

Análisis económico de los costos de accidentes viales*

Apuntes de Clase. Por Luis Ignacio Rizzi.

1 Estimación de los costes de accidentes viales (PUC- Luis Rizzi)

Los accidentes viales producen daños a la salud y daños a la propiedad privada. En particular, la ocurrencia de víctimas fatales y/o de lesiones severas genera cuantiosas pérdidas de bienestar tanto de manera directa para las víctimas de los accidentes y de manera indirecta para los familiares, amigos cercanos y conocidos de las víctimas en términos de sufrimiento, dolor y potencial desamparo económico para los familiares. Como tales, los costos producidos por los accidentes viales deben ser adecuadamente contabilizados en la evaluación coste-beneficio del uso de infraestructura vial.

Los accidentes viales generan los siguientes costos (Lindberg et al., 1999; Jones Lee y Loomes, 2003):

- Costos por pérdida de bienestar de las víctimas de los accidentes y de los familiares, amigos y conocidos de las víctimas.
- Costos por pérdida de producción neta.
- Costos por tratamiento de lesionados: costos hospitalarios, de rehabilitación;
- Costos de daños a vehículos; Costos de daños materiales a la propiedad pública y privada
- Costos administrativos incurridos por la policía, bomberos, juzgados y compañías de seguro
- Costos de congestión no recurrente ocasionada por los accidentes de viales (suele ser ignorado)

Los costos por pérdida de bienestar se originan por la exposición de las personas a los riesgos de accidentes viales; son de naturaleza *ex ante* por tratarse de costos originados por la simple exposición al riesgo. Se supone que estos costos, además de internalizar los riesgos de daños a la salud y de bienestar emocional de las víctimas, también incluyen los costos económicos que el accidente le genera a la víctima y a sus dependientes. Los costos por pérdida de bienestar también deberían incluir la pérdida de bienestar que los familiares y conocidos de las víctimas. Los costos por pérdida de producción neta representan aquellos costos originados por la pérdida de producción futura que no son adecuadamente internalizados en las decisiones de los conductores. Estos costos están dados por el valor actual de la pérdida de recaudación de ingresos impositivos debida a la ocurrencia de víctimas de gravedad. Básicamente, se trata de impuestos al trabajo que se dejan de recaudar. Para todos los demás rubros de costo, su

* Citar como Rizzi, L.I. (2008) *Análisis económico de los costos de accidentes viales*. Apuntes de clase - curso Externalidades de Transporte. Departamento de Ingeniería de Transporte y Logística. Pontificia Universidad Católica de Chile.

sola categorización es suficientemente autoexplicativa en cuanto a qué tipo de costos comprenden.

Cuando ocurren accidentes con víctimas de gravedad, el costo en término de pérdidas de bienestar cobra la mayor relevancia; en la medida que disminuye la gravedad del accidente, este costo disminuye en términos proporcionales. La tabla siguiente muestra la distribución porcentual del costo total de una víctima fatal y de una víctima grave respectivamente, para datos de Suecia, excluyendo los costos por congestión no recurrente. El componente de pérdida de bienestar individual pasa de un 92% en el caso de una víctima fatal a un 80% en el caso de una víctima grave como porcentaje del total de costos.

Tabla 1. Costo por víctima fatal y grave en calles de Suecia. (1000 ECU)

	Víctimas Fatales		Víctimas Graves	
Disposición al pago	91%	1.484	80%	234
Costos por pérdida de producción neta	7%	111	10%	29
Costos sistema de salud	0%	4	8%	22
Costos daños a la propiedad	1%	24	2%	6
Costos administrativos	0%	7	0%	1
Total		1.630		292

Fuente: Lindberg et al. (1999), pág. 51. Los porcentajes están redondeado al decimal más cercano.

Los costos por tratamiento de lesionados, los costos de daños a vehículos y de daños materiales a la propiedad pública y privada y los costos administrativos incurridos por la policía, bomberos, juzgados y compañías de seguro no presentan mayores complicaciones conceptuales, aunque sus correctos avalúos resultan ser bastante tediosos. Los costos en términos de pérdida de bienestar de las víctimas de los accidentes y de los familiares, amigos y conocidos de las víctimas y los costos por pérdida de producción neta, por el contrario, son de naturaleza más compleja y ameritan un tratamiento detallado, que dejamos para la próxima sección. Por último, los costos por congestión no recurrente presentan la dificultad que su correcta valoración puede requerir el uso de programas computacionales que permitan simular los tiempos de demora incurridos por los automovilistas que circulan por la zona del accidente.

2 Análisis microeconómico de la valoración de las pérdidas de bienestar de las víctimas de los accidentes

Tradicionalmente, las pérdidas de bienestar de las víctimas de los accidentes viales eran calculadas según el valor actual de la producción futura perdida a consecuencia del siniestro vial, método que recibe el nombre de *capital humano*. En el caso de una víctima fatal, se calcula el valor presente de los ingresos futuros de una víctima de edad promedio utilizando fórmulas del tipo siguiente (Freeman, 2003):

$$CH = \sum_{n=0}^N \frac{I_n p_n e_n}{(1+r)^n}$$

donde I_n es el ingreso promedio en el período n ; r , la tasa de descuento; p_n , la probabilidad de estar vivo en el período n , e_n , la probabilidad de estar empleado en el período n y N es el total de años laborales que una víctima fatal de edad promedio tendría por delante¹. A este valor se le solía agregar un extra para considerar el dolor y sufrimiento al que están expuestos los familiares y conocidos de las víctimas.

El valor del *capital humano* es un concepto basado en criterios de contabilidad nacional, que no contempla en absoluto las preferencias individuales por una mejor seguridad vial. Tampoco discrimina entre distintos tipos de riesgos: la única diferencia entre dos riesgos de muerte valorados según este método estaría dada por el perfil de edades de las víctimas. Varias son las deficiencias que pueden asociarse a este concepto. En primer lugar, cabe preguntarse qué tipo de ingreso debe ser considerado en la fórmula: ¿es el ingreso total o el ingreso total descontado el consumo personal? En segundo lugar, surgen preguntas relacionadas con el status de personas que no están en edad laboral. ¿Cuál sería el valor del capital humano de personas que ya se han retirado del mercado laboral? ¿Cuál sería el valor del capital humano de un niño? Por último, cabe preguntarse cómo se contempla el dolor y sufrimiento experimentado por los familiares y amigos de las víctimas. En definitiva, el valor del capital humano se deriva de una visión muy restringida del concepto de valor, basado en criterios de contabilidad nacional y no de bienestar personal (Jones Lee, 1994).

Desde el punto de vista individual, el valor de la seguridad vial está dado por la disposición al pago *ex ante* por reducir la exposición personal al riesgo (Schelling, 1993). Cuando se trata de riesgos no-rivales, estas disposiciones al pago deben ser sumadas sobre todos aquellos individuos afectados por el mismo riesgo y así se obtiene el *valor de las reducciones de riesgo*, que en el caso particular de la reducción de víctimas fatales, suele recibir el desafortunado nombre de *valor de la vida estadística*. La disposición a pagar *ex ante* está influenciada por el ingreso de la personas, pero más importante aún, depende de la aversión al riesgo, del regocijo que provoca el hecho de estar vivo y poder desarrollar un cúmulo de actividades (entre ellas el placer o no de trabajar, de disfrutar de la familia, de actividades de recreación, etc.) y también del

¹ Una fórmula más precisa del valor del capital humano, sería calcular su valor esperado según la ecuación: $CH = \sum_{j=1}^J \tau_j \sum_{n_j=0}^{N_j} \frac{I_{n_j} p_{n_j} e_{n_j}}{(1+r)^{n_j}}$, en donde j indexa las edades de las víctimas de accidentes y τ_j es la proporción del total de personas fallecidas en accidentes viales cuya edad es j .

hecho de saber que familiares y amigos podrán gozar de la existencia de uno mismo. En otras palabras, las reducciones de riesgo son valoradas por motivos similares a los que guían la valoración de otros bienes y servicios. Es importante notar que el “bien” valorado es una pequeña reducción de riesgo; de ninguna manera, se pretende valorar la vida².

A continuación, se presenta un simple desarrollo microeconómico que permite derivar de manera rigurosa el *valor de las reducciones de riesgo*³. Se supone un individuo cuya función de utilidad es

$$UE = (1 - p_{acc}) U_{s/acc}(I) + p_{acc} U_{acc}(I)$$

donde p_{acc} es la probabilidad de sufrir un accidente, $U_{s/acc}$ es la utilidad del ingreso condicionado en no sufrir un accidente y U_{acc} es la utilidad del ingreso condicionado en sufrir un accidente. UE es la utilidad esperada. Puesto que se trata de un estudio sobre la prevención de accidentes viales graves, se supone que $U_{s/acc}(I) \gg U_{acc}(I)$. Diferenciando totalmente la ecuación anterior con respecto a p_{acc} e I , igualando a cero y despejando apropiadamente se obtiene la siguiente tasa marginal de sustitución entre ingreso y riesgo ($TMS_{I,acc}$):

$$TMS_{I,acc} = \frac{dI}{dp_{acc}} = \frac{U_{s/acc} - U_{acc}}{(1 - p_{acc})U'_{s/acc} + p_{acc}U'_{acc}}$$

donde el símbolo U' se usa para señalar derivación con respecto al ingreso. A fin de determinar la máxima disposición al pago del individuo por reducir marginalmente el riesgo de accidente p_{acc} , simplemente se multiplican ambos lados de la ecuación por dp_{acc} . La máxima disposición al pago está dada por el diferencial de utilidad entre el estado sin accidente y el estado con accidente dividido por la utilidad marginal esperada del ingreso (EU') y multiplicado por la magnitud de la reducción del riesgo. Por ejemplo, si se está dispuesto a pagar €5 por reducir un riesgo de muerte en $5^{-1} \cdot 10^{-5}$, entonces la $TMS_{I,acc}$ asciende a €2,5 millones.

Cuando se considera un riesgo no-rival, deben sumarse las máximas disposiciones al pago de todas las personas expuestas al riesgo a fin de obtener la disposición al pago comunitaria por un bien público, entendido éste como una intervención vial destinada a mejorar la seguridad vial. Se considera la siguiente función de bienestar social (BS):

$$BS = \sum_j \mu_j [(1 - p_{acc})U_{s/acc} + p_{acc}U_{acc}]_j$$

donde cada individuo tiene asignado un peso social μ_j . Ante un cambio marginal en el nivel de riesgo, el valor social de esta mejora está dado por la siguiente ecuación:

² Colocarle un precio a la vida sería equivalente a pedir la mínima compensación que una persona está dispuesta a aceptar a cambio de entregar su propia vida. Sin lugar a dudas, este valor sería igual a infinito, puesto que no hay suma de dinero que pueda compensar tamaña pérdida. Esto se debe a que no existe bien sustituto de la propia vida (Hanemann, 1991).

³ Derivaciones similares pueden verse en Freeman (2003) o en Hammit y Liu (2004).

$$\Delta BS = \sum_j \mu_j EU'_{(j)} \frac{U_{s/acc} - U_{acc}}{EU'_{(j)}} dp_{acc}.$$

Si se procede con una simple sumar de las disposiciones al pago, se están suponiendo de manera implícita pesos sociales $\mu_j = 1/EU'_{(j)}$ ⁴ y la expresión anterior se reduce a

$$\Delta BS = \sum_j TMS_{i,acc(j)} dp_{acc} = \frac{1}{J} \sum_j TMS_{i,acc(j)}$$

Esta última ecuación recibe el nombre de *valor de las reducciones de riesgo (VRR)*. Esta expresión debería guiar la determinación del componente de costos por pérdida de bienestar por daños a la salud de las personas.

El *VRR* se deriva a partir de considerar el ingreso después de impuestos de las personas. Por lo tanto en sus decisiones de prevención de riesgos, los individuos no contemplan el bienestar debido a los impuestos generados por sus actividades laborales. Estos beneficios se calculan adaptando la fórmula del capital humano:

$$PPN = \sum_{n=0}^N \frac{ITax_n p_n e_n}{(1+r)^n}$$

donde *ITax* representa los impuestos al trabajo.

A fin de estudiar la relación entre el *valor de las reducciones de riesgo* y el valor del *capital humano*, se debe recurrir al uso de modelos dinámicos de ciclo de vida (Arthur, 1981; Shephard y Zechauser 1984; Rizzi, 2001). Con modelos estáticos como los descritos hasta ahora, es posible hacer una comparación bajo ciertos supuestos. Considérese un riesgo fatal. El valor del capital humano para una economía de un período en donde no hay desempleo se reduce a $I*(1-p_{acc})$. El *valor de las reducciones de riesgo* está dado por la siguiente expresión, suponiendo que todos los individuos tienen idénticos gustos e ingreso:

$$\Delta BS = J \frac{U_{s/acc}}{(1-p_{acc})U'_{s/acc}} dp_{acc} = J \frac{I}{(1-p_{acc})\epsilon_U^I}$$

El término ϵ_U^I representa la elasticidad de la utilidad respecto al ingreso. Ignorando el término J que es simplemente el número total de personas afectadas por el riesgo y considerando que p_{acc} es un valor muy pequeño, tenemos la siguiente igualdad:

$$CH \approx I = \frac{I}{\epsilon_U^I} \approx \frac{\Delta BS}{J} \Leftrightarrow \epsilon_U^I = 1$$

⁴ Para una discusión detallada sobre el papel de los pesos μ_j , se recomienda la lectura de Jara-Diaz et al. (2000).

Si el valor de ε_V^I es igual a 1, el valor del *capital humano* y el *valor de las reducciones de riesgo* serán muy similares; caso contrario, diferirán. Los estudios empíricos sugieren un valor de ε_V^I en torno a 0,2 para países desarrollados: como el consumo per cápita es alto, un incremento marginal en el ingreso tienen un impacto menor en el bienestar. Para naciones con un ingreso per cápita muy bajo, cercano al nivel de subsistencia, Arthur (1981) sugiere un valor de ε_V^I muy cercano a la unidad. Solo en estos casos, sería plausible suponer que el valor del *capital humano* y el *valor de las reducciones de riesgo* sean similares.

¿Es el VRR el mismo para todo tipo de riesgos?

El modelo desarrollado hasta ahora trata a todos los riesgos como si fueran de naturaleza similar en el sentido que en el margen las personas están dispuestas a pagar igual cantidad de dinero por reducir marginalmente uno cualquiera de los riesgos a los que se está expuesto. Si hubiese Z riesgos de accidentes, la conclusión anterior sería cierta solo si $p_{acc} = \sum_{z=1}^Z p_{acc,z}$. Lamentablemente, la evidencia disponible sugiere que los riesgos son percibidos de manera diferentes (Jones Lee y Loomes, 1995; Bronfman y Cifuentes, 2003) tal que idénticas reducciones marginales de riesgo objetivas no son igualmente valoradas. En este caso, se tiene $p_{acc} = \sum_{z=1}^Z \rho_z(p_{acc,z})$, donde ρ_z es una función de percepción subjetiva de riesgo. En este caso, el lector fácilmente puede darse cuenta que una disminución marginal de uno cualquiera de los Z riesgos, no será valorada igual que otro riesgo cualquiera. Más adelante se discutirá la relación entre probabilidades objetivas y subjetivas.

¿Depende el VRR del nivel inicial del riesgo y de la magnitud de la reducción del riesgo?

La tasa marginal de sustitución entre ingreso y riesgo equivale a una *curva* de demanda compensada y como tal debe poseer una pendiente positiva. A fin de demostrar esta afirmación, se sigue a Rizzi y Ortúzar (2006). Se supone una vez más un solo riesgo de accidente fatal, que es una función inversa de un bien público q , tal que $\frac{dp_{acc}}{dq} < 0$. El precio de este bien para un individuo cualquiera está normalizado en uno (1). La tasa marginal de sustitución entre ingreso y riesgo está dada por la ecuación:

$$TMS_{I,acc} = \frac{dI}{dp_{acc}} = \frac{U_{s/acc}(I-q)}{(1-p_{acc}(q))U'_{s/acc}(I-q)}$$

Al derivar esta ecuación con respecto a q , (suprimiendo q e I) se obtiene

$$TMS_{I,acc} = \frac{dTMS_{I,acc}}{dq} = -\frac{1}{(1-p_{acc})} + \frac{\frac{dp}{dq} U_{s/acc}}{(1-p_{acc})U'_{s/acc}} + \frac{U_{s/acc}U''_{s/acc}}{(1-p_{acc})(U'_{s/acc})^2}$$

donde U'' es una derivada segunda. Para individuos aversos al riesgo, la expresión anterior es claramente negativa. En caso de individuos neutros al riesgo, el tercer

sumando del lado derecho de la ecuación desaparece, pero los primeros permanecen, por lo tanto, una vez más la derivada anterior es negativa. El tercer sumando es igual a $\frac{\sigma}{(1-p_{acc})\epsilon'_U}$, donde σ es el coeficiente de aversión relativa al riesgo; por lo tanto, a mayor aversión al riesgo, mayor será el valor de este sumando. Se concluye así que para individuos que maximizan una función de utilidad esperada, la pendiente de la tasa marginal de sustitución entre ingreso y riesgo es negativa con respecto al bien q ; es decir, el valor de dicha TMS disminuye a medida que el nivel de riesgo inicial es menor.

El resultado anterior implica que el *VRR* ha de disminuir en la medida que el riesgo inicial disminuya. El *VRR* depende del nivel de peligrosidad de la ruta; por lo tanto, no tiene sentido pretender obtener un único valor aplicable a todos los contextos viales del un país. Este resultado, lamentablemente, no les sienta bien a los evaluadores de proyectos. La práctica internacional en la materia es adoptar un único valor, pero tal como esgrimen Rizzi y Ortúzar (2006), este procedimiento no tiene una justificación teórica robusta.

2.1 Uso de metodologías de cuestionarios para la estimación del *VRR*

En esta sección se hace una revisión de cuatro métodos de cuestionario destinados a obtener el *valor de las reducciones de riesgo* para la prevención de accidentes viales: valoración contingente, apuesta estándar, método de la cadena y preferencias declaradas. No se discutirán metodologías de preferencias reveladas (PR) más allá de la breve referencia que se hace a continuación, debido a la dificultad en aislar una variable como la seguridad a partir de datos de mercado. Para determinar las primas salariales por un incremento en los riesgos de accidentes en el trabajo, se han realizado estudios de salarios hedónicos. Esta técnica postula que al elegir un trabajo, el trabajador considera un conjunto de atributos del mismo, entre ellos el riesgo implícito. Es posible entonces, a partir de un análisis estadístico, inferir el precio implícito del riesgo (Azqueta, 1994, capítulo 6). Debido a que estos estudios se focalizan en otros tipos de riesgo, asociados a contextos laborales, los resultados de los mismos no son aplicables a proyectos de transporte. Viscusi (1993) y Viscusi y Aldy (2003) presenta una revisión de la aplicación de estas metodologías a la estimación de *valores de reducción de riesgo* en contextos laborales.

Por otro lado, la técnica de PR con precios hedónicos podría ser adaptada a la compra de un automóvil. Si un auto es caracterizado a partir de un conjunto de atributos, siendo uno de ellos sus características de seguridad, ser podría estimar una disposición al pago por seguridad. De todas maneras, puesto que se trata de establecer el valor de las reducciones de riesgo para toma de decisiones en obras de vialidad, este proceder no parece ser el más adecuado.

Métodos de Valoración Contingente

Esta técnica de cuestionario consiste en preguntar a la gente su disposición al pago por un determinado bien o atributo en forma directa. En el caso de seguridad vial, la pregunta podría ser la siguiente:

“¿cuánto está usted dispuesto a pagar por una disminución en el riesgo de accidentes fatales en carreteras de dos en 100.000?”

Se aprecia claramente que este método es muy directo y que la pregunta es de difícil comprensión por el hecho de incluir una probabilidad muy pequeña de accidente. La ventaja de una pregunta tan directa puede convertirse en una desventaja cuando el encuestado no tiene bien definidas sus preferencias.

Los estudios más importantes de valoración contingente (VC) para obtener el valor de la vida estadística aplicable a proyectos de transporte han sido los de Jones Lee et al. (1985, 1993) y Beattie et al. (1998). El segundo de estos estudios también tuvo por finalidad estimar un valor por reducción de riesgos de accidentes no fatales. El libro editado por Schwab-Christe y Soguel (1995) contiene un resumen de varios estudios de VC realizados en países europeos destinados a obtener tanto el valor de la vida estadística así como el valor de reducciones de accidentes graves. Retornando a las tres primeras referencias citadas en el párrafo anterior, el ejercicio de VC fue similar en los tres estudios; por lo tanto, se describirá el trabajo de Jones Lee et al. (1993) por estar excelentemente documentado. La encuesta comenzaba con una serie de preguntas referidas a la experiencia de conducción de la persona (por ejemplo, si manejaba o no, con qué frecuencia, etc.), y si la persona encuestada o algún pariente cercano había estado involucrado en accidentes.

En la segunda etapa, se presentaba un juego de diez tarjetas, cada una de ellas describiendo distintos efectos sobre la salud a causa de un accidente y el encuestado debía escalarlas de mayor a menor según su orden de preferencia por estado de salud. Luego había que asignar una calificación a las tarjetas en una escala del 0 al 100, donde 0 correspondía al peor estado de salud y 100 al mejor estado de salud. Una vez finalizada esta etapa, se procedía a familiarizar al encuestado con los conceptos de riesgo expresados en tanto por cien mil. Para esto se hacía un pequeño ejercicio a fin de verificar si se entendía bien el concepto.

Luego se pasaba al ejercicio de VC propiamente tal. En éste, se le decía al individuo que existía un dispositivo que si se instalaba en el auto, reducía el riesgo de determinado tipo de accidente asociado a algunos de los estados de salud indicados en la segunda etapa y se especificaba en cuánto se reducía dicho riesgo. Se le hacía notar al encuestado que si bien no existía dicho dispositivo, lo importante era concentrarse en las reducciones de riesgo que implicaba. Se le recordaba que tenía que pensar que ese dispositivo sólo afectaría a él/ella, no a otras personas, y que sólo servía para ese riesgo en cuestión. El fraseo de la pregunta era del siguiente tipo:

“Supóngase que las consecuencias de un accidente sean las siguientes: (se describe un estado de salud asociado a un accidente grave) y actualmente usted enfrenta un riesgo de 8 en 100.000. Imagine un aparato de seguridad que reduce dicho riesgo en 4 en 100.000 llevándolo a 4 en 100.000.

Mire las sumas de dinero (se acompañan en la hoja) e indique

- *La suma que usted está seguro que pagaría*
- *La suma que usted está seguro que no pagaría*
- *La suma que usted cree es la mejor estimación de lo que pagaría.”*

A continuación la persona tenía que indicar qué valores pagaría con certeza, cuáles dudaba y cuáles no pagaría en absoluto dentro de una serie de valores que se acompañaban. Este ejercicio se realizaba seis veces para seis tipos de accidentes distintos. Luego se preguntaba si había sido posible concentrarse sólo en los efectos no

financieros; esto es, si había sido posible pensar sólo en dicho riesgo. Finalmente, se hacían una serie de preguntas sobre las características socioeconómicas de la persona.

De estos tres estudios, los dos primeros fueron de gran envergadura, y en base a ellos el actual Departamento de Transporte y Medio Ambiente del Reino Unido ha establecido los valores de la vida estadística y de prevención de accidentes no fatales, a utilizar en la evaluación social de proyectos de carreteras. El valor de la vida estadística que se determinó a partir del primer estudio (cuyo trabajo de campo se realizó en 1982) asciende a £ 902.500 a precios de 1997. En Jones Lee et al. (1993) se recomienda un valor en el rango de £ 67.000 - £ 79.400 para la prevención de accidentes graves no fatales.

Es importante señalar que los resultados obtenidos en los tres estudios no han sido muy alentadores, en general, en cuanto a la consistencia del método de valoración contingente. En primer lugar, se constató que la disposición al pago era independiente del nivel de reducción en el riesgo. Es decir, la gente estaba dispuesta a pagar una cifra por seguridad, pero no consideraba la magnitud en que el riesgo estaba siendo disminuido, sólo bastaba que el riesgo disminuyera. Se ha argumentado que una posible explicación de este comportamiento sería que valores de probabilidad tan pequeños son muy difíciles de internalizar por los individuos.

Segundo, tanto en los estudios de Jones Lee et al. (1985) como de Beattie et al. (1998) se obtuvo que la disposición a pagar por evitar un accidente fatal era prácticamente la misma que por evitar accidentes no fatales, lo cual parece poco lógico. Los autores concluyeron que, muy probablemente, el valor que la gente declaraba estar dispuesta a pagar por prevenir un accidente con consecuencias específicas era el mismo independientemente de qué tipo de consecuencias se tratase. En otras palabras, se asignaba una parte del presupuesto a prevención de riesgos en automóvil sin discriminar si las consecuencias del mismo eran, por ejemplo, una fatalidad, una hemiplejía o sólo un traumatismo.

En Beattie et al. (1998) se encontró también evidencia de la existencia del *efecto incrustamiento* y del *efecto secuencia*. El primero está presente si la valoración de un bien varía dependiendo de si se lo presenta de manera individual o formando parte (incrustado) de un bien más general. El segundo efecto está presente si el valor que una persona asigna a un bien depende del orden en que el mismo es presentado dentro de un grupo de bienes. Ambos efectos son fenómenos microeconómicos legítimos y, en particular, el efecto incrustamiento es más complejo de probar.

El estudio de Beattie et al. (1998) tuvo una fase adicional a la que se explicó anteriormente. En esta segunda fase se introdujo una variación: la pregunta de valoración contingente se formuló no como una disminución en el riesgo de muerte o de accidente no fatal, sino que como una disminución en la frecuencia de accidentes, debido a que una de las conclusiones de los autores fue que los individuos experimentaban grandes dificultades al tratar con probabilidades tan pequeñas. Por lo tanto, en la segunda fase se decidió considerar la variable frecuencia de accidentes fatales como sinónimo de riesgo.

No obstante, puesto que en este caso la variable de riesgo era una frecuencia de accidentes en lugar de un riesgo personal, podía existir en la valoración de la seguridad un componente de altruismo. Por esto se hizo necesario redefinir el instrumento a través

del cual se lograría la reducción de accidentes; así, no se consideró un dispositivo de seguridad a colocar al automóvil, sino que se postuló la existencia de un programa de seguridad pública en el área en que vivía el encuestado. Es interesante destacar que nuevamente se constató que un gran porcentaje de la gente declaraba estar dispuesta a pagar con tal que la frecuencia de accidente disminuyera, sin importar cuánto era la reducción.

Cabe señalar, por otra parte, que en estos tres estudios se puede constatar un cierto cambio de opinión de los autores respecto a la percepción de la bondad de los resultados entregados por encuestas de valoración contingente. En el año 1982 se pensaba que el método era promisorio, pero ya en el año 1998 el enfoque era muy criticado y debe tenerse en cuenta que algunos de los autores participaron en los tres estudios.

A modo de conclusión, el experimento de VC generó situaciones hipotéticas poco creíbles, que no definieron acciones plausibles a los ojos de los encuestados (tal vez la excepción sea el ejemplo de la fase dos en el tercer estudio). Aún más, se les pedía explícitamente que se concentrasen en las variaciones de riesgo y dejaran de lado el tema de la credibilidad. La duda surge por sí sola: ¿es posible dar respuestas significativas a preguntas con poco fondo de realismo?

Método de la “Apuesta Estándar”⁵

Este método es de uso común en la literatura médica y consiste en someter al encuestado a la siguiente disyuntiva. Se le pide que imagine que sufrió un accidente y se le detallan las consecuencias del mismo. Luego se le dice que existe un tratamiento que tienen una probabilidad de éxito, $p_{\text{éxito}}$, de que la persona recupere su estado de salud previo al accidente, pero que hay una probabilidad de fracaso, $p_{\text{fracaso}} = 1 - p_{\text{éxito}}$, de que el individuo muera instantáneamente.

Dadas estas condiciones, la persona tiene que indicar con qué probabilidad $p_{\text{éxito}}$ tomaría el tratamiento, con qué probabilidad $p_{\text{éxito}}$ dudaría y con qué probabilidad $p_{\text{éxito}}$ no lo tomaría en absoluto. Así se puede proceder con varios casos. Un ejemplo tomado de Jones Lee et al. (1993) ayudará a entender cómo funciona el método.

⁵ Esta es la traducción literaria del término Standard Gamble. En idioma inglés, una de las acepciones de la palabra “gamble” es la disposición a aceptar un riesgo con la expectativa de que el resultado final será beneficioso.

“Suponga que Usted sufrió un accidente automovilístico y es llevado al hospital. Los doctores le dicen que si usted es tratado en la forma habitual, le acontecerá lo que se indica en la tarjeta R. Le dicen también que existe un tratamiento diferente, cuyo resultado es incierto; si el mismo tiene éxito usted recuperará su estado de salud normal en un breve tiempo, pero en caso contrario fallecerá (ver tarjetas J y K):

<i>Tratamiento convencional</i>	<i>Tratamiento alternativo</i>
<p><i>Tarjeta R</i></p> <p><i>En hospital:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>1-4 semanas</i> • <i>dolor suave a moderado</i> <p><i>Después del hospital</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>cierto dolor e inconvenientes, reduciéndose gradualmente</i> • <i>algunas restricciones para trabajar y para actividades recreativas, mejorando sostenidamente</i> • <i>después de un período de 1 a 3 años se vuelve al estado de salud normal, sin ningún tipo de consecuencia</i> 	<p><i>Tarjeta J</i></p> <p><i>Si el tratamiento es exitoso:</i></p> <p><i>Recupera su estado de salud normal en un breve tiempo</i></p>
	<p><i>Tarjeta K</i></p> <p><i>Si el tratamiento fracasa:</i></p> <p><i>Estado de inconsciencia inmediata, seguido por la muerte.</i></p>

¿Con que posibilidad de éxito aceptaría usted el tratamiento?

- Probabilidad de éxito:*
- 99 en cien*
 - 98 en cien*
 - 97 en cien*
 -*
 - 90 en cien*
 -*
 - 80 en cien*
 -”*

Esta forma de trabajar parecería estar más en línea con la idea que las personas no perciben el riesgo *ex ante* de manera adecuada, pero si pueden familiarizarse con mayor facilidad con distintos estados de salud. Entonces, hay que centrarse en las consecuencias de los accidentes: se coloca a la gente en una situación post-accidente y a partir de ahí se obtiene la disposición al pago por retornar al estado de salud normal pre-accidente. Es altamente dudoso que los individuos tengan la capacidad de internalizar estados de salud propios de accidentes de severa gravedad. Por otro lado, este tipo de elección claramente no es la que las personas hacen a la hora de prevenir accidentes.

Con esta técnica se obtienen los cocientes entre los valores $\Delta\sigma_j$ (variación en la percepción del riesgo σ_j), para todo j , donde j se refiere a todos los posibles estados de salud como consecuencia de un accidente vial. Para arribar a valores monetarios debe tenerse como referencia algún valor de $TMS_{I,j}$ (tasa marginal de sustitución entre ingreso y riesgo j). En el caso del ejemplo, dicho valor era el VVE utilizado en evaluación de proyectos de caminos troncales. Así queda $TMS_{I,d} \Delta\sigma_d = TMS_{I,t} \Delta\sigma_t$, donde d : muerte y t : por ejemplo, traumatismo de cráneo. Aquí la única variable desconocida es $TMS_{I,t}$, la cual se puede despejar fácilmente. Se procede de igual forma para los demás $TMS_{I,j}$.

Aparte del ejercicio de elección, el resto de la encuesta es similar a la de valoración contingente. Existe una sección destinada a recabar información sobre hábitos de manejo del encuestado, luego se procede a familiarizarlo con las consecuencias en la salud de un accidente en automóvil y se le pide que haga una jerarquización y un escalamiento de dichos estados de salud. A continuación se hace una serie de ejercicios de probabilidades (en términos de tanto por cien) y la última sección recoge la información socioeconómica.

Según los encuestadores, el ejercicio de “apuesta estándar” resultó ser menos demandante en términos de esfuerzo por parte del encuestado que el ejercicio de VC. Dos razones se esgrimieron al respecto. Primero, la naturaleza del ejercicio de “apuesta estándar” era tal que para el individuo resultaba más fácil concentrarse en la respuesta, sin tener que pensar en los efectos monetarios. Segundo, los rangos de probabilidades eran del orden del tanto por ciento, magnitudes más fáciles de entender que en tanto por cien mil. De hecho, por este motivo a la hora de determinar valores para las reducciones de accidentes no fatales (cifras ya indicadas) los autores se decidieron por los valores obtenidos a partir del ejercicio de “apuesta estándar”.

Método de la Cadena

Viscusi et al. (1991) utilizaron este método que consta de dos partes. Por un lado se estiman compromisos entre distintos tipos de riesgos; por otro lado, se estiman compromisos entre uno de los riesgos evaluados y la disposición al pago. En el caso de este estudio, se consideró un riesgo de muerte por accidente vial (AV) y un riesgo de contraer bronquitis crónica (BC).

El primer tipo de compromiso respondía a la siguiente lógica. Consideremos una situación (a) en que existe un determinado riesgo de bronquitis crónica (p_a) y de riesgo de accidente vial (q_a) y otra situación (b) con distintos niveles de ambos riesgos (p_b , q_b), tal que la probabilidad de que sucedan los dos eventos conjuntamente es cero. En este contexto la función de utilidad esperada se plantea de la siguiente forma:

$$p_a U(BC) + q_a U(AV) + (1 - p_a - q_a) U(H) = p_b U(BC) + q_b U(AV) + (1 - p_b - q_b) U(H)$$

donde H corresponde al estado de salud normal. El compromiso entre riesgos supone variar los niveles de ambos riesgos, bronquitis crónica y accidente vial, p_a , q_a , p_b y q_b , en ambas situaciones, tal que en el caso (A) sea siempre menor el riesgo de bronquitis crónica y en el caso (B) lo sea el de accidente vial fatal. Al encuestado se le presentó un primer juego de elección y, a partir de éste, se ajustaron los niveles de los riesgos hasta lograr la indiferencia entre una y otra situación.

El segundo compromiso se daba entre uno de los riesgos, por ejemplo bronquitis crónica, e ingreso personal, el cual se modela así:

$$p_a U(BC, I) + (1 - p_a) U(H, I) = p_b U(BC, I - Z) + (1 - p_b) U(H, I - Z)$$

En este caso los elementos variables son p_a , p_b y Z , es decir los riesgos de contraer bronquitis crónica en ambas situaciones y el ingreso Z que se estaría dispuesto a pagar por un menor nivel de riesgo. Finalmente se encadenan ambos resultados y se obtiene la disposición al pago por reducciones de accidentes viales. La idea central del método de la cadena es que las personas encuentran más fácil responder a compromisos entre diversos riesgos que a compromisos entre ingreso y riesgo. Por lo tanto, si se dispone de un valor económico base para las reducciones de algún riesgo, a partir de encadenamientos es posible obtener el valor económico de un sinnúmero de otros riesgos, sean fatales o no.

En el trabajo de Viscusi et al. (1991), se agrupó un total de 389 individuos en dos submuestras. La primera, 194 personas, respondió el ejercicio recién descrito, mientras que los restantes 195 individuos respondieron a un compromiso entre riesgo de accidente vial y dinero en la segunda parte del experimento. A partir de los datos provistos en el trabajo, se puede hacer el siguiente análisis: comparar el valor por reducción de riesgo de contraer bronquitis crónica obtenido a partir de la primera submuestra con el valor correspondiente al encadenamiento a partir de la segunda submuestra, bajo el supuesto de homogeneidad de las submuestras. Cuando se comparan las medianas para ambos casos, se obtienen valores de US\$ 457.000 versus US\$ 800.000 y al comparar las medias US\$ 883.000 versus US\$ 6.962.000. Como se ve, aunque el valor de las medianas difiere de manera importante al menos están en el mismo orden de magnitud, lo que no ocurre con los valores de las medias. No obstante, es importante destacar que la diferencia en las medias se debe a la presencia de una persona extrema.

La idea de encadenamiento también fue utilizada por Carthy et al. (1998) en una metodología algo distinta y que consta de cuatro etapas. En primer lugar, se le dice a la persona que imagine que sufrió un accidente de ciertas características y se le pregunta la disposición al pago por un tratamiento que permite una recuperación total en poco tiempo con total certeza y la disposición a aceptar compensación por permanecer en dicho estado de salud. En la segunda parte se calcula la tasa marginal de sustitución entre ingreso y un riesgo de accidente no fatal como el considerado en la primera parte. En la tercera parte, se realiza una encuesta de “apuesta estándar” modificada: el tratamiento convencional también tiene asociada una posibilidad de fracaso que conduce a la muerte. En la cuarta y última parte, se encadena el valor estimado de la tasa marginal de sustitución en el segundo paso a los cuocientes estimados en el

ejercicio de “apuesta estándar” y se obtiene el valor de la vida estadística. En este caso se partió del supuesto que era más fácil responder a compromisos entre dinero y riesgo de no fatalidad que a compromisos entre dinero y riesgo de fatalidad.

El método de Carthy et al. (1998) permite, en principio, el siguiente doble encadenamiento. Por un lado se tiene

$$TMS_{I,d} = TMS_{I,t} \Delta\sigma_t / \Delta\sigma_d, \quad (1)$$

donde d indica muerte y t , traumatismo craneano. Si por otro lado se tienen datos respecto a otro tipo de estado de salud, $TMS_{I,c}$ donde c implica otro estado de salud consecuencia de un accidente (por ejemplo: hemiplejía), y se calcula la siguiente relación $TMS_{I,t} = TMS_{I,c} \Delta\sigma_c / \Delta\sigma_t$, es posible el siguiente doble encadenamiento

$$TMS_{I,d} = \Delta\sigma_t / \Delta\sigma_d * TMS_{I,c} * \Delta\sigma_c / \Delta\sigma_t \quad (2)$$

Luego se comparan los valores resultantes de las ecuaciones (1) y (2) y si son estadísticamente iguales se puede suponer que el método es consistente.

Los resultados de una experiencia piloto realizada a fines del año 1997 con esta técnica fueron positivos y negativos. Se consideró positivo que los encuestados pudieran desempeñarse mejor en sus respuestas en comparación con un estudio de valoración contingente. Respecto a la modificación al ejercicio de “apuesta estándar”, se consideró positiva la ganancia en realismo, puesto que todo tratamiento en la vida real siempre tiene una tasa de riesgo implícita. Como saldo negativo el doble encadenamiento mencionado en el párrafo anterior no funcionó, lo que dejó ciertas dudas respecto a la racionalidad de los individuos. En el caso del doble encadenamiento, al trabajar con un mayor número de valores estimados, el error total aumentó: de hecho, al multiplicarse los errores, tanto el error absoluto como el error porcentual aumentaron (ver Ortúzar, 1994, capítulo 2, para una comprensión sobre la propagación de errores).

El encadenamiento parece poseer el siguiente defecto de “circularidad”: cuando se hacen chequeos de consistencia entre estos resultados y resultados de disposición al pago obtenidos a través de intercambios riesgo – dinero, los mismos resultan ser inconsistentes, contradiciendo el supuesto de individuos racionales. El origen de los problemas de todas estas metodologías, que en alguna etapa incluyen el uso de valoración contingente, parece ser que al obtener valoraciones económicas se está dividiendo una cantidad pequeña de dinero por una cantidad muchísimo más pequeña, una probabilidad del orden de 1 en 100.000 o menor aún, lo que hace que el cociente sea muy sensible a cambios en la disposición al pago.

A tal punto es cierto lo anterior, que en un estudio realizado por Jones Lee y Loomes (1985) a fin de obtener la disposición al pago (DAP) por reducción en el nivel de riesgo de accidentes en el subterráneo londinense, se evitó preguntar la DAP aduciendo que al ser tan pequeño el denominador (es decir, el nivel de riesgo), pequeñas variaciones en la cantidad de dinero a pagar generarían muy grandes variaciones en el *valor de la vida estadística*.

De ser cierto que los individuos encuentran más fácil realizar compromisos entre riesgo y riesgo que entre riesgo y dinero, podría concluirse en la siguiente alternativa:

- Realizar un estudio de VC o alguna técnica similar lo más robusta posible para obtener la disposición al pago por reducción de *un* riesgo específico bien entendido por el encuestado.
- Realizar estudios de riesgo – riesgo para valorar otros tipos de riesgos a partir del uso del encadenamiento.

Claramente se observa que es imposible escapar al uso del método de VC en alguna etapa del trabajo de campo y, por lo tanto, el tipo de problema propio de estos estudios es inevitable y el mismo se hará extensivo a las otras etapas.

Estudios de Preferencias Declaradas

En una encuesta de preferencias declaradas (PD) se presentan al individuo diversas opciones, cada una con valores distintos para los atributos que el experimentador considera claves a la hora de elegir. Cada opción debe presentar ventajas en algunos atributos y desventajas en otros de manera tal que los individuos tengan que enfrentar compromisos. La idea de este método es que los individuos al declarar una elección “revelen” sus preferencias. Este método ha sido utilizado por Rizzi y Ortúzar (2003), Iraguen y Ortúzar (2004) y Hojman et al. (2005) a fin de estimar el valor de las reducciones de riesgo en carreteras y calles urbanas de Chile.

La estimación del VRR mediante encuestas de PD procede de la siguiente manera. Se supone una ruta utilizada por M usuarios. Si la persona viaja más de una vez en un período de tiempo, digamos n_m veces al año, dará lugar a n_m pseudo-viajeros, tal que el flujo total en la ruta en el período de referencia será $N = M n_m$. Una ruta se define como una conexión entre un origen y un destino. Un viaje en esta ruta provee un nivel de desagrado dado por la siguiente función de (des)utilidad indirecta V :

$$V = V(r, c, t),$$

donde r denota riesgo de accidente fatal, c es el costo de la ruta y t , el tiempo de viaje. El VRR es igual al valor de evitar una muerte en valor esperado por unidad de tiempo y este valor corresponde al promedio poblacional (o muestral) de las tasas marginales de sustitución entre ingreso y riesgo de muerte. Para el individuo j tenemos:

$$TMS_j = \frac{\partial V_j / \partial r}{\partial V_j / \partial c |_{V=\bar{V}}}$$

Si se quiere expresar el VRR en términos de la cantidad que dinero que cada individuo está dispuesto a pagar por reducir (en valor esperado) una muerte en carretera, se deben sumar las tasas marginales de sustitución entre ingreso y reducción de una víctima fatal:

$$VRR = \sum_{j=1}^N \frac{\partial V_j / \partial f}{\partial V_j / \partial c |_{V=\bar{V}}}$$

donde f significa víctima fatal. Desde el punto de vista de la estimación del modelo, utilizando f en lugar de r , dentro de un contexto de elección binaria tenemos (Ortúzar y Willumsen, 1994):

$$V_i = \alpha f_i + \beta c_i + \lambda t_i \quad (i = 1, 2)$$

En esta última ecuación, el VRR es igual a α/β . El valor subjetivo del tiempo está dado por el cociente λ/β .

Dado que las tres encuestas realizadas son similares, nos concentraremos en el trabajo de Rizzi y Ortúzar (2003). Esta encuesta tuvo por finalidad determinar la valoración que los conductores otorgan a la reducción de víctimas fatales en accidentes viales para viajes por la Ruta 68, que une Santiago, capital de Chile, y la conurbación de Valparaíso / Viña del Mar, el principal puerto del país y la segunda conurbación en cantidad de habitantes. Esta ruta tiene aproximadamente 120 km. La encuesta fue administrada a 342 personas durante el verano de 1999 – 2000. Debido a limitaciones presupuestarias, los encuestados fueron contactados en sus puestos de trabajo a partir de contactos establecidos con organismos públicos y empresas privadas de Santiago y Valparaíso / Viña del Mar, a condición de que dichas personas hayan viajado al menos una vez en dicha ruta en el año anterior a la encuesta. El ingreso familiar de estas personas fue algo superior al ingreso familiar promedio de los hogares con vehículos y muy superior al ingreso familiar promedio de Chile, un resultado esperado dada la alta correlación entre posesión de vehículo e ingreso del hogar.

Se definió un contexto de viaje particular, creíble desde el punto de vista de los encuestados (Louviere *et al*, 2000). En particular, la situación de elección hipotética tiene que ser tal que la sensación de inseguridad vial se haga presente a fin de que la peligrosidad de las rutas sea un elemento que influya en la elección. Basado en los resultados de grupos focales y varias encuestas pilotos, se logró diseñar un formulario de encuesta realista. Se generaron varios contextos alternativos de viaje, variando la hora del día, el día de la semana, el motivo de trabajo y si se trataba de un viaje de ida o de vuelta. En todos los casos se trataba de un viaje que había que hacer, por lo que no había espacio para una opción de *no compra*.

La variable riesgo fue definida como el número de accidentes fatales anuales en los que al menos fallece una persona que viaje en automóvil liviano, excluyendo fatalidades de peatones y de usuarios de transporte público. Esta variable fue bien comprendida por las personas encuestadas y logró generar la sensación de inseguridad requerida para darle realismo a la encuesta. El nivel base de riesgo fue el que correspondía a la Ruta 68 y los cambios de niveles se explicaban a partir de ciertas obras menores de ingeniería que podían afectar la seguridad de manera marginal. Por lo tanto, los resultados obtenidos sirven para valorar pequeños cambios en la seguridad vial y no para valorar cambios mayores.

En cuanto al tratamiento de la variable riesgo como número de accidentes al año, se partió de la base que personas comunes se manejan con probabilidades objetivas, tal como las calcula un ingeniero vial, sino que la noción de riesgo se deriva un complejo proceso mental en el que las percepciones de riesgo y las actitudes hacia el riesgo juegan un papel relevante. La percepción sobre cuán segura es una ruta se debe a la propia experiencia de conducción así como de información recogida a través de los medios. Cuando los medios entregan información sobre accidentes viales, se reportan

los accidentes ocurridos, la cantidad de fatalidades o de víctimas graves, frecuencia de accidentes, pero (casi) nunca probabilidades de accidentes. La frecuencia con que una ruta es noticia en los medios, ayuda a las personas a crearse una idea de la peligrosidad de determinadas rutas. De ninguna manera, se sugiere que las personas mantengan cuentas mentales de accidentes por ruta, pero si creemos que los elementos anteriores ayudan a moldear la percepción del nivel de peligrosidad de las rutas, y no así valores objetivos de probabilidades. El argumento anterior está en línea con el concepto de probabilidad subjetiva desarrollado por Anscombe and Aumann (1963). Estos autores muestran como individuos racionales pueden derivar probabilidades subjetivas sin referencia alguna a probabilidades subjetivas. Así, Rizzi y Ortúzar (2006) sostienen que las personas pueden combinar sus propias percepciones de riesgo con información objetiva sobre frecuencia de accidentes a fin de determinar de su riesgo subjetivo de estar involucrado en un accidente. Como analistas, no es necesario conocer cuáles son las probabilidades subjetivas ni como se conforman, sólo nos basta que las personas puedan expresar sus preferencias en términos del número de accidentes viales y la evidencia señala que esto es posible. Bronfman y Cifuentes (2003) muestran que el uso del auto privado es un riesgo bien entendido y, por lo tanto, es plausible suponer que los individuos pueden expresar sus preferencias en relación a la seguridad vial (Nash, 1997). Así, en los tres estudios mencionados se decidió el uso de números de accidentes por año como variable proxy de los riesgos viales.

A continuación, se muestra el fraseo del texto introductorio para el caso de un viaje de Santiago a Valparaíso durante un fin de semana por un compromiso social:

“Usted debe viajar a la ciudad de Viña del Mar para atender un compromiso social. Este viaje presenta las siguientes características:

- tiene lugar durante un fin de semana normal (sin feriados extra);
- lo hace manejando su auto;
- lo paga enteramente usted (solo), incluido el peaje
- usted tiene que estar en Viña del Mar a más tardar a las 14:00 hrs. del día sábado;
- debe elegir entre dos rutas (ambas del tipo de la actual ruta 68 Santiago - Viña del Mar/Valparaíso), considerando los tres factores que siguen: valor del peaje, tiempo de viaje y la cantidad de accidentes fatales en cada ruta. Este último se define como la cantidad de accidentes al año en que muere al menos una persona que viaja en auto por la ruta.”

El contexto está claramente definido, la persona que responde la encuesta es el conductor, quien se hace cargo de todos los costos. La seguridad está definida de manera tal que afecta a quien conduce; de esta manera, se genera un incentivo a pensar principalmente en el bienestar de uno mismo.

La Tabla 1 presenta un ejemplo de una situación de elección: el ejercicio de PD requiere que se elija una ruta entre un par de alternativas posibles. Este tipo de ejercicio fue realizado nueve veces por cada persona encuestada. En cada escenario de elección, los niveles de los atributos tiempo de viaje, peaje y seguridad varían de acuerdo a un diseño experimental especialmente diseñado a fin de maximizar la cantidad de información a extraer de la muestra

Tabla 2. Una situación de elección típica

Situación de Elección N° _	Ruta 1	Ruta 2
Tiempo de viaje	1 hora 30min	2 horas
Accidentes fatales	12	20
Peaje (US\$)	8	5
	Elijo Ruta 1	Elijo Ruta 2

El trabajo de Hojean et al. (2005) obtiene la disposición al pago por reducir tanto el número de víctimas fatales como el número de víctimas seriamente heridas para dos rutas de Chile: la Ruta 68 (250 encuestados) y la Ruta 5 (245 encuestados), entre Santiago y Rancagua, ciudad ubicada a 100km de Santiago. Iragüen y Ortúzar (2004) estimaron la disposición al pago por reducir el número de víctimas fatales en calles urbanas de Santiago (320 encuestados). Ambas encuestas han sido de naturaleza similar a la descrita anteriormente, pero fueron realizadas a través de una página web.

Varios modelos han sido estimados; aquí nos concentraremos en los resultados obtenidos con los modelos logit binarios. La Tabla 2 entrega los estimadores puntuales y los intervalos de confianza al 95%. Se utilizan los acrónimos VRR para los valores por reducir una fatalidad y VSI para los valores por reducir un herido de gravedad. Por otro lado, R&O se refiere a Rizzi y Ortúzar (2003); I&O, a Iraguen y Ortúzar (2004); y HO&R a Hojman et al. (2005). Todos los valores han sido estimados en pesos chilenos del año correspondiente, ajustados por inflación a enero de 2005 según el precio de la UF y convertidos a dólares de enero de 2005 utilizando la tasa de cambio promedio que el Banco Central de Chile entrega.

Comparando R&O versus I&O, el VRR decrece manera pronunciada. Este resultado es esperado debido a que las calles urbanas son más seguras que las rutas interurbanas para los automovilistas. Por otro lado, la comparación de los VRR para la Ruta 68 entre R&O y HO&R es algo problemática. La última estima de manera conjunta el VRR y el VSI, mientras que la primera sólo el VRR. La teoría sugiere que cuando se valoran dos bienes en conjunto, el valor del *paquete* disminuye comparado con la valoración de ambos bienes por separado (Saelesminde, 2003). También, entre la realización de la encuesta de R&O y la de H,O&R, la Ruta 68 fue mejorada de manera sustancial, incluyendo su seguridad. Estos dos efectos podrían explicar la abrupta caída en el valor del VRR. Por último, un resultado inesperado fue el bajo monto del VRR para la Ruta 5, dado que se trata de una de las rutas más peligrosas de Chile. Se esperaba un valor sustancialmente mayor que el correspondiente a las Ruta 68.

Tabla 3. Estimadores puntuales e intervalos de confianza al 95% para modelos logit binarios (US\$)

	R&O ¹	O&I ²	HO&R – R68 ³	HO&R – R5 ⁴
VRR (muerte)	773.920	290.382	305.220	301.868
intervalo de Confianza 95% ⁵	660.779 – 948.861	263.370 – 324.147	227.133 – 340.677	201.023 – 398.183
VSI (herido de gravedad)			124,604	149,637
Intervalo de Confianza 95% ⁵			91,638 – 163,653	116,192 – 190,278

¹Rizzi y Ortúzar (2003); ²Iraguen y Ortúzar (2004); ^{3,4}Hojman *et al* (2005); ⁵Intervalos de confianza calculados en base a Armstrong *et al* (2000).

La diferencia entre el VRR y el VSI a partir de la encuesta de HO&R es bastante menor que la reportada en otros trabajos. Hojman *et al.* (2005) estiman el valor de evitar un herido grave en aproximadamente la mitad del valor de evitar una víctima fatal. Jones Lee *et al.* (1993), en un estudio pionero estimaron el valor de un herido grave en un 9,5 por ciento del valor del VRR. Este valor corresponde a un promedio ponderado de varios valores clasificados como heridos de gravedad en el Reino Unido, mientras que nuestra clasificación de heridos graves se deriva a partir de lo que los encuestados consideran un herido grave. En rigor, la comparación podría no ser válida.

Para todos los valores estimados, sus correspondientes intervalos de confianza al 95 por ciento muestran un margen superior entre 1,4 y dos veces el valor del margen inferior; por lo tanto, ambos extremos se mantienen en el orden de magnitud, lo que para este tipo de análisis resulta ser una variabilidad moderada. Tampoco se observa gran variabilidad entre los resultados de las diferentes muestras.

Si comparamos estos resultados a nivel internacional (Evans, 1994; EPA, 1999), el VRR en Chile resulta ser bajo. En primer lugar, el ingreso mensual personal en Chile es muy inferior al observado en países desarrollados. Segundo, la elasticidad de la utilidad en relación al consumo está íntimamente relacionada con la aversión al riesgo: a menor aversión al riesgo más cercano a uno se vuelve el primer valor. En particular, creemos que en Chile la aversión al riesgo de los automovilistas es menor que la de sus contrapartes en países desarrollados. Tercero, el alto valor obtenido en países desarrollados puede también deberse a sesgos introducidos por el uso del método de valoración contingente.

Por último, se destaca la importancia de conducir estudios locales a fin de estimar el valor de la seguridad vial. Si fuésemos a transferir valores estimados en países desarrollados podríamos cometer serios errores. Basándonos en Miller (2000), un estudio de alta reputación, el valor a transferir a Chile (ajustado a precios de 2005) se ubicaría en un rango entre US\$ 747.000 y US\$ 1.120.000. Estos valores calzan bien con los estimados por R&O para la Ruta 68 [US\$ 660.779 – US\$ 948.861], pero probablemente se deba a pura casualidad, especialmente si tenemos en cuenta que nuestra muestra tiene un ingreso personal promedio muy superior al que Miller le asigna a Chile para realizar la transferencia. Si, además, se comparan los valores de Miller con

los otros valores nuestros, deja de haber traslape. El defecto del estudio de transferencia realizado por Miller radica, en parte, en no controlar por la aversión al riesgo.

3 Conclusión

Los accidentes viales hacen incurrir a distintos agentes económicos en un sinnúmero de costos. Los accidentes con víctimas de gravedad son los que generan los mayores costos, siendo estos en su mayoría costos por pérdida de bienestar de las víctimas. Bajo la visión que el valor de los bienes y servicios se deriva a partir de las preferencias individuales, la pérdida de bienestar de las víctimas de los accidentes debería ser valorada según la disposición al pago de las personas afectadas por reducir los riesgos de accidentes. Este procedimiento ya es práctica común en varios países desarrollados (Trawen et al. 2002), y por mencionar algunos de ellos, nombramos al Reino Unido, Suecia, Noruega, Estados Unidos, Nueva Zelanda.

Aceptado el principio de la valoración de los riesgos de accidentes a partir de las preferencias individuales, debe decidirse cómo determinar dicho valor. La práctica más usual ha sido recurrir a estudios de valoración contingente. Estos estudios, tal como ya se explicó, presentan ciertas falencias que los vuelven poco confiables. De hecho, ya hacia comienzo de los años 90, el método había recibido severas críticas de parte de varios renombrados economistas (Hausman, 1993). Actualmente, se considera que una metodología superior es el uso de encuestas de preferencias declaradas (Louviere et al., 2000; McFadden, 2005), que permiten generar contextos de elección hipotéticos en donde los encuestados de manera implícita revelan su valoración por una mejor seguridad vial. Una encuesta adecuadamente diseñada, es de esperar, ha de producir resultados que puedan ser utilizados con mayor confianza en la evaluación coste-beneficio de medidas de seguridad vial.

Referencias

- Anscombe, F. y Aumann, R. (1963) A definition of subjective probability. *Annals of Mathematical Statistics* 34, 199-205.
- Armstrong, P., Garrido, R. and Ortúzar, J. de D. (2001). Confidence intervals to bound the value of time. *Transportation Research* 37E, 143-161.
- Arthur, W.B. (1981) The economics of risks to life. *American Economic Review* 71, 54 - 64.
- Azqueta Oyarzun, D. (1994) *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Mc Graw-Hill, Madrid.
- Beattie, J., Covey, J., Dolan, P., Hopkins, L., Jones Lee, M., Loomes, G., Pidgeon, N., Robinson, A. y Spencer, A. (1998) On the contingent valuation of safety and the safety of contingent valuation: Part 1 - caveat investigator, *Journal of Risk and Uncertainty* 17, 5-25.
- Bronfman, N. y Cifuentes, L. (2003) Risk perception in a developing country: the case of Chile. *Risk Analysis* 6, 1309-1323.
- Carthy, T., Chilton, S., Covey, J., Hopkins, L., Jones Lee, M., Loomes, G., Pidgeon, N. y Spencer, A. (1998) On the contingent valuation of safety and the safety of contingent valuation: Part 2 - The CV/SG "chained" approach. *Journal of Risk and Uncertainty*, 17, 187-214.
- EPA (1999) *The Benefits and Costs of the Clean Air Act, 1990 to 2010*. U.S. Environmental Protection Agency. November 1999, www.epa.gov/oar/sect812.
- Evans, A.W. (1994) Evaluating public transport and road research safety measures. *Accident Analysis and Prevention* 26, 411-428.
- Freeman, A.M. III (2003) *The Measurement of Environmental and Resource Values*, 2º edición. Resources for the Future, Washington D.C.
- Hammit, J. and Liu, J. (2004) Effects of disease type and latency on the value of mortality risk. *Journal of Risk and Uncertainty* 28, 73-95.
- Hanemann, M. (1991) Willingness to pay and willingness to accept: how much can they differ? *The American Economic Review* 81, 635-647.
- Hausman, J. (Ed.) (1993) *Contingent Valuation. A Critical Assessment*. North Holland, Amsterdam.
- Hojman, P., J. de D. Ortúzar y Rizzi, L.I. (2005) On the joint valuation of averting fatal victims and severe injuries in highway accidents. *Journal of Safety Research* 36, 377-386.
- Iragüen, P. and Ortúzar, J. de D. (2004) Willingness-to-pay for reducing fatal accident risk in urban areas: an internet-based web page stated preference survey. *Accident Analysis and Prevention* 36, 513-524.

- Jara Díaz, S.R. Galvez, T. y Vergará, C. (2000) Social valuation of road accident reductions. *Journal of Transport Economics and Policy* 34, 215-232.
- Jones Lee, M. (1994) Safety and the savings of life. En R. Layard y S. Glaister (Eds.), *Cost - Benefit Analysis*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Jones Lee, M. y Loomes, G. (1995) Scale and context effects en the valuation of transport safety. *Journal of Risk and Uncertainty* 11, 183-203.
- Jones Lee, M. y Loomes, G. (2003) Valuation of Safety. En D. Hensher y K. Button (Eds.), *Handbook of Transport and the Environment*. Elsevier, Amsterdam.
- Jones Lee, M., Hammerton, M. y Philips, P. (1985) The value of safety: results of a national sample survey. *The Economic Journal* 95, 49-72.
- Jones Lee, M., Loomes, G. y Philips, P. (1995) Valuing the prevention of non-fatal road injuries: contingent valuation vs standard gambles. *Oxford Economics Papers* 47, 676 - 695.
- Jones Lee, M., O'Reilly, D. y Philips, P. (1993) The value of preventing non-fatal road injuries: findings of a willingness to pay national sample survey. *TRL Working Paper WPSRC2*, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne.
- Lindberg, G., Ajo, P., da Silva, A.B., Crawford, C., Krupp, R., Osório Nunes. M.R., Peirson, J., Schneglberger, G. y Smolders, W. (1999), *Calculating Transport Accident Costs*. Final report of the expert advisors to the high level group on infrastructure charging, <http://www.ocs.polito.it/mobilitatrasporti/html/impatti/biblioteca/AccidentCosts.pdf>.
- Louviere, J.J., Hensher, D.A. y Swait, J.D. (2000) *Stated Choice Methods: Analysis and Application*. Cambridge University Press, Cambridge.
- McFadden, D. (2005) The *New Science* of Pleasure Consumer Behavior and the Measurement of Well-Being. Econometric Society World Congress, London, August 20, 2005, <http://elsa.berkeley.edu/wp/mcfadden0105/ScienceofPleasure.pdf>.
- Miller, T. (2000) Variations between countries in values of statistical life. *Journal of Transport Economics and Policy* 34, 169-188.
- Nash, C. (1997) Transport externalities: does monetary valuation make sense? In G. de Rus and C. Nash (eds.), *Recent Developments in Transport Economics*. Ashgate Press, London.
- Ortúzar, J. de D. (1994) *Modelos de Demanda de Transporte*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago.
- Ortúzar, J. de D. y Willumsen, L.G. (1994) *Modelling Transport*. 2º Edición, John Willey & Sons, Chichester.
- Rizzi, L.I. (2001) *Economía de los Accidentes Fatales: Una Aplicación al Caso de Seguridad Vial en Carreteras*. Tesis de Doctorado, Departamento de Ingeniería de Transporte, Pontificia Universidad Católica de Chile.

- Rizzi, L. I. (2005) Diseño de instrumentos económicos para la internalización de externalidades de Accidentes de Tránsito. *Cuadernos de Economía* 42, 283-305.
- Rizzi, L.I. y Ortúzar, J. de D. (2003) Stated preferences in the valuation of interurban road safety. *Accident Analysis and Prevention* 35, 9-22.
- Rizzi, L.I. y Ortúzar, J. de D. (2006) Estimating the Willingness-to-Pay for Road Safety Improvements. *Transport Reviews* 26, 471-486.
- Rizzi, L.I. y Ortúzar, J. de D. (2006) Road safety valuation under a stated choice framework. *Journal of Transport Economics and Policy* 40, 69-94.
- Saelesminde, K. (2003) Embedding effects in valuation of non-market goods. *Transport Policy*, 10, 59-72.
- Schelling, T. (1993) The life you save may be your own. En R. Dorfman y N. Dorfman, (Eds), *Economics of the Environment: Selected Readings*. New York, W. W. Norton & Company, Nueva York.
- Schwab Christe, N. y Soguel, N. Eds. (1995) *Contingent Valuation, Transport Safety and the Value of Life*. Kluwer Academic Publishers, Londres.
- Shepard, D. y Zeckhauser, R. (1984) Survival versus consumption. *Management Science* 30, 423-439.
- Trawen, A., Maraste, P. y Person, U. (2002) International comparison of costs of fatal accidents in 1990 and 1999. *Accident Analysis and Prevention* 34, 323 – 332.
- Viscusi, W. K. (1993) The value of risks to life and health. *Journal of Economic Literature* XXXI, 1912 - 1946.
- Viscusi, W., Maga, y Huber, (1991) Pricing environmental health risks. *Journal of Environmental Economics and Management* 21, 32 – 52.
- Viscusi, W. K. y Aldy, J.E. (2003) The Value of Statistical Life: a Critical Review of Market Estimates throughout the World. *Journal of Risk and Uncertainty*, 27, 5-76.