general computable y una aproximación contrafactual para estimar los efectos relativos a la implantación de una red carretera en el área metropolitana de Kwangju, Corea del Sur.

El enfoque de contrafactual para evaluar proyectos carreteros ha sido también aplicado en diversas formas en otros estudios, Datta (2012) analiza los efectos de la mejora en calidad y ancho del sistema carretero que conecta cuatro ciudades importantes de la India, sobre las decisiones de inventarios y proveedores de las empresas en ese complejo. Mu y Walle (2011) miden el impacto diferenciado que tiene la rehabilitación de caminos rurales de Vietnam sobre el desarrollo de mercados. A través de técnicas de *matching* realizan la selección de las comunidades para hacer la comparación. Simoes y Almeida (2004) diseñan un contrafactual para determinar la influencia de la expansión de la carretera Fernao Dias en el sistema económico del estado de Minas Gerais en Brasil. Escobal y Ponce (2002) evalúan el impacto de la rehabilitación de caminos rurales en Perú sobre indicadores de bienestar de las familias, tales como el ingreso y el consumo. Finalmente, Chandra y Thompson (2000) examinan la relación entre el gasto en infraestructura carretera y la actividad económica de los condados de los Estados Unidos de Norteamérica.

74 **LOS DATOS**

Todos los datos provienen de las siguientes fuentes oficiales: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Banco de México, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte y oficinas del gobierno de Zacatecas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tiempo de viaje

La ampliación de la carretera bajo estudio permitió el cambio de los límites máximos permitidos de velocidad de 80 Kms/hr. a 110 Kms/hr.; ello plantea la posibilidad de realizar un viaje en menos tiempo. En términos de los aforos vehiculares y de tres escenarios, según ocupantes promedio por vehículo –esti-

mados ambos a partir de las estadísticas de la SCT (2005, 2006, 2007, 2008)–, se obtuvieron las horas totales ahorradas al año que aparecen en el cuadro 7.

Con la intención de obtener una valoración económica del tiempo de viaje ahorrado, se calculó el ingreso por trabajo remunerado por hora, promedio ponderado según probabilidad de viaje –por receptor por decil de ingreso a nivel nacional– y con información de la Encuesta de Ingresos y Gastos de los Hogares 2008 (cuadros 5.3 y 6.2 de dicha encuesta) (INEGI, 2009). El resultado de esta estimación arrojó un total de \$26.92 por hora en cifras de noviembre del 2008.⁶ La selección de este indicador obedece al propósito de establecer con mayor precisión una valoración del tiempo del usuario promedio de las carreteras en el país. Una vez que se cuenta con el total de horas ahorradas al año para cada uno de los tres escenarios y con el valor promedio de cada hora, es posible calcular el valor monetario anual que puede significar el uso de la carretera Saltillo-Zacatecas. Este cálculo aparece en el cuadro 7. Como se puede observar, los montos oscilan entre un mínimo de poco más de 130 millones de pesos, hasta un máximo ligeramente superior a los 353 millones de pesos de marzo de 2010.

CUADRO 7

HORAS DE VIAJE AHORRADAS POR AÑO Y SU VALOR MONETARIO

Escenario	Ocupantes promedio por vehículo (a)	Horas ahorradas totales diarias	Horas ahorradas totales al año (b)	Valor promedio de una hora (pesos de marzo de 2010) (c)	Valor monetario anual por ahorro en horas de viaje (pesos de marzo de 2010)
Mínimo	1.96	12408	4528895	28.747868	130196075
Promedio	4.64	29374	10721466	28.747868	308219290
Máximo	5.32	33679	12292715	28.747968	353389348

(a) Ver anexo 1.

(b) Ver anexo 2.

(c) Ver anexo 3.

⁶ En el anexo 3 se describe el procedimiento seguido para la realización de este cálculo.

Seguridad vial

Bajo este concepto se consideraron tres elementos de valoración económica: costo evitado por lesiones; valor de las vidas salvadas; costo evitado en daños materiales. A diferencia del procedimiento aplicado para el cálculo del ahorro monetario por el tiempo ahorrado de viaje, donde se contó con información histórica de aforos vehiculares por tramo de la carretera evaluada, en el asunto de seguridad vial la información sobre el número de accidentes, víctimas fatales de los mismos y número de lesionados, así como daños materiales, es limitada y corresponde a dos momentos en el tiempo, 2004 y 2007, lo cual no permite aproximar una tendencia confiable para hacer los cálculos. Lo anterior obligó a establecer una estrategia de cálculo basada en la consideración de un contrafactual; es decir, un objeto de estudio que sin ser el directamente evaluado, cuenta con características muy similares a éste y, en este caso, con una cantidad de información histórica que permite hacer inferencia estadística.

76 Al buscar carreteras similares encontramos que la vía que une San Luis Potosí y Matehuala –carretera federal número 57– reúne algunos elementos que la hacen un aceptable contrafactual. Entre ellos destacan: cercanía geográfica; autopista libre que se amplió de 2 a 4 carriles; con largos tramos rectos; una longitud similar en zona semidesértica; con muy pocos y pequeños poblados intermedios; con un perfil de actividad económica semejante; con trayectoria norte–sur y una serie suficiente de información histórica –referida a accidentes, lesionados y muertes– posterior a su fecha de apertura una vez terminados los trabajos de modernización y ampliación de la misma. El cuadro 8 resume la valoración de efectos en seguridad vial, cada uno de los cuales se explica enseguida.

Vidas salvadas y su valoración económica

Siguiendo lo sucedido en el contrafactual y como se observa en el cuadro 8, el número de vidas salvadas, atribuible a la ampliación y modernización de la carretera, es de 11 vidas por año. Como ya se ha señalado, este número es estimado al considerar un escenario en el cual la carretera haya sido terminada. Salvar una vida puede ser suficiente justificación para la acción pública. Por su parte, la estimación del valor económico de esta vida viene a complementar la valoración integral de dicha acción y permite, al mismo tiempo, comparar el beneficio esperado de la misma con la inversión realizada en su

consecución. Partiendo del número de vidas salvadas, se procedió a estimar su valor económico a través de dos vías; en la primera se aplicó el criterio empleado por la propia SCT (2007), el cual considera un valor de 400 mil dólares por vida; éste se transformó a pesos empleando un tipo de cambio de \$12.57 por dólar, prevaleciente al momento de las estimaciones—tipo de cambio Fix promedio de marzo 2010, Banco de México. Esta operación arrojó un monto de \$5 millones 28 mil por vida y al multiplicar por 11: \$53 millones 308 mil equivalente al valor económico de las vidas salvadas en el año. Para el caso consideramos una vida útil de la inversión de 10 años,⁷ lo que lleva el valor presente de esta valoración económica de vidas salvadas a un total de \$553 millones 80 mil.

La segunda vía se basó en la valoración económica que estima los ingresos por trabajo en un horizonte esperado de vida laboral. Dada la edad promedio —35 años— de los fallecidos en accidentes carreteros en México, se estimó una vida laboral restante de 30 años. Por su parte, con base en el perfil del viajero mexicano, se calculó el valor de una hora de trabajo promedio de dicho grupo (El procedimiento puede consultarse en el anexo 3). Considerando un valor real constante del ingreso por hora laboral, se estimó el valor de una vida en \$2 millones 325 mil 888 y para el grupo a 10 años ello significaría un total de \$255 millones 847 mil 680, que representa poco menos de la mitad que con el método anterior.

Número de lesiones evitadas y su valoración económica

77

Para el caso de lesiones, se utilizó únicamente el criterio de valor promedio por lesión del IMT(2008), el cual establece un valor de 1 1000 dólares. En este caso la información disponible no permite conocer en detalle las lesiones causadas en los accidentes carreteros, lo que permitiría también hacer valoraciones en cuanto a su implicación laboral, basadas en este caso, por ejemplo, en la tabla de valuación de incapacidades que aparece en el artículo 514 de la Ley Federal del Trabajo (México. Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 2008).

Al igual que en el caso de las vidas salvadas, se hace la estimación considerando la carretera terminada y un comportamiento igual al del contrafactual carretera San Luis Potosí – Matehuala.

⁷ Se considera que la inversión realizada tiene una vida útil, bajo mantenimiento menor, de diez años, luego de los cuales deben considerarse nuevas inversiones mayores.

Para calcular el valor monetario de las lesiones evitadas se multiplicó el monto de 11 000 dólares por 67, que es el número esperado de lesiones evitadas por año, y por diez, que representa el cálculo a lo largo de la vida útil de la inversión carretera realizada. Al producto de esta multiplicación se aplica el tipo de cambio de \$12.57 y se obtiene el total de \$255 847 680, datos que aparecen en el cuadro 8.

Daños materiales evitados y su valoración económica

El tercer elemento del cálculo referente al rubro de seguridad vial es el de la valoración económica de los daños materiales evitados. En este sentido, la información disponible nos permitió observar que en 2007 se registraron, a nivel nacional, 29 640 accidentes, con un costo total de \$1 495 millones 700 mil pesos. De esta información se dedujo que el costo promedio por accidente carretero fue de \$50 462, que al ser actualizado a marzo de 2010 alcanza un valor de \$57 012.

La comparación con la carretera de San Luis Potosí a Matehuala permitió considerar una reducción de 41 accidentes al año, mismos que al ser multiplicados por el valor esperado por accidente, nos lleva a un total de \$2 337 500 como costo total anual por daños materiales en accidentes evitados. Finalmente, al considerar un horizonte de vida útil de la carretera, equivalente a

78 CUADRO 8

VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS EFECTOS PRODUCIDOS POR LA AMPLIACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SALTILLO-ZACATECAS, EN EL RUBRO DE SEGURIDAD.

Ahorro por valoración económica	Eventos evitados ¹	Valor Promedio (pesos de marzo de 2010)	Ahorro al año (pesos de marzo de 2010)	Ahorro durante vida útil, 10 años. (pesos de marzo de 2010)
Vidas salvadas ²	11	5,028,000	55,308,000	553,080,000
Vidas salvadas ³	11	2,325,888	25,584,768	255,847,680
Lesiones evitadas	67	138,270	9,264,090	92,640,900
Daños materiales evitados	41	57,012	2,337,500	23,375,004
			TOTAL ²	669,095,904
			TOTAL ³	371,863,584

¹ Ver en anexo 4 el procedimiento de su cálculo.

² Valoración promedio de una vida tomado el criterio considerado en el Anuario Estadístico de los Accidentes en Carreteras Federales 2007 (IMT, 2007), transformado a pesos actuales multiplicado por el tipo de cambio actual.

³ Valoración promedio de una vida, estimado mediante el ingreso por trabajo por hora estimado según el procedimiento del anexo 3 y considerando: la edad promedio de las personas fallecidas en accidentes carreteros (35 años de edad); un ingreso real constante y una expectativa de vida laboral que termina a los 65 años de edad.

diez años, llegamos al valor estimado total para este periodo igual a 23 millones 375 mil con cuatro pesos. Como puede observarse en el cuadro 8, este elemento es el de menor cuantía, dentro del rubro de seguridad vial.

En resumen, el valor económico total del rubro de seguridad vial resultó en dos valores, mismos que van desde poco más de 370 millones de pesos, hasta casi los 670 millones. Cabe recordar que la diferencia entre estas dos cifras corresponde a la estimación del valor de una vida, el cual fue determinado siguiendo dos enfoques diferentes –el criterio tomado de IMT (2008) y el que parte de la valoración de ingreso por trabajo.

Valoración económica de efectos sociales y su tasa de retorno

La valoración económica de los efectos derivados de la ampliación y modernización de la carretera de Saltillo a Zacatecas comprendió dos grandes conceptos: el valor del tiempo ahorrado de viaje y el valor en aspectos relacionados con la seguridad vial del mismo. A continuación se presenta un resumen del valor agregado obtenido a través de la medición del conjunto de elementos.

El cuadro 9 muestra los valores que puede tomar el estimado del total de efectos producidos por la carretera en términos de los costos evitados en tiempo de viaje y seguridad vial. Va desde un mínimo de poco más de 1673 millones de pesos, hasta un máximo de casi de 4203 millones de pesos. Al comparar estos valores con el monto de inversión total de 2 200 millones de pesos –1600 en el tramo Villa de Cos al límite de los estados de Coahuila y Zacatecas y 600 en el segmento Morelos a Villa de Cos–, según el Informe del Resultado de la Fiscalización Superior de la Cuenta Pública 2009 realizada en el pro-

79

CUADRO 9

RESUMEN DE COSTOS EVITADOS POR LA AMPLIACIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA CARRETERA SALTILLO-ZACATECAS

Escenario de reducción de tiempo	Bajo el método de valoración de una vida, según el criterio de IMT (2008). Pesos marzo 2010	Bajo el método de valoración de una vida, según el criterio de ingresos laborales. Pesos marzo 2010
Mínimo	1,971,056,656	1,673,824,336
Promedio	3,751,288,800	3,454,056,480
Máximo	4,202,989,388	3,905,757,068

yecto, en cuatro de los seis escenarios la tasa de retorno social de este proyecto sería positiva y en dos negativa; estos últimos que corresponden al caso de mínima reducción estimable en el tiempo de viaje. En el escenario más probable, que sería el de una reducción promedio en el tiempo de viaje, la tasa de retorno social para el periodo de diez años estaría entre 57% y 70.51%. En el escenario de mayor ahorro de tiempo, la tasa podría alcanzar niveles entre 77.5% y 91%. Podría también decirse que, considerando una tasa anual capitalizable, el rendimiento social real anual se ubicaría en estos cuatro escenarios entre 4.614% y 6.685%, por encima de tasas de rendimiento en instrumentos financieros de poco riesgo y que se viene situando muy cercana a cero en los últimos años. Así, el endeudamiento del gobierno a una tasa de CETES resultaría justificable y con retornos mayores en términos reales. Por su parte, comparado con otras inversiones carreteras, aun las tasas positivas aquí encontradas lucen pequeñas. En este sentido, el Centro para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP, 2004), administrado por el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (Banobras), en sus evaluaciones de proyectos carreteros previas a la inversión, recomienda tasas de rentabilidad inmediata por arriba de 18% y el Banco Mundial de 12%.

80 Finalmente, cabe recordar que este cálculo ha dejado fuera algunos otros conceptos que también suelen considerarse como efectos de proyectos carreteros, los cuales han sido analizados en la sección de metodología y expuestos en el cuadro 6. Así, podría decirse que esta estimación representa un nivel de efectos parciales que puede ser complementada con el resto de los efectos una vez que se termine el proyecto y que se dé la temporalidad necesaria en operación de la propia carretera, que en la literatura se considera de al menos diez años.

CONCLUSIONES

El objetivo del presente estudio ha sido evaluar los efectos en tiempo de viaje y seguridad vial de la inversión en la ampliación y modernización de la carretera que va del municipio de Saltillo al de Zacatecas en México.

El proyecto se ha dado en congruencia con los planes y programas federales y estatales de desarrollo y en concordancia con los objetivos del Plan Nacional de Infraestructura.

El estado de Zacatecas exhibe una dotación de infraestructura carretera relativamente grande. No obstante, en los últimos años sus cifras de accidentes y el costo de los mismos han venido en aumento.

La evaluación de efectos de la construcción de una carretera tradicionalmente prevé que la misma ya haya sido terminada y tenga en operación un período suficiente para poder hacer mediciones más confiables, el lapso se considera de diez años. Condición que no se dio en el presente estudio, por ello las estimaciones correspondieron sólo a algunos de los aspectos que típicamente se estiman: ahorro en tiempo de viaje y en costos por accidentes, dejando fuera del análisis el impacto ambiental, el efecto en producción y empleo, y el análisis de los resultados en las finanzas públicas que podrían realizarse en estudios posteriores.

De acuerdo con los resultados más importantes, se estimó que los usuarios de la carretera ahorrarían entre un mínimo de 4 528 895 y un máximo de 12 295 715 horas al año, producto de la modernización y ampliación de dos a cuatro carriles. La conversión de estas horas a pesos ahorrados, según el valor laboral del tiempo, llevaría a un rango de entre \$130 196 075 y \$353 389 348 anuales a valores de marzo de 2010.

En lo tocante a seguridad vial, la información disponible para la carretera bajo estudio no era suficiente para hacer inferencia estadística, de ahí que se decidió emplear información referente al cambio en cifras de seguridad vial registradas en una carretera de condiciones muy similares –en este caso la que va de San Luis Potosí a Matehuala– ello permitió estimar una reducción de 11 muertos, 67 lesionados y 41 accidentes por año. La valoración económica de las vidas salvadas, las lesiones y accidentes evitados, significó montos económicos de entre \$37 186 358 y \$66 909 590 anuales. El rango de valores depende principalmente de la forma de valoración de la vida de aquellos que mueren en viaje carretero, misma que en este caso se hizo con base en dos aproximaciones: la más alta corresponde al valor estimado por IMT (2008) y el más bajo calculado con respecto al valor presente de los ingresos laborales que pudiera alcanzar el individuo en el resto de su vida.

Al agregar ambos rubros y proyectarlos a diez años –lapso considerado en esta investigación como la duración de la vida útil de la carretera según la inversión realizada– se generan seis escenarios posibles de monto total de ahorro para los usuarios directos. Este monto va desde un mínimo de \$1 673 824 336 hasta un máximo de \$4 202 989 388.

Al comparar las cifras anteriores con el monto invertido por los gobiernos, los dos escenarios correspondientes a la menor valoración social llevarían a tasas negativas de retorno; en los cuatro escenarios restantes; dos que serían los más probables y los dos que llevarían a mayores efectos, las tasas de retor-

no social anual real irían desde 4.614% hasta 6.685%. La práctica de evaluar los efectos sociales de inversiones carreteras en México es aún incipiente. El CEPEP (2004, 2009) realiza una tarea muy importante y profesional en este sentido, sobre todo en lo referente a estudios previos a la inversión. Los estudios posteriores a la inversión son más escasos aún; el presente análisis trata de aportar en esta última vertiente partiendo de un contrafactual.

Estas estimaciones deben considerarse aún parciales ya que, como se ha indicado en el análisis, no incluyen los efectos completos—que podrían darse en el mediano y largo plazos— correspondientes a revaloración de los predios cercanos a la carretera e incrementos en la actividad productiva y el empleo, entre las más importantes; estimaciones que quedan como tema de futuras evaluaciones cuando la carretera haya tenido un mayor tiempo de uso. De esta manera se dispondrá de las cifras conducentes para la medición integral en un marco más completo de los efectos teóricos de un proyecto carretero como este.

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, Eduardo Simões de (2004), “Duplication of the Fernao Dias highway: a general equilibrium analysis”, en *Revista Economía*, vol. 5, núm. 3, pp. 311-340.
- Ashenfelter, Orley (2006), *Measuring the value of a statistical life: problems and prospects*, working paper núm. 11916, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. Consultado el 12 de septiembre de 2009, en: <http://www.nber.org/papers/w11916>.
- Boarnet, Marlon (1997), *The direct and indirect economic effects of transportation infrastructure*, working paper núm. 340, Irvine, CA: University of California at Irvine. Department of Urban and Regional Planning and Institute for Transportation Studies. Consultado el 23 de agosto de 2009 en: http://uctc.net/research/facultypapers_2000_1996.shtml#1997.
- Brent, Robert (2006), *Applied cost-benefit analysis*, Northampton, MA: Edward Elgar.
- Campbell, Donald y Julian Stanley (1970), *Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social*: Buenos Aires: Amorrortu.
- Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, (CEPEP) (2004), *Guía general para la preparación y presentación de estudios de evaluación socioeconómica de proyectos carreteros*, México: CEPEP. Consultado el 22 de septiembre de 2009 en: http://www.cepep.gob.mx/documentos/guias/1guia_proyectos_carreteros.doc.
- Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, (CEPEP) (2009), *Metodología de evaluación para caminos rurales*, México: CEPEP. Consultado el 22 de septiembre de 2009, en: <http://www.cepep.gob.mx/materiales.html>
- Chandra, Amitabh y Eric Thompson (2000), “Does public infrastructure affect economic activity? Evidence from the rural interstate highway system”, en *Regional Science and Urban Economics*, vol. 30, núm. 4, pp. 457-490, New York: Elsevier .
- Cohen, Jeffrey (2007), *Economic benefits of investment in transport infrastructure*, Discussion Paper 2007-13, Paris: OECD and International Transport Forum. Consultado el 14 septiembre de 2009 en: <http://www.internationaltransportforum.org/jtrc/DiscussionPapers/DiscussionPaper13.pdf>.

- Datta, Saugato (2012), “The impact of improved highways on Indian firms”, en *Journal of Development Economics*, vol. 99, núm. 1, pp. 46-57, New York: Elsevier.
- Escobal, Javier y Carmen Ponce (2002), *The benefits of rural roads: enhancing income opportunities for the rural poor*, working paper 40, Lima, Perú: Grupo de Análisis para el Desarrollo.
- Estache, Antonio (2010), *A survey of impact evaluation of infrastructure projects, programs and policies*, discussion paper 16, Brussels, Belgium: ECARES Université Libre de Bruxelles.
- Funderburg, Richard, Hillary Nixon, Marlon Boarnet y Gavin Ferguson (2010), “New highways and land use change: results from a quasi-experimental research design”, en *Transportation research part a: policy and practice*, vol. 44, núm. 2, pp. 76-98, New York: Elsevier.
- Gertler, Paul, Sebastian Martinez, Patrick Premand, Laura Rawlings y Christel Vermeersch (2011), *Impact evaluation in practice*, Washington, DC: The World Bank.
- Gkritza, Konstantina (2006), *Economic development effects of highway investment*, tesis doctoral, West Lafayette, IN: Purdue University. Graduate School.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (2005), *Anuario estadístico 2004 de accidentes en las carreteras federales de México*, México: IMT. Consultado el 10 de octubre de 2009, en: <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt34.pdf>.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (2006), *Anuario estadístico 2005 de accidentes en las carreteras federales de México*, México: IMT. Consultado el 10 de octubre de 2009, en: <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt36.pdf>.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (2007), *Anuario estadístico 2006 de accidentes en las carreteras federales de México*, México: IMT. Consultado el 10 de octubre de 2009, en: <http://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt38.pdf>.
- Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (2008), *Anuario estadístico 2007 de accidentes en las carreteras federales de México*, México: IMT. Consultado el 10 de octubre de 2009, en: [http://207.248.177.30/mir/uploadtests/19220.66.59.3.Anuario%20Estad%20C3%ADstico%20de%20Carreteras%20\(IMT\).pdf](http://207.248.177.30/mir/uploadtests/19220.66.59.3.Anuario%20Estad%20C3%ADstico%20de%20Carreteras%20(IMT).pdf).
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2009), *Encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares 2008*, México: INEGI.
- Jenkins, Glenn (2002), “Stakeholder impacts”, en Arnold Harberger Glenn Jenkins (Eds.), *Cost-benefit analysis*, pp. 665-674, UK: Edward Elgar.
- Kim, Euijune y Geoffrey J. D. Hewings (2009), «An application of an integrated transport network-multiregional CGE model to the calibration of synergy effects of highway investments», en *Economic Systems Research*, vol. 21, núm. 4, pp. 377-397, London: Taylor & Francis.
- Langbein, Laura y Claire Felbinger (2006), *Public program evaluation: a statistical guide*, New York: M. E. Sharpe.
- México. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2008), *Ley federal del trabajo*, México: ISEF.
- México. Presidencia de la República (2007), *Programa nacional de infraestructura 2007-2012*, México: Presidencia de la República. Consultado el 4 de octubre de 2012, en: <http://www.infraestructura.gob.mx/pdf/ProgramaNacionalInfraestructura2007-2012.pdf>.
- Mu, Ren y Dominique van de Walle, D. (2011), “Rural roads and local market development in Vietnam”, en *Journal of Development Studies*, vol. 47, núm. 5, pp. 709-734, London: Taylor & Francis.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) (2005), *Anuario Estadístico 2004 del sector de comunicaciones y transportes*: SCT. Consultado el 14 de octubre de 2009 en: <http://www.sct.gob.mx/uploads/media/Anuario-2005.pdf>.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) (2006), *Anuario Estadístico 2005 del sector de comunicaciones y transportes*: SCT. Consultado el 14 de octubre de 2009 en: <http://www.sct.gob.mx/uploads/media/Anuario-2005.pdf>.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) (2007), *Anuario Estadístico 2006 del sector de*

- comunicaciones y transportes*: SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) (2008), *Anuario estadístico 2007 del sector de comunicaciones y transportes*, México: SCT.
- Sengupta, Ramprasad, Dipankor Coondoo y Bhisma Rourt (2007), "Impact of a highway on the socio-economic well-being of rural households living in proximity", en *Contemporary Issues and Ideas in Social Sciences*, vol. 3, núm. 3, diciembre, pp. 1-62, CISS. Consultado el 10 de septiembre de 2009, en: <http://journal.ciiss.net/index.php/ciiss/article/view/47/41>.
- Singru, Narendra (2007), *Socioeconomic effects of road improvements*, Manila: Asian Development Bank. Operations Evaluation Department.
- Walle, Dominique van de (2008), *Impact evaluation of rural road projects*, Washington, DC: The World Bank. Consultado el 20 de agosto de 2012, en: http://siteresources.worldbank.org/INTISPMA/Resources/383704-1146752240884/Doing_ie_series_12.pdf.
- Weiss, Carol H. (1998), *Evaluation*. New Jersey: Prentice Hall.
- Zacatecas. Gobierno (2005), Plan estatal de desarrollo 2005-2010 del estado de Zacatecas, Zacatecas: Gobierno del Estado de Zacatecas.

ANEXOS

ANEXO 1

CÁLCULO DEL PROMEDIO DE OCUPANTES POR VEHÍCULO

Paso 1

Cálculo de la participación de cada uno de los tipos de vehículos (PV_i) en los tramos carreteros correspondientes.

Se obtiene al dividir el total de vehículos del tipo «i» que transitan en el tramo carretero correspondiente sobre el total de vehículos que transitan por el mismo.

Paso 2

Construcción de tres escenarios –mínimo, medio y máximo– de pasajeros promedio por vehículo.

Para cada uno de los escenarios se determinó el número de pasajeros promedio por tipo de vehículo (PPV) más probable, de acuerdo a observación y experiencia de los coautores del estudio y comentarios con personal de transporte de pasajeros.

Paso 3

Cálculo del promedio de ocupantes por vehículo, por tipo de escenario.

Empleando los valores identificados en paso 1 y 2, el promedio de ocupantes por vehículo por tipo de escenario se obtiene de la sumatoria para cada escenario ($PV \cdot PPV$).

Escenario	Autos	Autobús	Tráiler (Carga)	Promedio de Ocupantes por Vehículo
	80%	4%	16%	
Mínimo	2	5	1	1.96
Promedio	4.5	20	1.5	4.64
Máximo	5	25	2	5.32

ANEXO 2**CÁLCULO DE LAS HORAS AHORRADAS TOTALES Y SU VALORACIÓN ECONÓMICA.***Paso 1*

Cálculo de minutos ahorrados por vehículo por tramo carretero (MAV).

Se obtiene al multiplicar la longitud del tramo carretero correspondiente por el ahorro generado por el diferencial de 30km/h, el cual representa el cambio de velocidad máxima de 80km/h en la de dos carriles a 110km/h en la de 4.

Paso 2

Cálculo del aforo diario promedio por tramo carretero (ADP).

Se obtiene al pronosticar el aforo diario promedio por tramo carretero mediante métodos distintos de suavización exponencial (Simple, Doble, Holt-Winters sin estacionalidad, Hol-Winters aditivo y Holt-Winters multiplicativo). El criterio de selección utilizado para elegir el mejor pronóstico fue el criterio de Shwarz. El pronóstico se hace con base en la información histórica de aforos de la SCT para los tramos carreteros en los que se divide la carretera bajo estudio.

Paso 3

Cálculo de minutos ahorrados por aforo vehicular por tramo carretero (MAAV).

Empleando los valores calculados en paso 1 y paso 2, los minutos ahorrados totales por tramo carretero se obtienen de la multiplicación de (MAV*ADP)

Paso 4

Cálculo de horas ahorradas por aforo vehicular por tramo carretero (HAAV).

Para convertir los minutos ahorrados totales por tramo carretero en horas ahorradas, se dividió MAAV entre 60.

Cálculo de horas ahorradas en la carretera Zacatecas-Salttillo (HA).

Paso 5

Cálculo de horas ahorradas en la carretera Zacatecas-Salttillo (HA).

Se obtiene mediante la sumatoria de HAAV para todos los tramos que integran la carretera Zacatecas-Salttillo.

Se obtiene mediante la sumatoria de HAAV para todos los tramos que integran la carretera Zacatecas-Salttillo.

Paso 6

Cálculo de las horas ahorradas totales diarias y al año.

Se obtiene al multiplicar las HA por los ocupantes promedio por vehículo por tipo de escenario –mínimo, promedio, máximo. El resultado se multiplica por 365 para obtener las horas ahorradas en forma anual.

Tramo Carretero	Minutos ahorrados por vehículo por tramo	Aforo diario prom. 2010	Minutos ahorrados por total de aforo vehicular	Horas ahorradas por total de aforo vehicular
Santa Mónica	2.25	5 706	12 839	214
Villa de Cos	11.03	4 769	52 577	876
Sierra Vieja	17.49	3 862	67 539	1 126
Majoma	29.56	4 010	118 521	1 975
San Tiburcio	37.90	3 387	128 360	2 139
Horas ahorradas diarias				6 331

Paso 7

Escenario	Ocupantes promedio por vehículo ^a	Horas ahorradas totales diarias	Horas totales ahorradas al año	Valor promedio de una hora ^b pesos de nov. de 2008	Valor monetario anual por ahorro en horas pesos de nov. de 2008
Mínimo	1.96	12 408	4 528 895	26.92	121 917 853
Promedio	4.64	29 374	10 721 466	26.92	288 621 865
Máximo	5.32	33 679	12 292 715	26.92	330 919 888

a. Ver anexo 1

b. Ver anexo 3

Cálculo del valor monetario anual por ahorro en horas de viaje.

Se obtiene al multiplicar HA *Zac-Sal* por el valor económico promedio de cada hora, el cual fue obtenido de acuerdo al procedimiento del anexo 3.

ANEXO 3**PROCEDIMIENTO EMPLEADO EN EL CÁLCULO DEL INGRESO POR TRABAJO, POR HORA PROMEDIO PONDERADO, SEGÚN PROBABILIDAD DE VIAJE POR PERCEPTOR A NIVEL NACIONAL.***Paso 1*

Cálculo del ingreso por trabajo, promedio aritmético mensual por perceptor por decil (IPm).

Se obtiene dividiendo el ingreso trimestral total por trabajo, entre el número de perceptores de ingreso por trabajo por decil; luego se divide entre 3 para hacerlo mensual.

Paso 2

Cálculo de la probabilidad de viaje (Pv).

Se aproxima para cada decil, según la proporción de su gasto en el rubro de paquetes turísticos y para fiestas, hospedaje y alojamiento, que es el rubro de la ENIGH más cercano al gasto de viajes.

Paso 3

Cálculo del ingreso por trabajo, promedio ponderado según probabilidad de viaje mensual por perceptor a nivel nacional (IPmp).

Empleando los valores calculados en 1 y 2, el IPmp se obtiene de la sumatoria para todo decil del 1 al 10 de $(IPm * Pv)$.

Paso 4

Cálculo del ingreso por trabajo por hora promedio ponderado según probabilidad de viaje, por perceptor a nivel nacional (IPmp).

Para transformar el valor mensual obtenido en 3 al valor por hora, se divide IPmp entre 30 y luego entre 8.

ANEXO 4**ESTIMACIÓN DE EVENTOS EVITADOS***Paso 1*

Se obtiene la proporción de muertos respecto al tránsito anual promedio. (PMtap) Tanto para el tramo carretero de Entronque Morelos-Salttillo como para el tramo carretero de San Luis Potosí-Matehuala, se calcula la proporción de muertes respecto al tránsito anual promedio mediante la división del total de muertes al año entre el número promedio de tránsito anual.

Paso 2

Se calcula el número de muertes anuales mediante la proporción de muertos respecto al tránsito anual promedio del tramo Entronque Morelos-Salttillo –objeto de evaluación y del tramo San Luis Potosí-Matehuala –contrafactual.

Se obtiene mediante la multiplicación del número promedio anual de vehículos que transitan por el tramo de la carretera del Entronque Morelos-Salttillo por la PMtap tanto del tramo del entronque Morelos-Matehuala, como del tramo SLP-Matehuala.

Paso 3.

Se calcula el número de muertes evitadas.

El número de muertes evitadas se obtiene mediante la sustracción del cálculo del número de muertes estimadas mediante la PMtap del tramo Entronque Morelos-Salttillo, menos el número de muertes estimadas mediante la PMtap del tramo SLP-Matehuala.

Nota:

El procedimiento previamente descrito se aplica también para las variables de lesionados y de daños materiales.