INFORME FINAL

(Versión Corregida)

ESTUDIO "ESTIMACION VALOR DE LA VIDA ESTADÍSTICA Y COSTO SOCIAL DE LESIONES EN EL CONTEXTO DE SINIESTRALIDAD DEL SECTOR TRANSPORTE - ETAPA 1"

Consultora: Capablanca Ltda.

Capablanca Ltda.
Economía Aplicada e Investigación Social

17 de julio 2023

INDICE

INTRODUCCION 6

SECCIÓN I. Objetivo N°1. Estado del Arte 7

1.Definición de VVE (VSL) 7
2.Enfoques para estimar VVE 9
2.1. Enfoque preferencias reveladas (RP) 10
2.2. Enfoque Preferencias Declaradas (SP) 13
2.2.1 Método de Valoración Contingente (CV) 15
2.2.2. Método de Experimentos de Elección (CE) 39
2.2.3 Diferencias entre metodologías de SP 53
3.Análisis comparativo entre enfoques usualmente utilizados para la estimación del Valor de la Vida Estadística 56
4.Revisión bibliográfica enfocada en la estimación de la DAP por disminución de riesgo de fatalidad para la estimación del VVE 59
5.Descripción y resumen de los estudios revisados 77
6.Métodos utilizados para la estimación de costos sociales asociados a lesiones atribuibles a siniestralidad de tránsito 97
7.Conclusiones 112

SECCIÓN II. Objetivo N°2. Metodologías Sectoriales, Fuentes de Información y Caracterización de la Seguridad Vial 116

1.1. Revisión de Metodologías 117
a. Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas (SECTRA, 2007) 117
b. Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos (SECTRA, 2014) 125
c. Metodología para la Valoración de Beneficios de Obras Anexas en Proyectos de Vialidad Interurbana (MDS, 2013) 131
d. Metodología Simplificada de Beneficios Sociales por Disminución de Accidentes en Proyectos de Vialidad Interurbana (MDS, 2013) 134

e. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano (MDS, 2017) 134
f. Metodología de Evaluación de Proyectos de Caminos de Bajo Estándar (MIDEPLAN, 1996) 136
g. Manual de Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MESPIVU) (MDS- SECTRA, 2013) 137
h. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Intermedia (MDS-2,2017) 138
i. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Local (MDS-2, 2016) 138
j. Metodología para la Formulación y Evaluación de Planes Maestros de Ciclo-Rutas (MDS, 2013) 139
k. Metodología para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Transporte Ferroviario (MDS, 2016) 140
l. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria (MDS, 2014) 140
m. Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Pequeños Aeródromos (MDS-2, 2013) 141
n. Instructivo Metodológico para Implementar Puntos de Posada para Emergencias y Desastres (MDS-3, 2016) 141
1.2. Estimación de costos de lesiones por accidentes de tránsito 142
1.3. Conclusiones del Análisis de Metodologías 143
2. Identificación y análisis de las fuentes de información secundaria existentes 149
2.1. Información de Carabineros de Chile 149
2.2. Boletines Estadísticos de la Asociación de Aseguradores de Chile A.G. 151
2.3. Base de Datos de Fallecimientos del DEIS 152
3. Caracterización de la Seguridad Vial en Chile 153
General 153
Accidentes en Zonas Rurales por Trimestre 158
Accidentes en Zonas Urbanas por Período del Día 159
Características de las personas involucradas en accidentes 160
Tipo de lesión en accidentes viales 163
Características de los Vehículos involucrados en Siniestros Viales 165

Comparación de estadísticas de fallecimientos del OS2 de Carabineros y el DEIS 166
Resumen y Conclusiones 168

Sección III. Recomendaciones y Propuesta para el Desarrollo de la Etapa II 173

1. Descripción de criterios y justificación para la selección de enfoques para determinar VVE y costo social de lesiones 173
1.1 Descripción de Enfoques y Criterios de Selección 173
1.2 Recomendaciones para mejorar la conciliación de las distintas fuentes de información 176
1.3 Mejoras en herramientas metodológicas 179
1.4 Resumen del capítulo 182
1.4.1 Sobre los criterios y justificación 182
1.4.2 Sobre la conciliación de fuentes de información 183
1.4.3 Sobre la propuesta de mejoras en herramientas metodológicas. 183
2. Análisis, criterios y recomendaciones para la modelación econométrica 184
2.1 Aspectos Generales 184
2.2 Antecedentes 184
2.3. Procedimiento 188
3. Recomendaciones para el diseño y pilotaje de encuestas para estimar la disposición a pagar por reducción de muertes en siniestros de tránsito 191
4. Guía de orientación para el diseño y pilotaje de instrumentos a llevarse a cabo en la etapa II del estudio de VVE. 197

4.1 Identificación del objetivo de la encuesta 202
4.2 Clarificar el problema 191
4.3 Determinar el objetivo de la encuesta 205
4.4 Establecer el alcance 207
4.5 Definir la población objetivo 210
4.6 Elegir el tipo de encuesta 211
4.7 Aspectos del análisis cualitativo y los focus group en el pilotaje ... 197
4.8 Definir una prueba piloto 219
4.9 La muestra 219

4.9.1 Definir el universo 219
4.9.2 Determinar el tamaño de la muestra 220
4.9.3 Seleccionar el método de muestreo 220
4.9.4 Establecer los criterios de inclusión 225
4.9.5 Seleccionar la muestra 226
4.9.6 Validar la muestra 226
4.9.7 Evaluar la calidad de la muestra. 227
4.10 Diseño del cuestionario 228
4.10.1 Establecer las preguntas 228
4.10.2 Utilizar preguntas abiertas y cerradas 229
4.10.3 Evitar preguntas ambiguas o confusas 230
4.10.4 Utilizar escalas de medición 230
4.10.5 Probar el cuestionario 213
4.11 Identificación del método de pago 231
4.11.1 Viabilidad 233
4.11.2 Impacto en la población 234
4.11.3 Efectividad 235
4.11.4 Aceptabilidad 236
4.12 Pilotaje del cuestionario 238
4.12.1 Seleccionar participantes 239
4.12.2 Verificar la comprensión de las preguntas 240
4.12.3 Evaluar la validez de las preguntas 219
4.12.4 Identificar posibles problemas técnicos 250
4.12.5 Establecer la duración adecuada del cuestionario 250
4.12.6 Evaluar la calidad de las respuestas 251
4.12.7 Realizar cambios y mejoras 253
4.13 Realización de la encuesta definitiva 254
4.13.1 Procedimiento de contacto 254
4.13.2 Capacitación de los encuestadores 256
4.13.3 Aplicación del cuestionario 256
4.13.4 Verificación de la calidad de los datos 256
4.14 Replicabilidad 257

4.15 Resumen de las recomendaciones de capítulo 258

Sección IV. Bibliografía 263

ANEXO 285
Instructivo Metodológico para la incorporación de Beneficios por Reducción de Accidentes en la Formulación de Iniciativas de Inversión del Sector Transporte. 285

Introducción 287
Indicaciones Generales 289
Tipos de IDI a las que se Aplica el Instructivo 289
Criterios de Aplicación 289
Consideraciones Adicionales 290
Metodologías para la Estimación de BRS en la Evaluación Social de Proyectos de Transporte 292
Definiciones Iniciales 292
Información Básica para la Estimación de Siniestros 292
Tasa de Siniestros definida por MDSF 292
Estimación de la Tasa de Siniestros 293
Tipo de Siniestros 293
Tipo de Lesiones 294
Estimación de Beneficios por Reducción de Siniestros 294
Corrección de Fallecidos y Lesionados Graves 295
BRS en Proyectos Viales 296
Proyectos de Vialidad Interurbana 297
Proyectos de Vialidad Urbana 300
BRS en Iniciativas de Planes Maestros de Ciclo-rutas 307
Planes Maestros de Ciclo-rutas 307
Iniciativas de Ciclovías 308
BRS en Proyectos Ferroviarios 309
Bibliografía específica utilizada para el desarrollo del Instructivo BRA 312
Anexo de Tablas 314

INTRODUCCION

El presente informe se divide en 4 partes o secciones, las 3 primeras (I, II, y II) responden, respectivamente, a cada uno de los 3 objetivos específicos, 1, 2 y 3;

La Sección I del informe describe el estado del arte a través de una revisión bibliográfica nacional e internacional referente a la estimación del Valor de la Vida Estadística (VVE) y los costos sociales de lesiones.

La Sección II del informe presenta una revisión de las diferentes metodologías de evaluación del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) a partir del cual se describen los métodos y técnicas para la estimación de beneficios por reducción de accidentes. Se presenta una revisión de las diferentes fuentes de información de accidentes viales en Chile y, con base en las fuentes de información revisadas, se realiza una caracterización de la seguridad vial en Chile.

Respondiendo al objetivo específico N°3 de "Recomendaciones y Propuesta para el Desarrollo de la Etapa II", la Sección III expone, por capítulos, cada una de las actividades asociadas que son el resultado, tanto del análisis realizado durante el desarrollo del estudio, como de la elaboración de guías de orientación para, primero, el diseño y pilotaje de instrumentos (para la etapa II del estudio) y, segundo, para la incorporación de los beneficios por reducción de accidentes en el sector transporte.

Finalmente, en la Sección IV se expone la bibliografía consultada y revisada durante el desarrollo de las distintas secciones del estudio, y que permitió establecer y recomendar un marco teórico y metodológico que guie las siguientes etapas del estudio.

SECCIÓN I. Objetivo N°1. Estado del Arte

1. Definición de VVE (VSL)

Un enfoque económico para evaluar los beneficios resultantes de la reducción de los riesgos de muerte o lesiones es el de Valor de la Vida Estadística (VSL en su sigla en inglés). En el caso de valorar reducciones en lesiones se denomina Valor Estadístico de lesiones (VSI en su sigla en inglés). El VSL (VSI) proporciona una medida monetaria de los beneficios de evitar muertes y/o lesiones, por lo que, en el ámbito del transporte, es utilizado para la evaluación costo-beneficio de las inversiones en infraestructura vial, en proyectos ferroviarios; como nuevas líneas, extensiones de líneas y proyectos asociados a la seguridad ferroviaria. También es utilizado como indicador en la planificación del mantenimiento de las carreteras y autopistas, y en las decisiones de control del tráfico, tales como la limitación de la velocidad o restricciones a la circulación.

El VSL representa la cantidad de ingresos (valor monetario) que las personas están dispuestas a intercambiar por cambios en el riesgo de muerte o lesiones. Es decir, representa las compensaciones que hace un individuo entre aumentos o disminuciones en la probabilidad de muerte (percibidos o reales) y un cambio en sus ingresos, que puede expresarse en disposición a aceptar (DAA) compensación por aumentos de riesgo o disposición a pagar (DAP) por disminuciones de riesgo. En jerga económica el VSL equivale a la tasa marginal de sustitución individual entre dinero y riesgo de mortalidad. En otras palabras, el VSL refleja la disyuntiva entre el riesgo de muerte y dinero (Alberini et al., 2006; Kniesner y Viscusi, 2005). Por esta razón los estudios de VSL intentan estimar en forma directa o indirecta la suma de dinero cada individuo está dispuesto a pagar por una reducción en el riesgo de muerte prematura, por ejemplo, al sufrir un accidente de tráfico (Hammitt y Robinson, 2011; Robinson y Hammitt, 2015; Viscusi, 2003).

Es importante aclarar algunos tópicos relativos al VSL. Primero, el VSL no mide el valor de la vida de una persona específica sino el valor estadístico, es decir el valor de cambios en la probabilidad de muerte. Como tal no está enfocado en estudiar el valor de la vida de un individuo en particular (está pregunta está fuera del ámbito del análisis económico sino más bien en el ámbito de la filosofía). Muchas veces se confunde el VSL con el valor de dinero que una persona estaría dispuesta a pagar por evitar una muerte segura (suya

o la de un cercano). Esta pregunta tiene una respuesta trivial (todo el ingreso disponible) y por lo tanto carece de interés para el análisis económico. Segundo, se suele criticar el uso del dinero como expresión del VSL aduciendo a criterios morales opuestos a la mercantilización de bienes intangibles (como la vida). Desde la perspectiva económica, el dinero es simplemente un "numerario" es decir un elemento de comparación del valor subjetivo que tienen los individuos del valor relativo de los bienes. El uso del dinero es simplemente por conveniencia práctica, bien podría hacerse el análisis con otro bien (sacos de arroz, por ejemplo). Usar otro numerario distinto al dinero es una práctica común en economías no monetizadas. El problema central, la disyuntiva entre reducción de probabilidad de muerte y reducción en la "riqueza" no se altera por cambiar el numerario. En tercer lugar, y relacionado con lo anterior, el estimar el VSL, no busca entregar un valor abstracto construido por la teoría económica. Si no que, por el contrario, la estimación del VSL intenta reflejar "transacciones" que los individuos realizan diariamente en torno a su probabilidad de muerte. Por ejemplo, decisiones del medio de transporte que utilizan, de tipo de vivienda en que habitan, decisiones sobre fumar o no fumar, visitar a un médico o no, entre muchas otras, implican decidir cuánto estamos dispuestos a invertir para reducir nuestra probabilidad de muerte. Los estudios de VSL intentan simplemente hacer explícita esta "transacción". Cuarto, es razonable pensar que las estimaciones del VSL están condicionados a los niveles de ingreso de las personas y, por lo tanto, no todos son "tan libres de elegir" como otros, por ejemplo, ciertas opciones (como vivir en un departamento antisísmico o comprarse un auto dotado con varios elementos de seguridad) no están disponibles para todas las personas dado su nivel de ingresos. Aunque el argumento es en principio correcto, este ignora que el VSL precisamente intenta capturar estas decisiones bajo restricciones de recursos (problema económico). Si no existieran estas restricciones no tendría sentido el análisis económico. En otras palabras, ante dos políticas públicas que reducen la probabilidad de muerte, cuando se puede escoger solo una de ellas porque no se tienen los recursos para financiar ambas, estimar el VSL ayuda a informar en este proceso de decisiones.

Finalmente, es importante mencionar que la disposición a pagar (o aceptar) refleja el *cambio en el bienestar* de las personas ante cambios en la probabilidad de muerte. El cambio en el bienestar definido por la teoría económica refleja "cuánto mejor" o qué tan deseable es una alternativa frente a otra. Para la formulación de políticas, es crucial saber si la sociedad estará mejor o peor después de la política. La estimación de la disposición a pagar refleja el cambio en el bienestar de la sociedad para asegurar una reducción del riesgo en el futuro (Alberini y Chiabai, 2007a). Es por esto por lo que el VSL es un componente trascendental en las evaluaciones de políticas públicas, ya que las estimaciones de VSL contribuyen al análisis de costo-beneficio de programas o iniciativas que reducen la probabilidad de muerte. El VSL no solo se utiliza para evaluar políticas de seguridad del transporte, sino que también en otros ámbitos relacionados con las políticas de salud, mercado del trabajo y en la reducción de la contaminación ambiental (Hammitt 2000; Viscusi y Aldy, 2003; Ashenfelter, 2006; DeLeire et al., 2013; Greenstone et al., 2012; Hammitt y Herrera-Araujo, 2018; Kniesner y Viscusi, 2019).

El valor monetario de reducir el riesgo de mortalidad vial, junto con el valor monetario de reducir el tiempo de viaje son componentes principales en la estimación de beneficios de proyectos de infraestructura vial que mejoren la seguridad de sus usuarios (Andersson y Lindberg, 2009). Kniesner y Viscusi (2019) señalan que desde la década de 1980 el VSL se ha convertido en el criterio económico más relevante para la evaluación de las regulaciones de política en los Estados Unidos, y posteriormente en otros países (Viscusi & Masterman, 2017). Las agencias reguladoras del medio ambiente, por ejemplo, desde finales de los 90s en Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Suecia y Nueva Zelanda, han utilizado estimaciones del VSL para evaluar los beneficios de las normas ambientales que se han propuesto (Viscusi y Aldy, 2003). En estos países, un importante porcentaje de los beneficios totales estimados en los análisis de costo beneficio de las políticas evaluadas, corresponde a las estimaciones del valor de la reducción del riesgo de mortalidad. Por ejemplo, más del 90% de los beneficios totales que fueron estimados para evaluar los beneficios y costos de la Ley de Aire Limpio: 1990–2010, proviene de la reducción del riesgo de mortalidad (U.S. EPA, 1999). Por ello, es importante disponer de estimaciones confiables del VSL para poder realizar un análisis costo-beneficio preciso para la toma de decisiones.

2. Enfoques para estimar VVE

Para estimar el VSL suelen utilizarse dos enfoques: preferencias reveladas (RP) o preferencias declaradas (SP). En los estudios de RP, la información se obtiene a partir de situaciones reales en las que los individuos toman decisiones, implícita o explícitamente, entre los ingresos y el riesgo de muerte. Es decir, un escenario en que los individuos ***revelan*** cuánto valoran la reducción del riesgo de mortalidad en sus decisiones. Por ejemplo, en el caso del mercado del trabajo, es posible estimar el VSL debido a la existencia de un intercambio entre la disposición a aceptar un salario más alto como compensación monetaria por un mayor riesgo de muerte (Viscusi y Aldy, 2003).

El enfoque de SP utiliza cuestionarios para determinar el valor que un encuestado le da a cambios en la probabilidad de muerte. En el cuestionario el individuo se enfrenta a una o varias situaciones hipotéticas donde debe expresar sus preferencias por esos escenarios. Aunque a primera vista puede parecer extraño descansar en preguntas directas sobre el valor de la reducción de probabilidad de muerte, existen sólidos argumentos a favor del uso de esta metodología. En particular, SP nos permite evaluar situaciones que no existen en la realidad pero que son relevantes para el diseño de las políticas públicas. Lo importante es que la encuesta asegure la "consecuencialidad" de las respuestas. Esto quiere decir, que el individuo debe creer que su respuesta será usada en la toma de decisiones y que tendrá implicancias para su vida cotidiana en términos de la reducción en probabilidad de muertos como en el hecho de tener que pagar por ello. SP es conocido como métodos hipotéticos, generando gran controversia sobre como a partir de situaciones hipotéticas se puede derivar implicancias de política pública. En la práctica, un estudio de SP es significativamente más complejo que un

estudio de opinión pública (como encuestas de intención de voto), por lo que el adjetivo de "hipotético" es simplemente una simplificación semántica. Durante el proceso de encuestado se les debe preguntar directamente a los individuos cuánto están dispuestos a pagar por un cambio en la cantidad de un bien, o alternativamente, cuánto exigirían como compensación por un cambio que no se llevó a cabo. Las principales metodologías para determinar los valores para una situación hipotética son Valoración Contingente (CV) y Experimentos de Elección (CE).

Tener dos enfoques validados para estimar el VSL plantea la cuestión de cuál es más apropiado para utilizar. Alberini y Ščasný (2011) afirman que para evaluar las políticas públicas que incluyen seguros de vida o ahorro, se debe usar SP porque los encuestados están respondiendo directamente a una pregunta de disposición a pagar (WTP en inglés) para reducir el riesgo de muerte. La flexibilidad de los métodos de SP permite estimaciones en diferentes grupos de personas y contextos (por ejemplo, desempleados, enfermos, adultos mayores y niños) y, por lo tanto, no se limita solo a trabajadores como el enfoque de RP.

A pesar de lo anterior, algunos autores han planteado que la metodología utilizada en los estudios de SP no captura de manera robusta la variación relacionada con los tramos de edad para los montos del VSL ya que, según la teoría económica, la forma funcional del VSL debería presentar un patrón en forma de U invertida a lo largo de los años (Viscusi, 2012). Sin embargo, los estudios de SP no muestran ese patrón ni ninguna tendencia clara hacia él (Krupnick y Cropper, 2020).

De esta manera, tanto SP como RP, a pesar de los cuestionamientos entre los investigadores respecto a las ventajas de cada uno por sobre el otro, se han utilizado simultáneamente para la estimación del VSL. A continuación, se procederá a describir ambos enfoques, con sus respectivas técnicas que se utilizan.

2.1. Enfoque preferencias reveladas (RP)

El enfoque de RP considera principalmente la compensación entre los salarios y el riesgo de muerte en las actividades laborales (Hersch y Viscusi, 2010; Kniesner et al., 2006; Leigh, 1995; Moore y Viscusi, 1988; Rafiq et al., 2010). Los estudios de RP utilizan datos del mercado laboral para realizar estimaciones econométricas usando como variable dependiente el logaritmo del salario y como variables explicativas n conjunto de atributos de los individuos (educación, edad y sexo), atributos del trabajo (tipo de contrato y horas trabajadas) y tasa de mortalidad relacionada con la industria, empresa, o sector en la que trabaja el individuo (manufactura, transporte, administración y servicios públicos) (Parada-Contzen et al., 2013; Shanmugam, 2001; Viscusi, 2003).

Thaler y Rosen (1976) fueron de los primeros en utilizar este concepto, para determinar el valor de las reducciones del riesgo de mortalidad, estimando a través del método de salario hedónico (HWM) para los Estados Unidos, y obtuvieron un valor entre US$0,586

y US$10,62 millones (actualizados al 2022). En su modelo desglosan el salario, en función del conjunto de atributos de los individuos, del trabajo y de la tasa de mortalidad. Cada factor (variable explicativa) tiene un "precio implícito" que refleja su contribución o retribución al salario. Esta es un valor estimable del precio o salario observado. Así, el salario puede determinarse por la agregación de los precios implícitos de dichos atributos. Mediante procedimientos econométricos se calcula la ponderación de las variables que determinan el salario.

Es decir, el enfoque hedónico se caracteriza por dos etapas de análisis. La primera tiene como objetivo estimar la función de salarios hedónicos, utilizando los precios del salario y del conjunto de atributos. En esta etapa también se obtienen los precios implícitos de dichos atributos y la estructura de preferencias. La segunda etapa consiste en la estimación de las funciones de demanda de las características del salario obtenidos anteriormente (Taylor, 2003; Palmquist 2005; Bockstael y McConnell, 2007), aunque esta segunda etapa es menos usada en VSL. En el caso particular de la estimación del VSL, este método supone que las funciones en el trabajo son heterogéneas en sus atributos, incluyendo los riesgos de mortalidad y otros riesgos que pudiesen existir. En el modelo, los riesgos se consideran como una situación no deseada y se asume que los trabajadores podrían estar dispuestos a sacrificar una parte de sus salarios para participar en trabajos menos riesgosos. Esta compensación entre los niveles de riesgo laboral y salarios se utiliza para calcular el VSL o el valor de lesiones estadístico (VSI) utilizando los coeficientes de una función de salarios hedónicos (primera etapa).

Otra forma de RP para estimar VSL utiliza observaciones de decisiones sobre el consumo individual en otros mercados reales (Viscusi y Aldy, 2003) y estimar el impacto en el precio de ese bien de atributos asociados a seguridad. En el ámbito del transporte, para estimar el VSL, se han considerado decisiones de los consumidores sobre, por ejemplo, la compra de un vehículo (Atkinson y Halvorsen, 1990), productos de seguridad como los cascos de bicicleta (Jenkins et al., 2001), y la decisión de los conductores de automóviles de usar o no el cinturón de seguridad (Blomquist, 1979; Hakes y Viscusi, 2007). Por ejemplo, Atkinson y Halvorsen (1990) utilizaron esta técnica para estimar la disposición a pagar por cambios en la probabilidad de muerte, inferida a través del comportamiento de las personas en situaciones del mercado estadounidense de automóviles. Aquí las decisiones de qué atributos de seguridad incluir al automóvil comprado (y por lo tanto en su precio) ayudan a determinar el VSL. Dreyfus y Viscusi (1995) estudiaron las preferencias de las personas en el tiempo, así como la eficiencia en el consumo de combustible, estimando una tasa de descuento implícita para seguridad y gasto de combustible, mientras que Mount et al. (2001) obtuvieron valores de reducción de riesgo de mortalidad para niños y ancianos, asociados a las características de los automóviles.

La aplicación de modelos de salarios hedónicos (HWM) se observa principalmente en países desarrollados, principalmente en los Estados Unidos, con algunos estudios en el Reino Unido, Canadá y Japón (Baranzini y Luzzi, 2001; Cousineau et al., 1992; Kniesner

y Viscusi, 2019; Marín y Psacharopoulos, 1982; Siebert y Wei, 1994; Viscusi y Aldy, 2003) y algunas excepciones en países en desarrollo (Mardones y Riquelme, 2018; Parada-Contzen et al., 2013; Parada-Contzen, 2019).

Las estimaciones de VSL y VSI basadas en el HWM se han centrado en la estimación y refinación de cuestiones econométricas, como la forma funcional de la ecuación salarial, la fiabilidad de datos de riesgo, y la presencia de problemas de endogeneidad (Riera et al. 2007). Como Siebert y Wei (1994) han sugerido, un problema específico en la estimación de VSI es que los datos sobre lesiones no fatales pueden no ser tan satisfactorios como los datos sobre lesiones fatales debido a los datos de accidentes se presentan agregados (graves, menos graves, no graves) y regularmente están altamente correlacionados con los accidentes fatales generando problemas de multicolineales severa en las regresiones.

El método de HWM considera una ecuación semilogarítmica del siguiente tipo:

$$ln(w_{it}) = \beta_0 + \beta_1 J_{it} + \beta_2 X_{it} + \delta r_{it} + \mu_{it}$$

donde $ln(w_{it})$ es el logaritmo natural del salario por hora del individuo i en el tiempo t; J es una matriz de variables relacionadas con las características del trabajo del individuo i en el tiempo t, X es una matriz de variables demográficas del individuo i en el tiempo t, r es la tasa de mortalidad del individuo i en el tiempo t y μ_{it} es el término de error. Los investigadores generalmente estiman esta ecuación utilizando mínimos cuadrados ordinarios (Olson, 1981), o modelos de panel con efectos fijos (FE) o efectos aleatorios (RE), dependiendo del tipo de datos. Después de estimar la ecuación, VSL toma la siguiente forma:

$$VSL = \underline{w} * \hat{\delta} * h * s$$

donde $\underline{w}$ es el salario promedio de la muestra, $\hat{\delta}$ es la elasticidad entre salario y riesgo, h es el escalar del salario (es decir, si el autor usa salario por hora, h debe ser las horas trabajadas en un año), y s es el escalar de riesgo (es decir, generalmente las tasas de letalidad se presentan como "1 en 100,000", por lo tanto, s será igual a 100,000).

Una medida del riesgo de mortalidad que suele utilizarse es la tasa de mortalidad según sea la categoría ocupacional del trabajador. Luego, puede estimarse teniendo información respecto a los datos disponibles de muertes relacionadas con el trabajo, la cual corresponde al numerador de la medida del riesgo de mortalidad, y el número de empleados en el grupo de la industria-ocupación es el denominador de la medida del riesgo de mortalidad.

Con una medida de riesgo de mortalidad expresada como muertes por cada 100.000 trabajadores y un año de trabajo típico de 2.000 horas, el valor de una vida estadística es VSL = α × exp(ln(w)) × 100.000 × 2000.

Aunque el método de RP es ampliamente utilizado, tiene muchas limitaciones importantes desde la perspectiva de los objetivos de este estudio. Primero, las estimaciones de salarios hedónicas están llenas de problemas econométricos difíciles de resolver como endogeneidad, multicolinealidad, variabilidad limitada de datos de riesgo. Esto limita mucho la confiabilidad de los resultados. Esto explica los pocos estudios existentes a nivel nacional (solo tres). Segundo, aunque se pudieran estimar confiablemente los valores del VSL usando salarios hedónicos, estos valores no necesariamente reflejan el VSL asociado a cambios en probabilidad de muerte en transporte. El VSL depende de aspectos como la controlabilidad, preocupación, experiencia, edad, entre otros aspectos que varían significativamente en el mercado laboral con respecto al transporte. En tercer lugar, RP solo permite estimar el VSL para situaciones actuales, no hipotéticas. La mayoría de los objetivos de política pública incluyen intervenciones no observadas previamente, por lo que el estimador de VSL puede estar sesgado si no se consideran estos nuevos escenarios. Todos estos problemas pueden resolverse adecuadamente usando preferencias declaradas.

2.2. Enfoque Preferencias Declaradas (SP)

En este enfoque se utiliza una metodología directa para recoger datos que reflejen las preferencias de los individuos por distintos escenarios que representan posibles cambios en la probabilidad de muerte. Usando cuestionarios, los individuos son confrontados a distintas opciones (hipotéticas) donde deben seleccionar alguna de ellas. Estas encuestas presentan escenarios hipotéticos de reducción (o incrementos) en el riesgo de muerte, y los encuestados tienen la oportunidad de declarar su disposición a pagar (WTP) (o voluntad de aceptar, WTA) por esos cambios (Guignet y Alberini, 2015). En la mayoría de los casos el "precio" es un atributo más dentro de un conjunto de atributos que componen la política a evaluar. Es decir, el valor de la reducción en la probabilidad de muerte está implícito en las decisiones que toma el entrevistado. Para ser más claros sobre este punto, los individuos rara vez declaran en forma abierta cuánto están dispuestos a pagar por el "bien", sino que el valor se debe derivar a través del proceso de estimación econométrica de un modelo de elección.

Los métodos de preferencias declaradas se utilizan cuando los analistas tienen un conocimiento limitado sobre las alternativas de decisión, las creencias y las consecuencias que enfrentan los individuos, o cuando no existen datos de mercado por el bien o servicio de interés. En la literatura, los escenarios de riesgo más comunes están relacionados con el transporte (seguridad vial), la salud (por ejemplo, el riesgo de cáncer) y el medio ambiente (contaminación) (Alberini et al., 2006; Alberini y Ščasný, 2011; Alberini et al., 2007; Andersson, 2007; Carthy et al., 1998; Guignet y Alberini, 2015).

Existen dos técnicas de SP: la valoración contingente (CV) y los experimentos de elección (CE). Ambas se basan en la creación de mercados hipotéticos en los que los encuestados eligen, entre un conjunto de alternativas, la que más prefieren. Las alternativas varían

entre el nivel de riesgo de mortalidad y el costo para el individuo de elegir entre otros posibles atributos (Fifer et al., 2014). Mientras que en la CV las personas se enfrentan generalmente a una simple pregunta binaria de "Sí o No", en el CE se presenta a los encuestados una serie de preguntas hipotéticas sobre múltiples alternativas. En ambos casos, las respuestas se utilizan para estimar la estructura de preferencias de los individuos mediante un modelo de elección discreta (Train, 2009).

A principios de los años 80s y 90s, algunos autores comenzaron a utilizar el método de SP, inicialmente el método de valoración contingente (CV), para estimar el VSL en países como Austria, Estados Unidos y el Reino Unido (Carthy et al., 1998; Hammerton et al., 1982; Hammitt, 1990; Maier et al., 1989). Posteriormente, se incorporó el uso de experimento de elección (CE) para recoger evidencia con respecto al VSL (Carlsson et al., 2010; Chilton et al., 2002; Niroomand y Jenkins, 2017; Rizzi et al., 2014). Los métodos de CV y CE se han utilizado ampliamente para estudiar las preferencias de riesgo debido a su flexibilidad y capacidad para obtener preferencias a partir de situaciones hipotéticas (Hensher, Rose y Greene, 2005).

Debido a la vasta literatura sobre el tema, varios estudios han realizados metaanálisis o revisiones sistemáticas para resumir los resultados (Bellavance, Dionne, & Lebeau, 2009; Dekker, Brouwer, Hofkes y Moeltner, 2011; Keller, Newman, Ortmann, Jorm y Chambers, 2021; Viscusi & Aldy, 2003; Viscusi & Masterman, 2017). Algunos hallazgos en esta área de investigación han asociado la WTP por la reducción del riesgo con características de la población como el ingreso de los hogares, el nivel de referencia de riesgo y las variables culturales y demográficas (Alberini, Cropper, Krupnick y Simon, 2004; Alberini & Ščasný, 2011; Aldy & Viscusi, 2007; Aldy & Viscusi, 2008; Robinson, Sullivan y Shogren, 2020; Smith, Evans, Kim y Taylor Jr, 2004).

La estimación del VLS implica calcular la variación marginal de la disposición a pagar por un cambio en el riesgo de morir ante un cambio marginal en la probabilidad de muerte, con lo que la fórmula para calcular el VSL utilizando la técnica SP es $VSL=\partial WTP/\partial R$, (Aimola, 1998; Iragüen y Ortúzar, 2004; Liu et al., 2005; Perreira y Sloan, 2002). De esta manera, el VSL puede describirse de manera equivalente como la WTP total por un grupo de N personas que experimentan una reducción uniforme de 1/N en su riesgo de morir. Por ejemplo, si existe un grupo de 10.000 individuos y cada uno de ellos está dispuesto a pagar 30 US$ para reducir su propio riesgo de morir en 1 en 10.000, el VSL implícito en esta WTP es 30/0,0001 US$, o 300.000 US$.

Una de las razones de la popularidad de los métodos SP es que las estimaciones de VSL parecen ser más estables que las estimaciones provenientes de estudios de salarios hedónicos Strand (2001). A mediados de la década de 1990, las magnitudes de las estimaciones del VSL en el ámbito de transporte estaban en un amplio rango, donde varían desde menos de 770.000 USD hasta 58 millones USD (actualizado al 2022) (deBlaeij et al., 2003). Mientras que, a principios de los 2000s, las estimaciones centrales de VSL estaban en el rango de 6,96-11,56 millones USD (actualizado al 2022)

(Strand, 2001). También las estimaciones dependen del país en donde se realicen los estudios, ya que por ejemplo Yang et al (2016) estimaron el VSL para los motoristas chinos en USD 662,286. Lo anterior parecería indicar las diferencias específicas existentes en cada país, por lo que sería necesario realizar más estudios a nivel nacional (Bahamonde-Birke et al., 2015; Flügel et al., 2019)[1].

A continuación, se procede a describir los métodos de CV y CE, respectivamente.

2.2.1 Método de Valoración Contingente (CV)

El método de valoración contingente estima el valor que una persona le da a un bien, simulando un mercado para el bien en cuestión, mediante una encuesta aplicada a los consumidores potenciales. En dicha encuesta, se les pregunta por la máxima cantidad de dinero que pagarían (o aceptarían) por el bien si tuvieran que comprarlo (o renunciar a este), tal como lo hacen con los demás bienes. De ahí se deduce el valor que para el consumidor medio tiene dicho bien. No obstante, el método de CV requiere seguir estrictas guías metodológicas (Arrow et al, 1993, Johnston et al., 2017) para ser considerados en el diseño de políticas públicas (en particular para ser incluidos en juicios por daños y perjuicios en Estados Unidos).

Más específicamente, el método de CV selecciona una muestra de encuestados a los cuales presenta un escenario hipotético de política que reduciría el riesgo de muerte. Aunque algunos estudios de VC preguntan directamente al encuestado su disposición a pagar (denominado formato abierto,). La práctica más habitual y recomendada es usar un formato cerrado o dicotómico, en el cual la reducción en la probabilidad de muerte está asociada con un pago específico (A_t). Frente a un valor A_t y una reducción del riesgo Δr el individuo decide sí está o no dispuesto a pagar (respuesta dicotómica sí/no). Este pago varía aleatoriamente entre los entrevistados de tal forma de poder estimar la función de sobrevivencia o función de probabilidad de pago. Se espera que a mayor el valor de A_t menor sea la probabilidad de que el individuo esté dispuesto a pagar. Aunque en principio se puede preguntar por la voluntad de aceptar una compensación (WTA) por un aumento en el riesgo de muerte en un accidente de tráfico, esta alternativa es poco usada y no muy recomendada en la literatura.

Es importante considerar que la encuesta debe tener otras secciones igualmente bien definidas. Por ejemplo, se debe definir adecuadamente el cambio en el riesgo. A los encuestados también se les debe presentar información sobre los antecedentes o naturaleza del riesgo que una política o iniciativa afectará. Además, se debe declarar la latencia del proyecto (cuánto tiempo transcurre antes de que comience la reducción del

[1] Otras estimaciones del VSL en el ámbito de transporte se presenta mas adelante

riesgo), cuando se debe pagar, qué mecanismo se usará para el pago (vehículo de pago) que puede ser impuestos, donaciones, pago en cuentas de agua o luz, etc.

En este método de valoración, la encuesta representa el "mercado hipotético", por lo que debe proveer toda la información relevante para la correcta toma de decisiones, por parte del individuo. La utilización de este mecanismo supone que los individuos tienen interés en mostrar sus verdaderas preferencias, y que los individuos están de acuerdo en contribuir en el costo de llevar a cabo una determinada política y esto supone una disminución de su renta disponible. Todos estos elementos, son en principio verificables empíricamente y han sido motivo de gran investigación en la literatura.

Además del formato abierto y cerrado, existen otros formatos de pregunta de la WTP que se han utilizado en encuestas y que también permiten la obtención de los valores de la WTP (dicotómico doble, intermedio, etc). El panel de expertos de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, 1993) recomendó el formato cerrado, en un contexto de un referéndum en el que los encuestados eligen si una política determinada, debería introducirse a cambio de un aumento de los impuestos (Arrow et al. 1993), y el cual la regla de decisión social es la mayoría simple. Es decir, si la mayoría vota por la política está se implementa, reduciendo el riesgo de muerte para lo cual la familia del entrevistado deberá pagar A_t. El esquema es similar a una transacción de mercado en el que a los consumidores se les presenta el precio de un bien y luego deciden si lo compran o no, pero adicionalmente requiere una regla de decisión social dado que es un bien público.

Muchos estudios de SP para estimar el VSL aplican la valoración contingente (CV) y se relacionan con bienes públicos tales como mejoras en la calidad del agua o del aire, servicios como parques nacionales y productos privados no comerciales como reducciones en el riesgo de muerte, días de enfermedad evitados, por ejemplo. Los primeros estudios VSL de este tipo son Gerking et al., 1988, para la seguridad en el trabajo, y Jones-Lee (1989) para la seguridad vial. Estudios más recientes son McDaniels (1992), Jones Lee et al., (1995), Beattie et.al., (1999) y Persson et.al., (2001) (seguridad vial), Johannesson et al., (1993) y Johannesson et al., (1997) (medidas clínicas para prevenir enfermedades del corazón), y, Smith y Desvousges (1987), Krupnick y Cropper (1992) y Krupnick et.al. (2000, 2001) (riesgo ambiental para la salud).

Preferencias de la WTP sobre WTA

Finalmente, en este punto, se debe mencionar que existen diferencias en los resultados obtenidos entre la WTP por una mejora y la WTA por una compensación por el deterioro de un determinado atributo (Bahamonde - Birke et al., 2015, Horowitz y McConell, 2003). Estos hallazgos contradicen los principios de la demanda hicksiana (demanda compensada), y las explicaciones teóricas de la diferencia entre la WTP y la WTA se basan en razones neoclásicas como el efecto renta (Willig, 1976), los efectos de

sustitución (Hanemann, 1991) y los costos de trade off e incertidumbres (Corrigan et al., 2007, Zhao y Kling, 2001). Las explicaciones de la economía conductual incluyen la aversión a la pérdida (Kahneman y Tversky, 1979) y la dependencia de referencias (Knetsch, 2010), comportamiento estratégico (Lloyd -Smith y Adamowicz, 2018).

Las pruebas empíricas sobre la diferencia entre la WTP y la WTA las resumieron Tuncel y Hammitt, (2014), en un metaanálisis de 76 estudios, en donde concluyen que la relación media entre las estimaciones del valor de la WTP y la WTA es de aproximadamente 3 para todos los tipos de bienes y de más de 6 para los bienes medioambientales.

Por tanto, utilizar las estimaciones de la WTP como aproximaciones a los valores de la WTA puede dar lugar a estimaciones erradas de las medidas de bienestar, por lo que es importante considerar este efecto al diseñar experimentos WTP (Van de Kaa, 2010; Hjorth y Fosgerau, 2011; Interis, 2014).

De esta forma, en los trabajos empíricos sobre preferencias declaradas se han abandonado en gran medida las preguntas sobre la voluntad de aceptar (WTA) en favor de las respuestas sobre la voluntad de pagar (WTP), principalmente debido a la falta de verosimilitud de las preguntas que solicitan a los encuestados que declaren cantidades de compensación, por la confusión sobre qué contextos justifican una pregunta de WTA

en comparación con una pregunta de WTP y que los enfoques de SP no son capaces de obtener respuestas de WTA porque las respuestas no son compatibles con los incentivos (Haab y McConnell, 2002; Whittington et al., 2017; Lloyd -Smith y Adamowicz, 2018). Además, por lo general, el cuestionario tiene como objetivo representar el proceso de adquisición de un cierto bien abstracto (WTP) y no la WTA, ya que de esta manera se asemeja a las decisiones normales de consumo de un hogar (Ortúzar y Willumsen, 2011). Sin embargo, esto puede causar algunos problemas con las diferencias en la valoración de la WTP y la WTA, pero se acepta que los valores de la WTA pueden ser válidos siempre que las respuestas tengan consecuencias para los encuestados.

Esta preferencia por la WTP en la investigación aplicada parecería inocua si sólo se estuviera interesado en situaciones en las que la WTP es la medida de bienestar adecuada o si las diferencias entre las estimaciones de los valores de la WTP y de la WTA fueran relativamente pequeñas (Lloyd -Smith y Adamowicz, 2018). Sin embargo, hay muchos contextos de bienes públicos y privados en los que la WTP es claramente la medida conceptualmente más adecuada en función de la distribución existente de derechos legales y puntos de referencia (Knetsch, 2007).

También a veces no está claro si se debe preguntar al encuestado una WTP o hacer una pregunta de la WTA porque su punto de referencia puede ser incierto, ya que por ejemplo, las personas pueden ver situaciones con una calidad muy alta del bien o servicio en cuestión, como la disminución de las reducciones del riesgo de la mortalidad. El uso

de preguntas pivote es una solución potencial para incorporar puntos de referencia individuales y líneas de base en encuestas para estudios con enfoque de SP.

Ejemplos destacados de estimación de VSL mediante CV

Un ejemplo notable es el estudio de Bhattacharya et al., (2006), los cuales, deseaban proporcionar estimaciones del valor del cambio en probabilidad de muerte (riesgo) en un contexto de seguridad vial en Delhi, India. Para estimar el valor de las mejoras de la seguridad vial en dicha ciudad fue necesario comprender la naturaleza de los riesgos de tráfico de los países en desarrollo. Esto debido a que los métodos de valoración de las muertes por accidente de tráfico utilizados en los países de renta alta, basados en el uso del cinturón de seguridad o en la compra de autos más seguros, no eran aplicables en este contexto.

Encuesta y cuestionario

Mediante un estudio de CV, se encuestó a 1.200 personas seleccionadas al azar usando procedimientos de muestreo estratificado basados en datos del Censo de la India del 2001. Se estimó la WTP para reducir el riesgo de muerte en accidentes de tránsito, bajo tres escenarios que reflejaban las circunstancias en las que ocurren muertes de tránsito en Delhi. Estos escenarios fueron (a) peatón, (b) conductor de motocicleta y (c) persona que va al trabajo diariamente, independientemente del modo de desplazamiento. Los resultados indicaron que la WTP medida por la reducción del riesgo de mortalidad aumenta con la magnitud de la reducción del riesgo, tal como predice la teoría económica.

Para proceder a levantar las respuestas, los autores utilizaron un cuestionario de 6 secciones. En la primera sección se hicieron extensas preguntas sobre los desplazamientos del encuestado. Se recogieron detalles sobre el viaje diario desde el domicilio hasta el lugar de trabajo. Se pedía al encuestado que describiera un viaje completo desde que salía de casa hasta que llegaba al lugar de trabajo, incluyendo los costos incurridos, los medios de transporte utilizados y el tiempo de espera. Para tener una idea del valor del tiempo, se preguntó cuánto pagaría el encuestado por reducir el tiempo de desplazamiento de su casa al lugar de trabajo en 10 minutos cada día. Esta pregunta se hizo a las personas con un tiempo de desplazamiento superior a 20 minutos.

La segunda sección incluía un breve tutorial sobre conceptos de probabilidad. Esto era necesario, ya que las preguntas sobre CV que se harían más tarde se basaban en la comprensión de la probabilidad. Se les presentó a las personas el siguiente ejemplo, en donde se les habló de la probabilidad de que ocurra un evento:

> Supongamos que tenemos una moneda de una rupia, que tiene una cara y un sello. Si la lanzamos al aire, tenemos dos posibilidades: cara o sello. La probabilidad de obtener una cara si es una moneda que no está cargada será ½. Esto significa que en la mitad de los lanzamientos esperamos ver una "cara" y en la otra mitad esperamos ver una

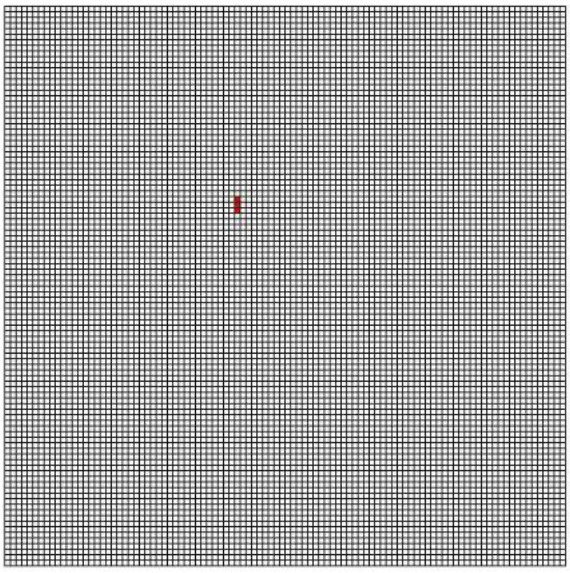
"sello". Del mismo modo, si tenemos un dado, la probabilidad de sacar un "6" es de 1/6, así como, la probabilidad de sacar un "4" es también 1/6.

La tercera sección informaba al encuestado sobre el riesgo de morir en un accidente de tráfico en Delhi utilizando un procedimiento gráfico que ayudaba a visualizar la probabilidad de muerte en un accidente de tráfico. Es interesante constatar que no se utilizó el riesgo separado según el género, debido a que los riesgos en la India para las mujeres son insignificantes con relación a los hombres (casi 10 veces mayor para los varones), por lo que se les informó de un riesgo combinado de 21/100.000. También se informó a los encuestados de su riesgo como peatones, que es aproximadamente la mitad del riesgo total de los accidentes de tráfico. Posteriormente, se les informó de los factores que podían influir en sus propios riesgos.

De manera de probar la aceptabilidad de los escenarios presentados en las preguntas del CV, se realizaron varios focus group con personas que eran parte del grupo de interés. Entre los puntos a evaluar con los focus group que se realizaron previamente, estuvieron si las tarjetas de exhibición eran eficaces o no, el comprobar un rango del precio de los elementos de seguridad disponibles, probar si los pagos anuales son aceptables, averiguar la opinión de los ciudadanos sobre la seguridad vial, a qué están dispuestos a renunciar para aumentar la seguridad y a qué nivel de reducción de riesgos estarían dispuestos a pagar, averiguar la opinión sobre determinadas políticas gubernamentales y comparar las percepciones sobre otros riesgos para la salud. Se reportó que en los focus group los pagos anuales eran aceptables, así como las tarjetas de presentación eran eficaces. Sin embargo, la perspectiva de que el elemento de seguridad (un casco de protección) durara sólo "un" año no convencía mucho a los participantes.

Un punto que era relevante indagar, fue la evaluación de la efectividad de la comunicación hacia las personas de los niveles de riesgo reducidos, por lo que se utilizó un ejemplo que ya había sido probado anteriormente. Después de descartar algunas herramientas por su poca factibilidad de aplicación, el autor eligió comunicar los riesgos de muerte a través de una cuadrícula de 100.000 casillas, similar a la que se presenta en la siguiente imagen.

Imagen 1. Cuadrícula Rectangular que Representa un Riesgo de 3/10.000 (la Cuadrícula de la Encuesta era 10 Veces Mayor, Con 100.000 Casillas)



Fuente: Bhattarcharya et al., 2006

La cuadrícula real utilizada en la encuesta era 10 veces mayor. Los tres cuadrados rojos de la figura anterior representan un nivel de riesgo de 3/10.000, que equivale a 30/100.000, el nivel más alto de reducción del riesgo en cualquier pregunta de valoración en todas las versiones de la encuesta final. Debe notarse que, aunque la cuadrícula funcionaba como un filtro eficaz para comunicar las magnitudes de los riesgos, seguía habiendo un alto porcentaje de aprobación (para las opciones que presentaban una mayor reducción de riesgo) independientemente de la magnitud de la reducción del riesgo. Aproximadamente la mitad de los encuestados que eligieron la opción más segura se contradijo en la pregunta de seguimiento. La cuarta sección de la encuesta incluía tres preguntas de valoración contingente, correspondientes a 3 escenarios diferentes: el caso de un peatón, la comparación entre 2 ciudades y el caso de uso de un implemento de seguridad consistente en un casco. El formato de pregunta utilizado, para los 3 escenarios, se presenta en los siguientes recuadros, respectivamente:

D1: ESCENARIO PEATONAL

Supongamos que, para ir al trabajo por la mañana, usted tiene que cruzar una calle muy transitada frente a su lugar de trabajo u oficina. Tiene que cruzar esa calle 240 días al año. Usted tiene dos opciones para cruzar la concurrida calle por la mañana: Cruzar la calle de inmediato, esquivando el tráfico a gran velocidad, con una probabilidad de "15/100.000" cada año de morir en un accidente en esa calle. Si elige esta opción, no gastará nada de dinero por cruzar la calle (el costo es de 0 rupias). O bien, puede cruzar la calle utilizando el paso subterráneo para peatones con una probabilidad "0/100.000" cada año de morir en un accidente en esa calle. Sin embargo, para utilizar este nuevo paso subterráneo peatonal hay que comprar un pase que es válido durante un año. Tenga en cuenta que este pase sólo puede utilizarse para este metro y no puede transferirse ni venderse a otra persona.

¿Cuál es la cantidad máxima de dinero que estaría dispuesto a gastar cada año para utilizar el paso subterráneo para peatones con el fin de reducir su probabilidad de morir en un accidente de tráfico de 15/100.000 a 0/100.000? (Recuerde que, si gasta más dinero cada año para su seguridad, tendrá menos dinero disponible para comida, ropa, etc.). Para ayudarle a responder a esta pregunta, aquí tiene una tarjeta con varios valores posibles. ¿Cuál de ellos se aproxima más a la cantidad máxima que gastaría para conseguir un pase para el paso subterráneo peatonal? (No dude en sugerir también cualquier otro valor que no se mencione en esta tarjeta).

Notar que el formato de pregunta es de tipo abierto con tarjeta de pago. Lo cual es distinto al formato referéndum que es incentivo compatible. El escenario y la pregunta formulada para la comparación entre 2 ciudades se presenta en el recuadro siguiente.

D2: ESCENARIO DE LA CIUDAD A versus LA CIUDAD B

Supongamos que hay dos ciudades que son idénticas en todos los aspectos, excepto en la probabilidad de morir por accidente de tráfico y en los costos de transporte. Supongamos que usted vive a la misma distancia de su lugar de trabajo u oficina en cualquiera de las dos ciudades. En la ciudad A, el costo de ir y volver del trabajo es de 2.400 rupias al año. La probabilidad de morir durante el trayecto es de 35/100.000 cada año. En la ciudad B, la probabilidad de morir durante el trayecto al trabajo es de 5/100.000.

¿Cuánto dinero adicional estaría dispuesto a gastar cada año en gastos de transporte para vivir en la ciudad más segura para reducir la probabilidad de morir en un accidente de tráfico? (Recuerde que, si gasta más dinero cada año en su seguridad, tendrá menos

dinero disponible). Para ayudarle a responder a esta pregunta, aquí tienes una tarjeta con varios valores posibles. ¿Cuál de ellos se aproxima más a la cantidad máxima que gastaría para conseguir un pase para el paso subterráneo peatonal? (Siéntase libre de sugerir también cualquier otro valor que no se mencione en esta tarjeta)

El escenario y la pregunta formulada para el escenario de adquirir un elemento de seguridad se presenta en el recuadro siguiente.

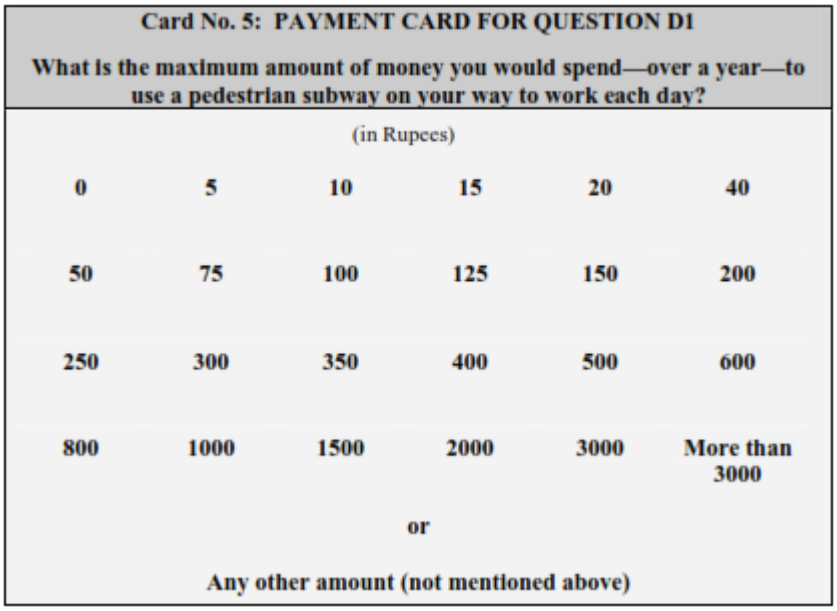
D4 o D5: ESCENARIO DE CASCO

Supongamos que ha llegado el momento de sustituir el casco de seguridad que utiliza en el vehículo de dos ruedas que maneja. Imagínese que le muestran dos cascos de aspecto idéntico pero que difieren en precio y calidad. Tenga en cuenta que ambos cascos duran tres años. Suponga que usted será la única persona que lleve este casco. Puede comprar el casco 1, que dura tres años y cuesta 300 rupias. Si lleva puesto este casco, sus posibilidades de morir por una lesión en la cabeza en un accidente de su vehículo son de 30/100.000 durante los tres años de vida útil del casco. Otra opción es comprar el casco 2, que también dura tres años. El uso de este casco reducirá la probabilidad de morir por una lesión en la cabeza en un accidente de su vehículo a 6/100.000 durante los tres años que dura el casco. ¿Cuánto dinero adicional está usted dispuesto a gastar en el casco 2 para reducir sus probabilidades de morir por una lesión en la cabeza en un accidente de su vehículo de 30/100.000 a 6/100.000 durante los tres años que usaría el casco? (Recuerde que, si gasta más dinero cada año en su seguridad, tendrá menos dinero disponible para comida, ropa, etc.). Para ayudarle a responder a esta pregunta, aquí tienes una tarjeta con varios valores posibles. ¿Cuál es el más cercano a la máxima cantidad de dinero extra que gastaría por el casco 2?

Para la pregunta relacionada a la WTP (que está redactada de forma ligeramente diferente para las personas que no conducen un vehículo de dos ruedas), se preguntó a los encuestados cuánto estarían dispuestos a pagar adicionalmente por un casco de seguridad que durara exactamente 3 años, pero que proporcionara mayor seguridad que un casco de 300 rupias. Se pidió a los encuestados que supusieran que el casco que ya utilizaban estaba listo para ser sustituido. Normalmente, los cascos se pueden comprar en el mercado entre 100 y 2.000 rupias. El valor de referencia de 300 rupias para un casco era el precio medio comunicado en las discusiones de los grupos de discusión y en las reuniones individuales.

Como las preguntas de valoración estaban en un formato abierto, para facilitar la tarea del encuestado, se utilizó una tarjeta de pago. Esta tarjeta de pago permitió al encuestado elegir un valor de entre una serie de pagos posibles. También se permitió que el encuestado indicara un valor que no aparecía en la tarjeta de pago.

Imagen 2. Ejemplo de tarjeta con pregunta de CV y vector de pagos



Card No. 5: PAYMENT CARD FOR QUESTION D1					
What is the maximum amount of money you would spend—over a year—to use a pedestrian subway on your way to work each day?					
(in Rupees)					
0	5	10	15	20	40
50	75	100	125	150	200
250	300	350	400	500	600
800	1000	1500	2000	3000	More than 3000
or					
Any other amount (not mentioned above)					

Fuente: Bhattarcharya et al., 2006

Esta misma tarjeta de pago, que contenía una opción de elegir entre 0 rupias y valores superiores a 3.000 rupias, se utilizó para todas las preguntas del CV. Se suprimió la pregunta sobre el paso subterráneo peatonal que implicaba una compensación entre riesgo versus tiempo.

En la quinta sección se preguntaba a los encuestados cómo comparaban sus propios riesgos de morir con los de otras personas en diversas situaciones: como peatón, conductor y pasajero. También se pedían opiniones sobre la eficacia de las políticas gubernamentales destinadas a reducir el riesgo de morir en accidentes de tráfico. Por ejemplo, se pidió a los encuestados que calificaran en una escala de 1 a 5 la eficacia de la introducción de carriles separados para el tráfico más lento, como las bicicletas y los rickshaws[2], en la reducción de sus propios riesgos de morir en un accidente de tráfico.

Finalmente, la sexta sección incluía varias preguntas sobre las características personales del encuestado y de su hogar, como la edad de todos los miembros del hogar, los ingresos personales y del hogar, si era el sostén de la familia, la educación, el estado civil, el tamaño de la familia, etc. Se consideró también la experiencia pasada de una persona con un accidente de tráfico, sobre todo si era reciente, ya sea personal o de algún pariente cercano, ya que podía tener un impacto en la actitud de esa persona

[2] En algunos países asiáticos, vehículo pequeño para el transporte de personas, de dos ruedas, tirado por un hombre, una bicicleta o una motocicleta

hacia la seguridad vial. Por lo tanto, también se añadieron algunas preguntas detalladas sobre el historial de accidentes pasados del encuestado, si los hubo, incluyendo en este último caso, la gravedad del percance, la duración de la recuperación, hace cuánto tiempo tuvieron lugar, etc. y/o el conocimiento de los accidentes de tráfico sufridos por otros miembros de la familia. Estas preguntas se colocaron al final del cuestionario, en esta última sección, después de las preguntas de valoración, para evitar la parcialidad del encuestado en cuestiones relacionadas con la seguridad vial.

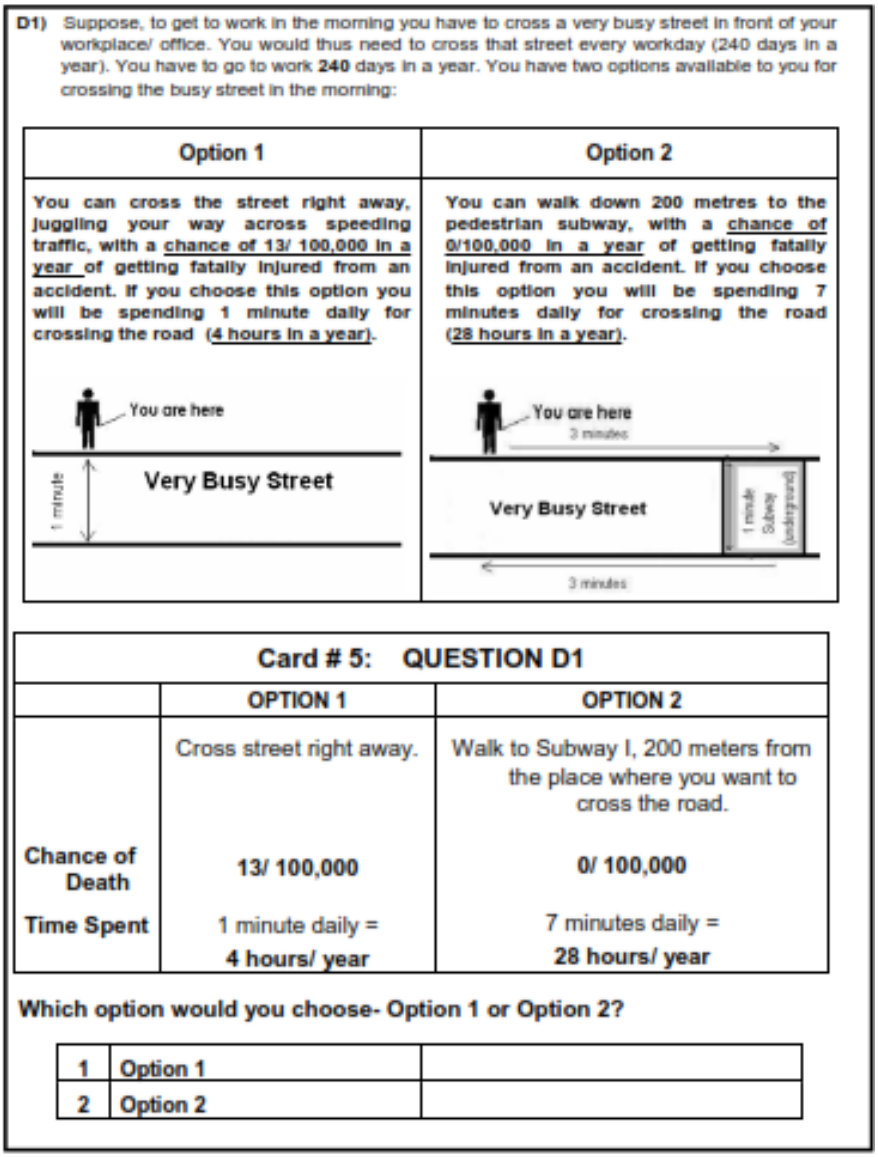
Solución de sesgos

Una de las principales críticas a la metodología de la CV es el carácter hipotético de las preguntas de pago. Se argumenta que, como las preguntas son hipotéticas, las respuestas serán también hipotéticas y, por lo tanto, no serán una prueba de lo que la gente pagaría realmente. Para minimizar este problema, las preguntas de la CV se diseñaron para que fueran lo más realistas y fáciles de entender posible. Además, cada uno de los escenarios suscitó la disposición a pagar por una reducción del riesgo privado. A continuación, se comprobó su aceptabilidad en una serie de grupos de discusión, reuniones individuales y pruebas piloto antes de finalizar el cuestionario.

Los estudios piloto preliminares de ajuste detectaron que un alto porcentaje (hasta el 95%) de los encuestados elegía la opción que reducía mayormente el riesgo de muerte, y que era la de mayor costo, independientemente del precio. En el piloto siguiente se añadieron preguntas de seguimiento abiertas después de cada pregunta de valoración en las que se preguntaba a los encuestados su máxima disposición a pagar por la alternativa que entregaba una mayor reducción del riesgo de muerte, de manera de averiguar si la elección de dicha alternativa era realmente una respuesta verídica. En este piloto se detectaron contradicciones entre la opción elegida en el experimento de elección y la pregunta de seguimiento, en varios de los escenarios planteados.

Por ello, se reformularon todas las preguntas de valoración en un formato abierto. Para facilitar la tarea del encuestado, se utilizó un formato con tarjetas de pago. Además, para superar posibles sesgos de anclaje, es decir, que las respuestas puedan estar influenciadas por los valores iniciales o el valor medio del vector de pagos (Boyle, 2003), se experimentó con dos tipos de tarjetas de pago para comprobar los dichos sesgos, en las pruebas piloto previas. Se diseñaron dos tarjetas de pago con diferentes puntos de partida (una tenía un valor inicial de 0 rupias y la otra de 5 rupias) para investigar si podían producirse estos sesgos. Estas dos tarjetas de pago se diseñaron de forma que no hubiera un único valor medio en ellas, y cada tarjeta de pago iba desde 0 rupias o 5 rupias hasta 3.000 rupias. Había un total de 23 posibles pagos, además de la opción de indicar un valor superior a 3.000 rupias. Un ejemplo de dichas tarjetas de pago se presenta en la imagen siguiente:

Imagen 3. Ejemplo de Pregunta (Escenario Peatonal) en el Marco del Experimento de Elección



D1) Suppose, to get to work in the morning you have to cross a very busy street in front of your workplace/ office. You would thus need to cross that street every workday (240 days in a year). You have to go to work **240** days in a year. You have two options available to you for crossing the busy street in the morning:

Option 1	Option 2
You can cross the street right away, juggling your way across speeding traffic, with a chance of 13/ 100,000 in a year of getting fatally injured from an accident. If you choose this option you will be spending 1 minute daily for crossing the road (4 hours in a year).	You can walk down 200 metres to the pedestrian subway, with a chance of 0/100,000 in a year of getting fatally injured from an accident. If you choose this option you will be spending 7 minutes daily for crossing the road (28 hours in a year).

Card # 5: QUESTION D1		
	OPTION 1	OPTION 2
	Cross street right away.	Walk to Subway I, 200 meters from the place where you want to cross the road.
Chance of Death	13/ 100,000	0/ 100,000
Time Spent	1 minute daily = 4 hours/ year	7 minutes daily = 28 hours/ year

Which option would you choose- Option 1 or Option 2?

1	Option 1	
2	Option 2	

Fuente: Bhattarcharya et al., 2006

No se observaron efectos de anclaje ni sesgos de punto de partida en la prueba piloto, en el sentido de que la media y la distribución de la WTP fueron aproximadamente similares al utilizar cualquiera de las dos tarjetas de pago. Por ello, para la encuesta final, se utilizó sólo una versión de la tarjeta de pago.

De esta forma, el estudio, que en un principio se había pensado como en experimento de elección, se cambió a un formato abierto para las preguntas del CV con la introducción de tarjetas de pago para la ayuda en la selección de los pagos.

Modelación econométrica

El autor ajustó los modelos de disposición a pagar que reflejaba la cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar por un menor riesgo de muerte (mayor seguridad) por accidentes de tráfico con el fin de mantener el mismo nivel de utilidad, es decir, una medida de variación compensatoria.

Supongamos que la función de utilidad indirecta de un individuo puede expresarse como $V(p,m,r)$ donde p es el precio, m es la renta y r es el nivel de seguridad vial. Supongamos ahora que el nivel de seguridad vial mejora de r_0 a r_1. Así, por definición, la variación compensatoria 0 1 medida, la DAP, puede definirse como:

$$V(p,m-WTP,r_1)=V(p,m,r_0)$$

El cambio en el nivel de riesgo de morir (inverso de la seguridad), r, puede escribirse como

$$r_1=r_0-\Delta r$$

La WTP por el aumento de la seguridad vial debería, por tanto, depender de los niveles de riesgo iniciales y finales de riesgo, de los ingresos y de otras características individuales:

$$WTP=f(r_0,\Delta r,X)$$

donde X es un vector de características individuales como la edad, el nivel de ingresos, el tamaño de la familia, si es el principal asalariado de la familia, el nivel educativo, etc. y otras variables que se cree que afectan a la WTP. La elección de la distribución de la ecuación anterior determina los procedimientos de estimación. Aquí se utilizó una distribución de Weibull porque sólo admite valores positivos (Haab y McConnell, 1997; Alberini, 2004). La función de distribución acumulativa y la densidad de una variante de Weibull y son:

$$F(y;\sigma,\theta)=1-exp\left[-\left(\frac{y}{\sigma}\right)^{\theta}\right]$$

y

$$f(y;\sigma,\theta)=\left(\frac{\theta}{\sigma}\right)\left(\frac{y}{\sigma}\right)^{\theta-1}exp\left[-\left(\frac{y}{\sigma}\right)^{\theta}\right]$$

donde σ es el parámetro de escala y θ es el parámetro de forma. Para un modelo paramétrico con una distribución de Weibull, la media y la mediana de la WTP se calculan mediante las siguientes fórmulas:

$$Media\ WTP = \sigma\Gamma\left(1+\frac{1}{\theta}\right)$$

$$Mediana\ WTP = \sigma[-ln(0{,}5)]^{\frac{1}{\theta}}$$

donde $\Gamma(.)$es la función gamma, y $\hat{\sigma}$ y $\hat{\theta}$ son los parámetros de escala y forma de la distribución Weibull estimados mediante el método de máxima verosimilitud. Los valores de la WTP para cada pregunta se obtuvieron con la ayuda de tarjetas de pago. Las tarjetas de pago proporcionan a los encuestados una serie ordenada de valores, los cuales suelen indicar un intervalo dentro del cual se encuentra la valoración real. A veces, la pregunta de disposición a pagar asume el formato dicotómico, en donde se pregunta únicamente si el encuestado pagaría o no x pesos por un programa público que redujera el riesgo de muerte en un accidente de tránsito. Para la estimación de las medidas de bienestar en el formato dicotómico, se utilizan otras expresiones econométricas, que se presentan más adelante.

Se utilizó el valor de la WTP declarado en la tarjeta de pago como límite inferior del intervalo y el siguiente valor más alto de la tarjeta de pago como límite superior del intervalo. Esto se basa en el supuesto de que los encuestados eligen el valor más bajo del intervalo de pago de la tarjeta de pago. Así, para un encuestado que declaró 0 rupias como su WTP, el límite inferior se fijó en 0 rupias, mientras que el límite superior se consideró 5 rupias, que era el siguiente valor más alto de la tarjeta de pago. Para los encuestados que declararon valores sin la ayuda de la tarjeta de pago, los límites superior e inferior se definieron igual, es decir, lo que declararon.

La función de log-verosimilitud para el modelo basado en el intervalo es:

$$LnL = \sum_{i=1}^{n} \left[exp\left(-\left(\frac{WTP_i^L}{\sigma}\right)^{\theta}\right) - exp\left(-\left(\frac{WTP_i^U}{\sigma}\right)^{\theta}\right)\right]$$

donde WTP^L y WTP^U son los límites inferior y superior del intervalo, respectivamente, en torno a los valores de la disposición a pagar del encuestado.

Estimaciones

Los resultados mostraron evidencia de que la WTP media, y por lo tanto VSL, está claramente segmentada, es decir, varía según el tipo de beneficiarios potenciales: conductores de vehículos de dos ruedas, persona que va al trabajo diariamente, independientemente del modo de desplazamiento, etc.

También la WTP varía casi proporcionalmente al tamaño de la reducción del riesgo para las personas que tienen mayor nivel de educación, especialmente para aquellos que han completado una licenciatura. Las personas más jóvenes y con menos educación (sin diploma de escuela secundaria) tienen más probabilidades de no pagar absolutamente nada por las políticas de seguridad vial. La media de la WTP es tres veces mayor para

un encuestado que conduce un vehículo de dos ruedas y viaja al trabajo que para uno que no lo hace.

Los resultados de la estimación confirmaron ampliamente la hipótesis de actualización bayesiana, en el sentido de que la WTP aumenta con la exposición de base al riesgo, medida por el tiempo de desplazamiento, si el encuestado viaja como parte de su trabajo y si conduce un vehículo de dos ruedas.

El VSL para los más probables beneficiarios de las políticas públicas enfocadas en el refuerzo de la seguridad es de aproximadamente $230,000 (actualizado al 2022). Este valor es unas tres veces menor que los valores transferidos ajustados al ingreso utilizados por las agencias gubernamentales de algunos países desarrollados como EE. UU. y el Reino Unido.

De esta forma, este estudio de caso es bastante completo, ya que a pesar de tener preconcebida la idea de llevar a cabo originalmente un estudio de experimento de elección, tanto los focus group previos como los estudios piloto le entregaron información del contexto y de la comprensión de las preguntas de encuestados, que finalmente llevaron al autor por decidirse por preguntas de formato abierto para capturar la WTP en los 3 escenarios propuestos.

Modelo teórico y Econométrico de CV

El objetivo de un estudio de CV es medir el valor monetario que un individuo le asigna a algún bien o a un atributo de este, como, por ejemplo, la probabilidad de muerte. Se considera la formulación microeconómica que subyace en la maximización de utilidad del consumidor, cuando se incorpora la demanda por un atributo de un bien. Sea la función de utilidad indirecta

$$u_j = v_j(p, y^*, q_j) + \varepsilon_j,$$

donde j=0 en la situación inicial (sin mejora en el riesgo) y j=1 es la situación mejorada, es decir, con una disminución en la probabilidad de muerte. p es el vector de precios que enfrentan los individuos por sus bienes, y es el ingreso familiar, y q corresponde a un vector que considera la "calidad de los bienes" y que en nuestro caso es el riesgo implícito de muerte. El modelo puede incluir características socioeconómicas de los individuos que son relevantes. Finalmente, ε_i corresponde al un término de error aleatorio que puede incorporar características del individuo y características de las alternativas, y que tiene media cero.

En este enfoque un modelo de Valoración Contingente (*VC)* enfrenta al individuo a una elección entre una mejora en el atributo, por lo cual se debe pagar una cantidad A_t, o a no tener la mejora y no pagar (McConnell, 1990). Sin embargo, la verdadera valoración

del recurso no es observable, y lo único que es factible saber a partir de la respuesta de los individuos es si esta es mayor o menor que la cantidad ofrecida A_t. Por lo tanto, la probabilidad que un individuo entregue una respuesta positiva está dada por la expresión

$$Pr\ Pr\ (si)\ = Pr\ Pr\ [\Delta v > \varepsilon_0 - \varepsilon_1]\ = F_\eta(\Delta v),$$

En la literatura ha predominado el enfoque de diferencia de la función indirecta de utilidad. En la Tabla siguiente se detallan las formas funcionales para este enfoque. La forma funcional más utilizada es la lineal, en cuyo caso el ingreso desaparece de la función de diferencias en utilidad (Δv), quedando solo la utilidad marginal del ingreso estimada por el parámetro β.

Tabla 1. Formas Funcionales Para la Función Indirecta de Utilidad

Nombre	Función v	Forma funcional Δv
Lineal, Hanemann (1984)	$v_i = \alpha_i + \beta y + \varepsilon_i$	$\Delta v = \alpha - \beta A_t$
Semi-log, Hanemann(1984)	$v_i = \alpha_i + \beta lny + \varepsilon_i$	$\Delta v = \alpha - \beta ln\left(1 - \frac{A_t}{y}\right)$
Bishop y Heberlein(1979)	$v_0 = y + \delta$ $v_1 = y + \delta + exp\frac{\alpha + \varepsilon}{\beta}$	$\Delta v = \alpha - \beta lnA_t$
Box-Cox generalizada, discutida en Hanemann y Kanninen (1999)	$v_j = \alpha_j + \beta_j\left(\frac{y^\lambda - 1}{\lambda}\right) + \varepsilon_j$	$\Delta v = \alpha + \frac{\beta_1}{\lambda}(\lambda - A_t)^\lambda - \frac{\beta_0}{\lambda}y^\lambda + \frac{\beta_0 - \beta_1}{\lambda}$

Fuente: Vásquez et al. (2007)

El cálculo de la disposición a pagar se calcula usando principios microeconómicos. Básicamente, se estima el valor C (máxima disposición a pagar) que deja al individuo indiferente entre tener el nuevo nivel de riesgo y no tenerlo. Específicamente, suponga que q cambia de q^0 a q^1; la utilidad de la persona cambia así desde $u^0 \equiv v(p, q^0, y)$ a $u^1 \equiv v(p, q^1, y)$. Si ella considera este cambio como una mejora, $u^1 > u^0$; si ella lo considera

como un cambio para peor, $u^1 < u^0$; y si ella es indiferente, $u^1 = u^0$. El valor del cambio para ella en términos monetarios está representado por las dos medidas de bienestar llamadas por los economistas como medidas de bienestar hicksianas, que son la variación compensada C que satisface:

$$v(p, q^1, y - C) = v(p, q^0, y)$$

Ó la variación equivalente E que satisface:

$$v(p, q^1, y) = v(p, q^0, y + E)$$

Si el cambio se considera una mejora, C > 0 y E > 0; en este caso, C mide la máxima disposición a pagar de los individuos para asegurar el cambio, mientras que E mide su mínima WTA para renunciar a ella. Si se considera que el cambio es para peor, C < 0 y E < 0; en este caso, C mide la WTA de los individuos para aceptar el cambio, mientras que E mide su disposición a pagar para evitarlo. Si ella es indiferente al cambio, C = E = 0.

Para enfatizar la dependencia de la variación compensada y equivalente de (i) el valor inicial de q, (ii) el valor final de q, y (iii) el valor de p, y en el cual el ocurre un cambio en q, a veces los escribimos como funciones: $C = C(q^0, q^1, p, y)$ y $E = E(q^0, q^1, p, y)$

Para simplificar las cosas, definiremos la función WTP:

$$WTP = (q^0, q^1, p, y) = \{C(q^0, q^1, p, y), \quad C \geq 0 \; -E(q^0, q^1, p, y), \quad C \leq 0$$

La función WTA (q^0, q^1, p, y) se define de manera análoga. El objetivo de un estudio de CV es medir una u otra de estas funciones de valoración, ya sea la función completa, o un punto particular de la función. Para simplificar, se asume que el cambio es una mejora $(C \geq 0)$ y el objetivo es la medición de WTP.

El modelo teórico de la utilidad de la preferencia del consumidor descrito anteriormente proporciona el marco para interpretación de las respuestas de un estudio de CV en el contexto de un modelo de elección discreta con formato referéndum. Las medidas de bienestar para cada forma funcional se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 2. Medidas de Bienestar[3]

MODELO	Media	Mediana
I. $C=[\alpha-\eta]/\beta$	α/β	α/β
II $C=y\left[1-e^{-\frac{\alpha}{\beta}}e^{\frac{\eta}{\beta}}\right]$	$y\left[1-e^{-\frac{\alpha}{\beta}}E(e^{\frac{\eta}{\beta}})\right]$	$y(1-e^{-\frac{\alpha}{\beta}})$
III $C=e^{\frac{\alpha}{\beta}}e^{\frac{\eta}{\beta}}$	$e^{\frac{\alpha}{\beta}}E(e^{\frac{\eta}{\beta}})$	$e^{\frac{\alpha}{\beta}}$
IV $C=y-\left[y^{\lambda}-\frac{\alpha}{b}+\frac{\eta}{b}\right]^{\frac{1}{\lambda}}$	$E\left(y-\left[y^{\lambda}-\frac{\alpha}{b}+\frac{\eta}{b}\right]^{\frac{1}{\lambda}}\right)$	$y-\left[y^{\lambda}-\frac{\alpha}{b}\right]^{\frac{1}{\lambda}}$

Fuente: Adaptado de Hanemann (1984) y Hanemann y Kanninen (1998).

Donde α es el cambio de utilidad dado por la reducción del riesgo de mortalidad, β es el coeficiente asociado al pago por parte de los encuestados

El método de valoración contingente y sus variantes siguen siendo hasta la fecha el enfoque dominante para evaluar la WTP (de Blaeij et al., 2003; OCDE, 2012). La técnica de la encuesta ha mejorado sustancialmente desde los primeros experimentos (en el sentido de la representación de los escenarios hipotéticos, la información proporcionada a los encuestados, etc.), a medida que aumentaba el número de estudios (Jones-Lee et al., 1993; Schwab Christe y Soguel, 1995a; Ortúzar et al., 2000).

De Blaeij et al. (2003) realizaron un metaanálisis para evaluar la VSL, en el que la mayoría de los estudios se basan en la valoración contingente, lo cual se presenta en la tabla siguiente. Todos los valores están en dólares del 2021:

[3] η=1-0

Tabla 3. Estudios de estimación del VSL en el contexto de transporte basados en el método de CV

Estudio	País	Año del estudio	VSL (miles de US$ del 2021)		
			Estimación puntual	Límite inferior	Límite superior
Schwab Christe and Soguel (1995b)	Switzerland	1994		1.367	1.643
Schwab Christe (1995)	Switzerland	1995	1.517		
Kidholm (1995)	Denmark	1993		1.248	1.859
Morrall (1986)	USA	1984		239	3.122
Desaigues and Rabl (1995)	France	1994		1.477	3.435
Persson et al. (2001)	Sweden	1998	3.864		
Lanoie et al. (1995)	Canada	1986		2.912	5.210
Maier et al. (1989)	Australia	1989		2.608	7.197
Corso et al. (2001)	USA	1999		3.912	9.292
Jara-Diaz et al. (2000)	Chile	1999	7.282		
Persson et al. (1995)	Sweden	1993		7.138	8.149
Carthy et al. (1998)	UK	1997		6.751	8.786
Jones-Lee et al. (1983)	UK	1982		995	16.997
Johannesson et al. (1996)	Switzerland	1995		8.779	10.571
Beattie et al. (1998)	UK	1996		2.251	25.435
Viscusi et al. (1991)	USA	1991	15.267		
Persson and Cedervall (1991)	Sweden	1987		2.050	43.459
McDaniels (1992)	USA	1986		13.946	50.131

Fuente: de Blaeij et al. (2003)

Llama la atención el amplio rango de los intervalos de confianza reportados en los estudios de Viscusi et al. (1991), y Persson and Cedervall (1991), en relación con los de Schwab Christe y Soguel (1995b), Kidholm (1995) y Persson et al. (1995).

Sin embargo, algunos autores sostienen que las mejoras de la técnica de la encuesta no pueden superar las preocupaciones cruciales sobre la metodología, ya que ésta no sería capaz de captar adecuadamente las preferencias de los individuos (Hausman, 1993; Ortúzar y Willumsen, 2011), lo cual será expuesto en el siguiente apartado.

Los estudios de metaanálisis también se han desarrollado para países en desarrollo. Milligan et al., (2016) modelaron una función de transferencia del VSL para su aplicación a la ingeniería de seguridad vial en esta categoría de países, a través de un metaanálisis que utilizó una base de datos de estudio de preferencias declaradas de la OCDE (2012), que separaba por categoría de ingresos a los países. Se investigó también si esta función difiere significativamente de las funciones que se basan en estimaciones VSL de países desarrollados, cuantificando la incertidumbre asociada a esta nueva función de transferencia para su aplicación práctica al análisis de riesgo de medidas de desempeño.

Para obtener una función de transferencia de VSL de países en desarrollo, el método sigue cinco pasos: (1) selección de la base de datos original de estimaciones de VSL; (2) desagregación de la base de datos por nivel de renta; (3) aplicación de un control de calidad a la base de datos desagregada de estimaciones; (4) establecimiento de las características del subconjunto de calidad relevante para el metaanálisis; y (5) selección de una especificación del modelo apropiada y un enfoque de regresión.

La desagregación en conjunto de países según nivel de renta aplica debido que de esa manera se tendría en consideración un posible cambio en la elasticidad-renta a través de los niveles de renta. El conjunto de datos utilizados por los autores incluyó 123 estimaciones de VSL de países en desarrollo y 185 estimaciones de países de renta alta. En ambos conjuntos, no se constató insensibilidad a las reducciones del riesgo de muerte.

La OCDE (2012) detalla cinco métodos para llevar a cabo la transferencia de beneficios. Por orden de la cantidad de información incorporada en el proceso de transferencia, estos métodos son: (1) transferencia de valor unitario simple; (2) transferencia de valor unitario con ajustes de ingresos; (3) transferencia de valor unitario para grupos de edad separados; (4) transferencia de función de beneficio a partir de un único estudio; y (5) transferencia de función de beneficio mediante metaanálisis. Los autores utilizaron esta última, que incorpora la mayor cantidad de información en el proceso de transferencia.

La calidad de una función de transferencia de beneficios y la incertidumbre asociada a su utilización se miden mediante un proceso denominado análisis del error de transferencia. La OCDE (2012) describe este proceso del siguiente modo, basándose en Navrud y Ready (2007), Kristofersson y Navrud (2005), y Kristofersson y Navrud (2007). Para una aplicación de una función de transferencia en la que el resultado de la función de transferencia, VSLTF, puede compararse con un valor de referencia, VSLB, el error de transferencia suele definirse como:

$$TE = \frac{|VSL_{TF} - VSL_B|}{VSL_B} * 100\%$$

Se pueden hacer tantas de pruebas de la función de transferencia como estimaciones haya en la base de datos. Por ejemplo, la OCDE (2012) ha comprobado los resultados de la función de transferencia utilizando las estimaciones reales de la base de datos como valores de referencia, así como los estudios anteriores han resumido el rendimiento de los errores de transferencia utilizando los valores TE medios o medianos.

Los autores presentan como referencia, la siguiente tabla que muestra que las 123 estimaciones de VSL de países en desarrollo que superaron el control de calidad procedían de seis encuestas realizadas en cinco países en desarrollo, con entre 1 y 86 estimaciones por encuesta.

Tabla 4. Resumen de las encuestas y estimaciones de VSL utilizadas para desarrollar la función de transferencia por país

Año del estudio	País	Publicación	VSL promedio miles USD 2005	Número de estimaciones	VSL promedio miles USD 2021
2003	Tailandia	(Vassanadumrongdeand Matsuoka 2005)	1.555,3	4	2.161,8
2005	India	(Bhattacharya, Alberini and Cropper 2006)	41,8	5	58,1
2005	China	(Krupnick, et al. 2006)	378,5	86	526,1
2005	China	(Krupnick, et al. 2006)	213,6	24	296,8
2003	Bangladades	(Mahmud 2008)	3,1	4	4,4
2010	Mongolia	(Hoffman, et al.2012)	378,8	1	525,8

Fuente: Milligan et al., 2014

Los cinco países en desarrollo representados incluyen países de los grupos de renta baja, media-baja y media-alta. Los años de encuesta de las estimaciones van de 2003 a 2010, y los valores medios de VSL de la encuesta oscilan entre 3.138 y 1,5 millones de dólares internacionales del 2005, significativamente distantes de los valores presentados en la tabla del metaanálisis de de Bleij et al. (2003) correspondientes a países desarrollados. El hecho de que el subconjunto sometido a un control de calidad contenga múltiples estimaciones por encuesta requiere un enfoque de ponderación para evitar sesgos.

La selección de la especificación del modelo y el enfoque de regresión adecuados se basó en lo reportado por la OCDE 2012), que a su vez se basa en la práctica habitual en la literatura meta-analítica. El modelo es:

$$lnVSL = \beta_0 + \beta_1 ln\left(PIB_{capita}\right) + \sum_k \beta_k X(k) + \varepsilon$$

donde VSL es el valor de la vida estadística, PIB_{capita} es el PIB per cápita ajustado a la PPA, X(k) es un vector de k variables explicativas mayoritariamente binarias que describen el contexto de riesgo y el método de estudio, y las distintas βs representan

los coeficientes del modelo. En esta especificación del modelo, el coeficiente de $ln(PIB_{capita})$ tiene la interpretación natural de la elasticidad renta entre países del VSL.

Una vez seleccionada la forma funcional de la especificación, y selección de las variables que deben ser incluidas, se procedió a aplicar la metodología para comprobar si existen diferencias significativas entre las funciones de transferencia. Para comprobar si existen diferencias entre las funciones de transferencia (como una elasticidad diferente) bajo una hipótesis nula de diferencia cero para cada coeficiente, se utilizó la metodología propuesta por Paternoster et al. (1998).

Se cuantificó y aplicó la información sobre la incertidumbre de la función de transferencia, y seguidamente se procedió a estimar la función de transferencia estima el VSL como:

$$VSL_{TF,LMIO} = 1.3732x10^{-4} * PIB_{cápita}^{2.478}$$

donde $VSL_{TF,LMI0}$ es a función de transferencia que representa el VSL para países de ingresos bajos y medios, y $PIB_{cápita}$ representa el producto interior bruto (PIB) per cápita expresado en dólares internacionales del 2005.

La función es aplicable a países con un PIB per cápita de entre 1.268 y 20.000 dólares internacionales de 2005 (equivalentes a 1.986 y 31.194 USD del 2021). Por debajo de este rango de ingresos, podrían aplicarse métodos alternativos a la valoración y evaluación de las reducciones del riesgo de transporte. Esta función de transferencia es significativamente diferente de una función de transferencia modelizada a partir de datos de países de renta alta, lo que respalda este nuevo enfoque, que desarrolla funciones de transferencia desagregadas por nivel de renta. En concreto, la elasticidad renta entre países en desarrollo es de 2,478, significativamente diferente con la de los países desarrollados de 0,6932. Este resultado proporciona confirmación de la evidencia inicial encontrada por Hammit y Robinson (2011), quienes señalan que la elasticidad renta del VSL es un parámetro importante para el análisis político[4].

Esta función de transferencia estimada por Milligan et al., (2014) puede aplicarse a los países de renta baja y media con un PIB per cápita superior a 1.268 $ (aunque no existieron datos para los países de renta muy baja), mientras que no es útil por encima de un PIB per cápita de unos $USD 20.000. La función correspondiente construida con datos de países de renta alta es:

[4] Las reducciones del riesgo de mortalidad suelen dominar los beneficios cuantificados de las políticas medioambientales y de otro tipo, y las estimaciones de su valor se transfieren con frecuencia entre países con niveles de renta muy diferentes. Las agencias reguladoras estadounidenses suelen suponer que un cambio del 1,0% en la renta real a lo largo del tiempo dará lugar a un cambio del 0,4% al 0,6% en el VSL.

$$VSL_{TF,HIO} = 8.2474x10^3 * PIB_{cápita}^{0.6932}$$

aunque sobreestima el VSL para los países de renta baja y media.

Esta investigación encontró otra diferencia significativa entre las funciones de transferencia modelizadas utilizando datos de países en desarrollo y de países de renta alta. Esta corresponde a que el contexto de riesgo de tráfico afecta negativamente a la VSL en los países en vías de desarrollo y positivamente en los países de renta alta. La investigación cuantifica la incertidumbre en la función de transferencia utilizando parámetros de la distribución no absoluta de los errores relativos de transferencia. La función de ingresos bajos y medios es insesgada, con un error de transferencia relativo de la mediana de -0,05 (IC del 95%: -0,15 a 0,03), un error del percentil 25 de -0,22 (IC del 95%: -0,29 a -0,19), y un error del percentil 75 de 0,20 (IC del 95%: 0,14 a 0,30). Las características de incertidumbre cuantificadas respaldan los enfoques basados en pruebas para el análisis de sensibilidad y el análisis probabilístico de riesgos de las medidas de rendimiento económico de las inversiones en seguridad vial.

Luego, este estudio, y la función de transferencia estimada constituye una referencia para investigar en nuestro país sobre su uso y eficiencia en la estimación del VSL, dado que se encuentra dentro del rango de aplicabilidad (ingreso per cápita Chile de $16,502 USD 2021).

Problemas con el método de CV

A pesar de que CV es un método simple y flexible para la valoración de bienes que no poseen un precio de mercado, y que es ampliamente utilizado en análisis de costo-beneficio y evaluación de impacto ambiental, tiene algunos problemas en su aplicación. La crítica gira principalmente en torno a dos aspectos, i) la validez y la fiabilidad de los resultados, y ii) los efectos de varios sesgos y errores (Venkatachalam, 2004). Entre estos últimos destacan, los sesgos de muestreo (al no identificar adecuadamente a la población relevante, el no establecer adecuadamente el tamaño muestral, la estructura y la forma de selección, además del método de realización de la entrevista), los sesgos de planteamiento teórico (la elección de la medida de los beneficios de la provisión de un bien, elección para la que es fundamental la identificación de los derechos de propiedad sobre el bien), y los sesgos debidos a la actitud de los encuestados (comportamiento estratégico, complacencia, interpretación de las medidas, etc.).

Por ello, se recomienda examinar las posibles fuentes de sesgos que pueden existir en el estudio para tomar las medidas necesarias para evitarlos, o al menos, minimizarlos. La posibilidad de la existencia de sesgos no debe tomarse como un hecho que invalide la utilización del método de valoración contingente, ya que los errores cometidos pueden ser mínimos si se diseña correctamente el escenario de valoración y cada una de las etapas del estudio se lleva a cabo teniendo en cuenta las posibles consecuencias de las decisiones que se toman.

Uno de los principales problemas a los que se enfrentan los estudios de CV es que la WTP es insensible a la magnitud de la reducción del riesgo (scope effect) (Adamowicz et al., 2011; Freeman III et al., 2014; Landrigan, 2017; Niroomand and Jenkins, 2016). La teoría económica espera que los valores que los individuos otorgan a las reducciones de riesgo sean sensibles a su tamaño. Este criterio se suele validar mediante una prueba de alcance, la cual examina si los valores de la WTP aumentan monotónicamente con el tamaño de la reducción del riesgo, es decir, que la función de la WTP incremente (mantiene el orden) de acuerdo con el crecimiento del tamaño de reducción de riesgo. El criterio débil de esta prueba requiere que la WTP aumente con la magnitud de la reducción del riesgo valorada, mientras que el criterio fuerte exige que la WTP aumente en proporción a la magnitud de la reducción del riesgo (Hammitt y Graham, 1999).

Cuando un individuo valora más una reducción de riesgo mayor que una menor, existe un problema de alcance interno, y en el caso de que existan diferentes encuestados que valoran más una reducción de riesgo mayor para el mismo conjunto de condiciones, existe un problema de alcance externo. Ambos problemas pueden evaluarse con las sus respectivas pruebas, las que examinan el efecto del alcance dentro de la muestra (alcance interno) o entre muestras (alcance externo), (Hammitt y Graham, 1999).

Para intentar remediar el problema de alcance y escala, Beattie et al. (1998) en un estudio de para estimar la WTP por un programa de seguridad vial que evitara un número de muertes en una zona determinada en Londres, utilizaron frecuencias de ocurrencia de accidentes viales, en lugar de probabilidades. Lamentablemente, sus resultados mostraron que seguía existiendo insensibilidad a la escala y al alcance, por lo que señalaron que los encuestados utilizaron información irrelevante contenida en una pregunta para ayudarlos a valorar el programa.

Otro ejemplo de los problemas que han surgido con la aplicación del método es el reportado en Anderson y Lindberg (2008), quienes estimaron la WTP por las preferencias de los individuos para reducir la probabilidad del riesgo de muerte, tanto propia como ajena en aspectos relacionados a accidentes de tráfico. Los autores presentaron a los encuestados un escenario donde ciertos dispositivos de seguridad reducirían el riesgo de muerte y lesiones graves en el tránsito por carretera. Sin embargo, constataron que una debilidad potencial de la encuesta es la credibilidad del escenario presentado, aun cuando los encuestados estén familiarizados con los riesgos de muerte y lesiones.

Esta debilidad, junto con los resultados mixtos sobre la forma de las preferencias altruistas de los encuestados, significó que Anderson y Lindberg (2008) no recomendaran sus estimaciones de VSL, para que fueran utilizadas con fines de política pública. Aun cuando los resultados fueron importantes tanto desde la perspectiva de la investigación como de la política; los hallazgos de su estudio sobre las relaciones entre la disposición a pagar de los encuestados por su propia seguridad, la seguridad de otras personas cercanas a ellos y la del público en general, contribuyeron a la comprensión de las preferencias altruistas de las personas en materia de seguridad vial.

En la literatura se ha investigado desde hace más de 2 décadas respecto a cómo cambia el VSL con la variación de otras variables. Por ejemplo, la riqueza (Hammitt 2000), el riesgo de mortalidad de referencia (Pratt y Zeckhauser 1996), el respaldo financiero (Eeckhoudt y Hammitt 2001), la edad (Viscusi y Aldy 2003), el estado de salud (Hammitt 2002) y el altruismo (Andersson y Lindberg 2009). Todos estos estudios dan por conocido el riesgo de mortalidad (y sus cambios). Sin embargo, en la mayoría de las decisiones de la vida real, los riesgos de mortalidad no se conocen con precisión y están sujetos a la ambigüedad. Además, hay consenso de la existencia de esos riesgos, pero no en relación sobre su magnitud exacta, lo que da lugar a estimaciones inciertas.

Los factores clave de la percepción del riesgo se han condensado mediante el análisis factorial en dos dimensiones: el temor y la incertidumbre (Fischhoff et al. 1978; Slovic et al. 1984; Slovic 1987). Los riesgos asociados al miedo se consideran incontrolables, involuntarios, potencialmente catastróficos, que aumentan con el tiempo, fatales o distribuidos de forma desigual, mientras que los riesgos inciertos se consideran nuevos, inobservables, no conocidos por las personas expuestas, con efectos retardados o desconocidos para la ciencia (Hammit, 2020).

Un factor psicológico que puede afectar a los juicios sobre la gravedad de un riesgo y las medidas de control adecuadas es la aversión a la ambigüedad (Trautmann y van de Kuilen 2015). Las investigaciones que se remontan a Ellsberg (1961) han descubierto que los individuos tienen aversión a la ambigüedad, definida como una situación en la que las probabilidades de los posibles resultados son desconocidas o mal estimadas.

Puede graficarse la aversión a la ambigüedad como una preferencia por las loterías con probabilidades claramente conocidas, en comparación con aquellas situaciones en las que las probabilidades son menos claras, como son los riesgos que plantea un nuevo virus u otra amenaza emergente son invariablemente ambiguos (Hammit, 2020).

La aversión a la ambigüedad parece estar estrechamente relacionada con el factor de percepción del riesgo bajo incertidumbre, pero ambos conceptos se han investigado en diferentes tradiciones de investigación (psicología y la teoría de la decisión, respectivamente) y no se han integrado bien. La literatura empírica muestra que las personas no son neutrales ante la percepción del riesgo incierto. Treich (2010) dedujo que un individuo con aversión a la ambigüedad que se comporta de acuerdo con el modelo de ambigüedad flexible de Klibanoff et al. (2005), tendrá una VSL más alta en un contexto de baja ambigüedad comparado con una situación en que no exista ambigüedad.

Bleichrodt, et al., (2019) señalan que, aunque este resultado no puede extenderse a incrementos generales de la ambigüedad, el VSL de un individuo con aversión a la ambigüedad puede ser menor en situaciones de decisión con mayores niveles de ambigüedad, aunque no se ha generado suficiente información respecto a sus niveles. A pesar de ello, se destacado especialmente el importante papel de la prudencia ante la

ambigüedad, la cual desempeña un papel clave en la explicación del comportamiento económico de Baillon (2017).

La investigación empírica sobre la prudencia en la ambigüedad sigue siendo escasa. Baillon et al. (2018) probaron la prudencia en la ambigüedad y encontraron apoyo para ella. Sin embargo, solo obtuvieron apoyo cualitativo para la prudencia en la ambigüedad y no cuantificaron su intensidad. Dicha cuantificación es necesaria para comprender los efectos de los cambios en los niveles de la ambigüedad en el VSL. Ebert y Wiesen (2014) mostraron cómo se puede medir la intensidad de la prudencia ante el riesgo, por lo que ampliar su investigación a la ambigüedad es un tema que merece la pena investigar en el futuro.

2.2.2. Método de Experimentos de Elección (CE)

El objetivo de un CE es estimar valores económicos por características o atributos de un bien que sea objeto de análisis de políticas públicas, donde dicho bien posee varias características. Al considerar que posee un precio como una de estas características, permite una valoración multidimensionalidad basada en preferencias que permite estimar el valor económico de cada uno de estos atributos o de un conjunto de ellos. Luego, dicho valor puede ser utilizado en un análisis costo-beneficio o en cualquier otra aplicación de valoración no de mercado. Al igual que CV, un CE a través de las elecciones de las personas, revela implícitamente el valor por la disminución de riesgo y es una técnica más apropiada para la valoración de intangibles (McFadden, 1998; Louviere et al., 2000).

En general, un estudio basado en CE se diseña específicamente para investigar algún contexto que impacte en el VSL, modificando los niveles de atributos y sus combinaciones. Por ejemplo, puede incluirse como contexto i) la causa de la muerte, ii) adultos versus niños como beneficiarios de la reducción del riesgo, y iii) las reducciones del riesgo públicas frente a las privadas. Las alternativas en las preguntas de elección conjunta incluyen los atributos a valorar, por ejemplo: i) la causa de la muerte (enfermedades respiratorias, cáncer o accidentes de tráfico), ii) la naturaleza de programa público frente a bien privado de la reducción de riesgos, iii) la latencia, expresada como el número de años que transcurren antes de que comience la reducción de riesgos, iv) el tamaño de la propia reducción de riesgos (5,6,10 en 10.000), y v) el costo para el hogar del encuestado, un pago único que debe efectuarse de inmediato o pagarse en diferentes períodos.

Los experimentos de elección son preferidos por algunos investigadores debido a que esta técnica facilita la verificación de la propiedad multi-atributo de la función de utilidad, donde VSL puede ser uno de varios atributos valorados. Por ejemplo, destacan Viscusi, et al., (1991) quienes consideran el riesgo de accidentes automovilísticos; Ryan y Hughes (1997) que valoran la atención prenatal; Johnson et al. (1998) que valoran los proyectos generales de prolongación de la vida condicionados al nivel de actividad; y

Subramanian y Cropper (2000) quienes derivan valores VSL relativos ligados a diferentes programas de salud ambiental.

En el método de CE, se presenta a los entrevistados, J alternativas que varían en la combinación de niveles de los atributos. Cada individuo enfrenta T elecciones de J alternativas. En cada una de estas alternativas se pide a los encuestados que indiquen la alternativa hipotética que más prefieren de entre varias que se le mencionan, donde las alternativas están descritas por un vector de atributos, incluyendo también como atributo la reducción del riesgo de mortalidad y su costo asociado. Se asume que los individuos eligen la alternativa a la que atribuyen la mayor utilidad (Alberini et al., 2007), y la encuesta debe estructurarse sobre un diseño estadístico destinado a maximizar la precisión de las estimaciones.

Con frecuencia se les pide a los encuestados que participen en varias elecciones dentro del mismo cuestionario, de manera de caracterizar el contexto de la situación de elección con mayor precisión estadística. Esto aumenta el número de observaciones disponibles para la estimación econométrica, manteniendo constante el número total de entrevistas, y permite al investigador analizar cómo cambia el apoyo a una política o medida de reducción de riesgos a medida que los atributos de la política son variados.

Los CE han ganado popularidad porque ofrecen varias ventajas potenciales en relación con otros métodos de valoración. Por ejemplo:

- Los CE pueden proporcionar valores para cambios en un solo atributo, o para cambios simultáneos en varios atributos a la vez. Esto origina una respuesta multidimensional en lugar de un solo valor, por lo que esta técnica facilita la verificación de la propiedad de la función de utilidad, donde el riesgo es uno más de los atributos valorado.

- Debido a que las características se manipulan experimentalmente y se presentan a encuestados, por lo general son exógenos, no colineales, y pueden reflejar contener niveles de cambio en riesgo fuera del rango actual u observado. Esto es en contraste con los datos de preferencia reveladas que a menudo son colineales, pueden ser limitados en la variación de los niveles de atributos, y pueden ser endógenos en la explicación de las opciones.

- El formato de presentación de CE hace que las elecciones sean relativamente fáciles para los encuestados, y los atributos y sus niveles se pueden personalizar de manera que sean realistas para cada encuestado (es decir, reflejar las condiciones específicas que enfrentan).

- Hay experiencia en el uso de CE en varias disciplinas, incluido el marketing, transporte y economía de la salud.

- El uso de la teoría del diseño experimental aumenta la eficiencia estadística de los parámetros estimados de modo que se puedan utilizar muestras más pequeñas, lo que reduce costos de implementación.

Al diseñar un CE se deben tener en consideración las siguientes etapas:

- Paso 1: Caracterizar el problema de decisión.
- Paso 2: Identificar y describir los atributos.
- Paso 3: Desarrollar un diseño experimental
- Paso 4: Desarrollar el cuestionario
- Paso 5: Recolectar datos
- Paso 6: Modelo de estimación
- Paso 7: Interpretar los resultados para el análisis de políticas o el apoyo a la toma de decisiones

Algunos de los estudios destacados que estiman el VSL y que involucran CE son Viscusi et al.,(1991) quienes consideran el riesgo de accidentes automovilísticos; Ryan y Hughes (1997) que valoran la atención prenatal; Johnson et al. (1998) que valoran los proyectos generales de prolongación de la vida condicionados al nivel de actividad, y Subramanian y Cropper (2000) quienes derivan valores VSL relativos ligados a diferentes programas de salud ambiental. La mayoría de los estudios de experimentos de elección utilizan la versión en que las personas escogen una sola alternativa (De Blaeij et al., 2003; Rizzi y Ortúzar, 2003, 2006; Iragüen y Ortúzar, 2004; Hojman et al., 2005; Hensher et al., 2009), pero existen otros métodos de CE conocidos como Análisis Conjunto que permiten otras formas de derivar información de preferencias como son el ranking, y rating, entre otros.

Ejemplo destacado de estimación de VSL mediante CE

Seleccionamos el estudio de Alberini, "Context and the VSL: Evidence from a stated preference study in Italy and the Czech Republic", (2011), cuyo propósito fue investigar el efecto del contexto sobre el Valor Estadístico de la Vida (VSL). El contexto se definió de forma amplia para incluir i) la causa de la muerte (enfermedad respiratoria, cáncer, accidente de tráfico), ii) el beneficiario de la reducción del riesgo (adulto frente a niño), y iii) el modo de provisión de la reducción del riesgo (programa público frente a bien privado). La encuesta se realizó siguiendo protocolos similares tanto en Italia como en República Checa. Cuando no se distinguió por la causa de la muerte, el VSL de niños y adultos no fue significativamente diferente en Italia, y la diferencia fue débil en la muestra proveniente de República Checa. Cuando se distingue por la causa de la muerte,

se encontró que los VSL de niños y adultos son diferentes al nivel del 1% para las enfermedades respiratorias y los accidentes de tráfico, pero no difieren para los riesgos de cáncer".

Encuesta y cuestionario

Un enfoque de muestra dividida fue utilizado para estudiar el VSL de niños y adultos, asignando aleatoriamente a los encuestados a escenarios en los que los perfiles de reducción del riesgo eran solo para el encuestado, o para uno de los hijos del encuestado, el cual fue seleccionado al azar de entre las personas disponibles de 17 años o menos. Se eligió este enfoque para que los padres no se sintieran implícitamente a informar de cantidades de WTP para sus hijos tan elevadas como las que declararon para ellos mismos (Dickie y Messman, 2004).

Al comienzo de las encuestas, se procede a registrar información del encuestado, tal como su sexo, edad, estado civil y los nombres de sus hijos, junto con sus sexos y edades. Luego se selecciona al azar uno de los hijos entre los menores de 18 años. En la sección A del cuestionario se hacen preguntas sobre el estado de salud del niño seleccionado y en la B sobre la propia salud del encuestado. En la sección C se obtiene información sobre el uso de autopistas y redes viales, el estilo de vida, el entorno, la predisposición genética al cáncer y la familiaridad con el mismo. El objetivo de esta sección es conocer la importancia de ciertos riesgos y la exposición a los mismos. Luego se realizó un tutorial sobre probabilidades (sección D), en la cual se hacía una presentación sencilla e intuitiva basada en el lanzamiento de una moneda o un dado, pero señalamos que la noción de azar también se aplica en otras situaciones familiares.

Por ejemplo, cuando la previsión meteorológica anuncia un 10% de posibilidades de lluvia, es poco probable que llueva. A continuación, se realiza un sencillo cuestionario para asegurarse de que se han comprendido los fundamentos de la probabilidad. A continuación, pasamos a explicar la noción de riesgo de muerte. Utilizamos dos representaciones visuales del riesgo: (1) una cuadrícula de 10.000 casillas, que utilizamos cuando la atención se limita a un grupo o población de referencia (similar lo utilizado por Bhattacharya, 2006) y (2) gráficos de barras, que utilizamos cuando queremos mostrar cómo varían los riesgos entre los grupos de edad (y, por tanto, cambian a medida que una persona envejece).

La parte del cuestionario correspondiente al experimento de elección conjunta comenzaba, por tanto, indicando claramente quién era el beneficiario de las reducciones de riesgo que se iban a describir: el encuestado o el niño seleccionado, según la asignación aleatoria realizada. También se dejó constancia en que el propio encuestado, o el hijo del encuestado, sería el único beneficiario de la reducción del riesgo dentro de la familia del encuestado (a no ser que la reducción del riesgo fuera suministrada por un programa público). Una vez establecido este aspecto del escenario, las alternativas hipotéticas en los experimentos de elección conjunta se describieron mediante 5

atributos: (1) la causa de la muerte (enfermedades respiratorias, cáncer, accidentes de tráfico), (2) si la reducción del riesgo se consigue mediante un programa público o es privada, (3) la propia reducción del riesgo, (4) la latencia, expresada como el número de años que transcurren antes de que comience la reducción del riesgo, y (5) el costo. Los atributos y niveles de atributos se resumen en la tabla siguiente:

Tabla 5. Formas. Atributos y niveles utilizados en el estudio de CE

Atributo	Niveles
Contexto (causa de muerte)	Cáncer
	Accidente de tránsito
	Enfermedad respiratoria
Bien privado o programa público	Bien privado (no hay otros beneficiarios)
	Programa público de alcance nacional (hay otros beneficiarios)
Latencia	0-2-5-10 años
Tamaño de reducción del riesgo	2-3-5-7 en 10.000 por 5 años
Pago (de una sola vez)	200-500-1.000-2.000 euros
	3.200-8.000-16.000-32.000

Fuente: Alberini (2004)

Los riesgos de mortalidad por accidentes de tráfico fueron incluidos debido a que son relevantes y plausibles para la mayoría de la gente, ya que prácticamente todo el mundo utiliza las carreteras y es consciente de los riesgos de tener un accidente de tránsito. Además, los riesgos del tráfico vial afectan tanto a los niños como a los adultos, y se abordaron tanto a través del comportamiento individual como de los programas públicos. Dado que la mayoría de la gente considera los riesgos del tránsito por carretera como algo familiar y controlable (al menos hasta cierto punto), este hecho ayudó a los fines de la encuesta, sirviendo como referencia con riesgos menos comunes (como los riesgos respiratorios) y con riesgos que van acompañados de gran temor, morbilidad y dolor (riesgos de cáncer).

Para evitar la confusión entre la causa de la muerte y el aspecto de la latencia, se utilizaron niveles de latencia de 0 (=reducción inmediata del riesgo), 2, 5 y 10 años, y se modificó este atributo independientemente del contexto de la muerte, de los otros atributos y del beneficiario de la reducción del riesgo (adulto o niño seleccionado). Se limitó el horizonte a un máximo de 10 años, porque en los grupos de discusión y en el trabajo inicial de desarrollo del cuestionario aprendimos que la gente no estaba preparada para tomar decisiones ahora sobre la reducción de riesgos que experimentarán sus hijos cuando sean adultos de mediana edad.

Se presentaron los riesgos y las reducciones de riesgo como X en 10.000 a lo largo de 5 años en todo el cuestionario para poder visualizarlos en una cuadrícula con 10.000

casillas. Por último, cada plan alternativo de reducción de riesgos tenía un precio, que era asumido por el hogar del encuestado lo asumiría inmediatamente y lo pagaría una sola vez, lo que se aprecia en la tabla anterior.

En la sección E del cuestionario se informó al encuestado de que era posible reducir el riesgo de muerte propio de muchas maneras. Como ejemplos se presentaron enfermedades respiratorias, el cáncer y los accidentes de tráfico, y se le informó a los encuestados que la reducción del riesgo puede producirse mediante acciones individuales (por ejemplo, vacunándose contra la gripe, comprando un auto con equipamiento de seguridad) o programas gubernamentales (por ejemplo, un programa de control de la contaminación atmosférica). También destacamos que algunas acciones son específicas para hombres o mujeres adultos (por ejemplo, las pruebas de Papanicolaou), o para niños (asientos especiales para niños en los autos).

Luego se realizó un ejercicio que despojaba a los riesgos de todos los atributos, por lo que el encuestado se enfocaba en la magnitud de los riesgos de base y las reducciones de riesgo (sección F). En la sección G apuntaba a las tres causas de muerte centrales del cuestionario, es decir, el cáncer, las enfermedades respiratorias y los accidentes de tráfico. Además de proporcionar información básica sobre ellas, también pedimos la valoración subjetiva de los ciudadanos sobre la importancia comparativa de estos riesgos para para ellos mismos o para el niño seleccionado.

Seguidamente, las personas expresaron su opinión sobre la eficacia de las acciones privadas y de los programas públicos para reducir el riesgo de morir por cada una de las tres causas de muerte estudiadas en este proyecto (sección H). La sección I estaba dedicada a las preguntas de elección conjunta, donde al principio se recordó a los encuestados el riesgo de base de morir (por todas las causas) para el beneficiario de las reducciones de riesgo (el encuestado o el niño seleccionado). Para evitar la sobrecarga informativa, no se desagregó la línea base correspondiente para la muerte por cáncer, enfermedades respiratorias y accidentes de tráfico, respectivamente. Se presentaron los mismos riesgos de referencia para ambos países y tanto para hombres como mujeres (aunque en la vida real sean diferentes). De este modo, cualquier diferencia en la WTP de hombres y mujeres del mismo grupo de edad puede atribuirse a las preferencias, y no a las diferentes líneas base. Un razonamiento similar se aplica cuando se comparó la WTP de personas del mismo grupo de edad en los dos países diferentes

Un ejemplo de pregunta de elección conjunta se presenta a continuación

Comparación 2. Consideremos ahora otras dos intervenciones que reducen la probabilidad de morir de una persona de su edad, sexo, estado de salud y acciones preventivas, que actualmente es igual a 57 de cada 10.000 en 5 años. Estas intervenciones se describen a continuación.

Characteristics	Intervention C	Intervention D
Cause of death	Road-traffic accidents	Respiratory illnesses
Type of initiative	Government program	individual preventive action
Other beneficiaries of the reduction in the probability of dying?	Other adults	No
Reduction in the probability of dying	1 in 10.000 in 5 years	1 in 10.000 in 5 years
When does the reduction in the probability of dying begin?	In 2 years	Immediately
Total cost to your household	300 euro	500 euro

¿Cuál intervención escogería, la C, la D o ninguna?

2. Which intervention would you choose, intervention C, intervention D, or neither?

☐ Intervention C ☐ Intervention D ☐ Neither intervention (I would pay nothing and obtain no reduction in the probability of dying)

Las reducciones de riesgo debidas a programas públicos frente a las reducciones debidas a acciones privadas se presentaron a los encuestados con un recordatorio de que las primeras implican que hay otros beneficiarios de la reducción de riesgo más allá del encuestado (o del hijo seleccionado por el encuestado), mientras que el encuestado (o el hijo del encuestado) es el único beneficiario de la reducción de riesgo cuando la acción es privada. Se describieron los programas públicos como "de ámbito nacional" (es decir, que cubren a todos los adultos del país o a todos los niños del país), pero no se entregó ningún detalle más allá de la naturaleza del riesgo al que se dirige el programa.

Al final de los experimentos de elección conjunta, se formularon preguntas de información y exploró en las razones de las elecciones observadas. El cuestionario terminaba con preguntas sobre los datos sociodemográficos del encuestado.

Solución de sesgos

Al analizar los datos de las pruebas piloto, quedó claro que cuando se les pedía que eligieran entre las alternativas A y B propuestas (que disponían de diferentes periodos de latencia), los encuestados solían elegir la que ofrecía una reducción del riesgo más inmediata, independientemente de los demás atributos, lo que daría lugar a estimaciones muy altas, tanto del VSL como de las tasas de descuento. La observación de los encuestados sobre el terreno y los informes mostraron que los encuestados mezclaban la latencia y la probabilidad de la provisión de la reducción del riesgo, especialmente cuando la reducción del riesgo era suministrada por un programa público.

Alberini hace notar que, en Italia, el gobierno cambia con frecuencia, lo que obliga a celebrar elecciones recurrentemente, lo cual deja en suspenso al personal y a los programas gubernamentales hasta que se nombra un nuevo gobierno, lo cual puede llevar a que exista desinformación y confusión en torno a los programas públicos existentes y sus sucesores. Por ello, cuanto más breve sea la latencia, más probable será la aplicación de este programa gubernamental.

Dado que no es posible visualizar la probabilidad subjetiva de provisión de la reducción del riesgo, se mantuvo la latencia constante en todas las alternativas dentro del mismo conjunto de elección. Las simulaciones de Monte Carlo mostraron que el diseño y el tamaño de la muestra dieron lugar a estimaciones insesgadas y precisas de la tasa de descuento asumida. Una posible preocupación era que cuando un atributo se mantiene constante en todas las alternativas de un conjunto de elección, los encuestados no hubiesen percibido, lo cual no pudo ser comprobado en este estudio. Sin embargo, en investigaciones anteriores en las que se mantuvo constante la latencia en todas las alternativas de un conjunto de elección (Alberini et al. 2007a,b), la tasa de descuento estimada (7%) tuvo tanto robustez como significancia desde el punto de vista estadístico.

Para asegurar que no existiesen sesgos en el diseño muestral, los experimentos de elección conjunta incorporaron varios tratamientos. En primer lugar, existió una asignación aleatoria para establecer en el cuestionario, si el principal beneficiario de los planes de reducción de riesgos sería el encuestado o el niño seleccionado. En segundo lugar, cada encuestado fue asignado aleatoriamente a un conjunto de cinco pares de perfiles de reducción de riesgos. Había un total de 32 conjuntos posibles, y se les impusieron ciertas restricciones para facilitar la tarea del encuestado. Por ejemplo, los dos primeros pares que debían ver los encuestados (perfiles A y B, y C y D) se centraban en la misma causa de muerte, que se seleccionó al azar entre las tres estudiadas en este proyecto. Además, dentro de cada par, se restringió el periodo de latencia para que fuera el mismo

Estos 32 conjuntos de pares se seleccionaron al azar y sin reemplazo del universo completo de pares no dominados que satisfacían todos los requisitos mencionados. Sin embargo, debido a un error de software, el último par del conjunto 8 contenía una elección dominada[5]. En los análisis posteriores se comprobó la solidez de los resultados del logit condicional no lineal tras eliminar de la muestra las respuestas a las preguntas sobre esta pareja, y los resultados no varían prácticamente.

Se constata finalmente en los resultados, el aumento de la WTP cuando se incrementa el tamaño de la reducción del riesgo. Una posible interpretación de este resultado es la posible presencia de un "sesgo de acción", lo que significa que las personas tienden a favorecer la acción frente a la inacción, incluso cuando no hay indicios de que hacerlo vaya a suponer un mejor resultado. Es una respuesta automática, similar a un reflejo o a un impulso, y no se basa en el pensamiento racional. En este caso, la gente está

[5] Una elección dominada implica una situación en la que una elección domina claramente a otra en todas las dimensiones relevantes.

dispuesta a pagar algo para tener la opción de reducir el riesgo y alejarse de la opción de statu quo (Tsuge et al. 2005).

Modelación econométrica

El modelo se estimó por separado para los dos países y, dentro de cada país, la estimación se hizo para la reducción del riesgo propio o de los niños. Todos los modelos utilizaron la probabilidad objetiva de supervivencia implícita en los riesgos de mortalidad mostrados a los encuestados en el cuestionario (que es el mismo para hombres y mujeres, y en ambos países, para que los dos estudios sean lo más parecidos posible).

Suponemos que las respuestas a las preguntas del experimento de elección conjunta se rigen por un modelo de utilidad aleatoria. Postulamos que la parte determinista de la función de utilidad indirecta es:

$$\underline{V}_{ij} = \alpha \cdot DR_{ij} \cdot \pi(L) + \beta \cdot (y_i - C_{ij})$$

donde DR_{ij} es la reducción de riesgo descontada, $\pi(L)$ es la probabilidad de sobrevivir L años, hasta que comience la reducción de riesgo, α es la utilidad marginal de una unidad de reducción de riesgo, β es la utilidad marginal de la renta, $(y_i - C_{ij})$ es la renta residual, y los subíndices i y j denotan el individuo i y la alternativa j, respectivamente. Suponiendo un descuento exponencial constante, la reducción del riesgo descontada se define como:

$$DR = \Delta R \cdot e^{-\delta \cdot L}$$

donde ΔR es la reducción del riesgo que ofrece una alternativa hipotética y δ es la tasa de descuento. Al añadir un término de error, que recoge aspectos de la utilidad indirecta que conoce el encuestado, pero no el analista, se obtiene el modelo de utilidad aleatoria:

$$V_{ij} = \underline{V}_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

En cada pregunta del experimento de elección conjunta, se pide al encuestado que examine K≥2 alternativas y que indique la opción más preferida. K es igual a 2 en las preguntas de elección forzada, y a 3 cuando se pidió al encuestado que eligiera entre dos alternativas de reducción de riesgos hipotéticos y el statu quo.

Suponemos que el encuestado elegirá la que tenga la mayor utilidad indirecta. Si además suponemos que los términos de error en la expresión anterior son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas (i.i.d.) y siguen una distribución estándar de valor extremo de tipo I, la probabilidad de que el encuestado i elija la alternativa k es:

$$Pr(k) = \frac{e^{\underline{V}_k}}{\sum_{j=1}^{K} e^{\underline{V}_j}}$$

La expresión anterior es la contribución a la probabilidad de un modelo logit condicional donde la utilidad indirecta es una función no lineal de los parámetros.

El logaritmo de la función de verosimilitud es:

$$lnL = \sum_{i=1}^{n} \sum_{m=1}^{M} \sum_{k=1}^{K_m} y_{imk} ln p_{imk}$$

Donde p_{imk} es la probabilidad de que el encuestado *i* escoja la alternativa *k* en la tarea de elección *m* e y_{imk} es una variable dummy que equivale a 1 si la alternativa *k* es realmente elegida en la tarea de elección *m*

El VSL es:

$$VSL = \frac{\hat{\alpha}}{\hat{\beta}} \times 10.000$$

donde los sombreros de α y β denotan las estimaciones de máxima verosimilitud. La multiplicación por 10.000 es necesaria porque durante el proceso de estimación se expresa la reducción del riesgo como, por ejemplo, 3 o 4 (en 10.000) en lugar de 0,0003 o 0,0004.

Las ecuaciones anteriores suponen que la VSL es constante para todos los individuos de la muestra, y que la causa de la muerte o el origen de la reducción del riesgo no importa. El modelo es fácilmente modificable para permitir que la causa de la muerte y el modo en que se consigue la reducción del riesgo (un programa público frente a un comportamiento privado) afecten a la utilidad y den lugar a VSL potencialmente diferentes:

$$\underline{V}_{ij} = (DR_{ij} \times Z_{ij} \times \pi(L))\alpha + \beta \cdot (y_i - C_{ij})$$

donde Z denota los atributos del riesgo en la alternativa j, y α es un vector de utilidades marginales de los diferentes tipos de reducciones de riesgo.

Se introdujo en el modelo las interacciones entre la RD y las características individuales del encuestado o del beneficiario de la reducción del riesgo (por ejemplo, la edad del hijo, si es niño o niña, etc.) para comprobar si la VSL depende de estas características.

Una preocupación con las especificaciones anteriores es que plantean una forma funcional restrictiva, a saber, que la función de utilidad indirecta es lineal en la reducción del riesgo de mortalidad descontada, y el statu quo se describe perfectamente dejando que DR = 0 y C = 0. Este supuesto fue levantado estimando un logit condicional con variables ficticias para las reducciones de riesgo de diferentes tamaños en lugar de DR.

Finalmente, se observó que, si la tasa de descuento es igual a cero, la utilidad indirecta se simplifica a una que es lineal en los atributos y los parámetros. Esto facilita el ajuste de un logit mixto para acomodar la heterogeneidad no observada en la utilidad marginal de la reducción del riesgo.

Estimaciones

En el estudio de Italia, el VSL de los niños es de USD$4,9 millones y el de los adultos es de USD$4,2 millones. Estos resultados fueron sorprendentes: el VSL era superior a las

cifras que se utilizaban en ese entonces para el análisis de las políticas en la Unión Europea (el 2012 se estimaba en USD$ 3,98 millones), pero las cifras del VSL de los niños y de los adultos no son muy diferentes entre sí[6]. En la República Checa, el VSL infantil es de unos USD$1,5 millones y el VSL adulto es de USD$1,2 millones[7].

Como comparación, en Italia, la VSL infantil es de unos USD$4,9 millones para las enfermedades respiratorias, de USD$5,0 millones para el cáncer y de USD$4,2 millones para los accidentes de tráfico, no siendo, no existiendo diferencia estadística significativa entre ambas estimaciones[8].

Este estudio entregó indicios en los dos países seleccionados de que la gente está dispuesta a pagar cantidades significativamente mayores por las reducciones que se aplican mediante programas públicos, en los que habría otros beneficiarios de las reducciones de riesgo, además del encuestado o uno de sus hijos. Esto sugiere que, para el encuestado medio, las consideraciones altruistas prevalecen sobre las posibles dudas acerca de la prestación de la reducción del riesgo en sí. La prima del programa público es la misma para las tres causas de muerte aquí examinadas.

Igual si no se distinguía por la causa de la muerte, las diferencias entre el VSL de niños y adultos son modestas o nulas. En cambio, se hacía dicha distinción por la causa de la muerte, se halló que el VSL del cáncer es prácticamente el mismo para los adultos y los niños, mientras que para las enfermedades respiratorias y los accidentes de tráfico el VSL de los niños tiende a ser un 40-60% mayor que el VSL de los adultos.

Modelo teórico y econométrico de CE

El marco teórico de los modelos de elección múltiple es una extensión de lo presentado en valoración contingente (Train, 1998; 2003). Cada individuo enfrenta J opciones, en T ocasiones de decisión. Para cada ocasión de decisión t, la utilidad obtenida por el individuo *n* por escoger la alternativa j está dada por

$$U_{njt} = V_{njt} + \varepsilon_{njt}$$

U_{njt} indica la utilidad de la alternativa *j* en la situación de elección *t* para el individuo *n* y V_{njt} representa una función de los atributos observables de la alternativa j y de las características del individuo n y ε_{nj} es el componente aleatorio no observado que

[6] Un estadístico de Wald de 2,60 (valor p 0,105) indica que el VSL de los niños y de los adultos no son significativamente diferentes entre sí al nivel de significación del 5% o superior.
[7] Un estadístico de Wald igual a 4,62 (valor p = 0,03) implica que el VSL infantil y el adulto son marginalmente diferentes desde el punto de vista estadístico al 1% de significancia.
[8] Estadística Wald 0,04, valor p = 0,84.

también puede variar entre individuos y entre alternativas. El individuo escogerá la alternativa que maximiza su utilidad (McFadden 1974) de tal forma que:

$$U_{njt} \geq U_{nkt} \Leftrightarrow V_{njt} - V_{nkt} \geq \varepsilon_{nkt} - \varepsilon_{njt} \qquad \forall k \neq j$$

La decisión observada revela cuál de las alternativas proporciona mayor utilidad, pero no sus niveles de utilidad, que no son observables debido a que no se conoce el componente aleatorio. A pesar de que no podemos determinar con certeza si se cumple el resultado anterior, a partir de la especificación de funciones de distribución para el componente aleatorio podemos describir el marco probabilístico del problema. La probabilidad de que el individuo n escoja la alternativa j está dado por:

$$P_{njt} = Prob\left(\varepsilon_{njt} \geq \varepsilon_{nkt} + \left(V_{njt} - V_{nk}t\right)\right) \qquad \forall k \neq j$$

De los supuestos que se asumen sobre la distribución del componente aleatorio se derivan los distintos modelos probabilísticos planteados en la literatura. En los experimentos de elección el modelo estadístico más utilizado corresponde al modelo conditional logit. Este modelo asume una distribución Gumbel para el componente estocástico, que es idéntica e independiente distribuida entre observaciones y alternativas (McFadden 1974). Se puede demostrar que para esta función de distribución la probabilidad que el individuo n elija la alternativa i es (Train 2009: p. 36-37):

$$P_{njt} = \frac{e^{\alpha_{njt} + \beta * x_{njt}}}{\sum_{j=1}^{J} e^{\alpha_{nkt} + \beta * x_{nkt}}}$$

Donde x_{njt} son las variables observables incluidas en el experimento de elección que pueden incluir niveles de atributos, entre ellos la reducción de mortalidad y características de los individuos, α_{njt} es un coeficiente que no depende del nivel de los atributos pero que puede variar entre alternativas, β es un vector de coeficientes asociados a los atributos de las alternativas.

Este modelo no permite que el error aleatorio este correlacionado entre alternativas y entre observaciones. Esta ausencia de correlación impide considerar diferentes grados de sustitución entre alternativas, y tampoco es posible tomar en cuenta aquellos factores no observables del individuo que tienen un efecto común sobre sus diferentes decisiones, cuando estas son realizadas en una secuencia de elecciones. El modelo logit mixto permite superar ambas limitaciones. En una situación en que el individuo enfrenta varias ocasiones de decisión la función de utilidad se puede especificar como:

$$U_{njt} = \alpha_{nj} + \beta_n x_{njt} + \varepsilon_{njt}$$

La única diferencia con la ecuación anterior es el subíndice de β_n que ahora es especifico a cada individuo. La probabilidad condicionada a los coeficientes α_{ni} y $\beta_n$de que un

individuo realice una secuencia de elecciones independientes, es el producto de las fórmulas logit establecida por la ecuación anterior:

$$L_{ni}(\alpha_{ni}\,,\beta_n) = \prod_{t=1}^{T}\left[\frac{e^{\alpha_{ni}+\beta_n' x_{ni_t}}}{\sum_j\ e^{\alpha_{nj}+\beta_n' x_{n_j t}}}\right]$$

Donde los $x_{n_j t}$ son independientes en las diferentes ocasiones de decisión que ocurren en el momento t. Para determinar la probabilidad no condicional es necesario conocer una función de distribución para los coeficientes que son considerados aleatorios entre individuos (Wackerly et al. 2010 p. 70). La mayoría de las aplicaciones del modelo logit mixto considera que esta distribución, denominada de mezcla o "mixing distribution", es continua y comúnmente normal (Train 2009 p. 136). Podemos representar la distribución de mezcla normal como $f(b,W)$ donde β es un vector que contiene todos los coeficientes considerados aleatorios pudiendo también incluir interceptos o coeficientes específicos de las alternativas, b corresponde al vector de las medias de los coeficientes considerados aleatorios y W indica la matriz de covarianzas. En un experimento de elección estamos típicamente interesados en conocer las medias o el vector b y las varianzas o la diagonal de la matriz W.

Dado que no es posible obtener una expresión para la probabilidad de elección (no condicionada) se han desarrollado métodos de simulación que permiten evaluar la integral asociada a la probabilidad total para cada valor dado de b y W. Se generan valores de β a partir de la distribución $f(\beta\,|\,b,W)$ que se denominan β^r, que a su vez permite calcular el valor de la formula logit $L_{ni}(\beta^r)$. La probabilidad de elección (no condicionada) estimada o simulada $\check{P}_{ni}$ se obtiene como el promedio de los resultados obtenido en un número R de simulaciones, de la siguiente forma:

$$\check{P}_{ni} = \frac{1}{R}\sum_{r=1}^{R} L_{ni}(\beta^r)$$

El estimador de máxima verosimilitud simulada corresponde a los valores de $b\,y\,W$ que maximizan la función de verosimilitud construida con las probabilidades $\check{P}_{ni}$(Train 2009: p. 144).

Determinación de la $disposición\ a\ pagar$ *disposición a pagar (WTP).* Bajo los supuestos del modelo logit condicional y utilidad marginal del ingreso constante es posible obtener una expresión analítica que permite calcular la disposición a pagar por un atributo o por cambios en el nivel de atributos de interés. Siguiendo a Bockstael y McConnell (2007, p. 112), la disposición a pagar puede ser estimada usando la siguiente fórmula:

$$WTP = \frac{1}{\gamma}\left[ln\left(\sum_i e^{V_i^1}\right) - ln\left(\sum_i e^{V_i^0}\right)\right]$$

Donde γ representa la utilidad marginal del ingreso y que bajo una especificación lineal es igual al coeficiente del precio. V_i^1 y V_i^0 denotan la parte determinística de la utilidad asociada a la elección i, en el estado inicial y en el estado alternativo, respectivamente.

El uso de los métodos de CE en la seguridad vial requiere la especificación de variables relacionadas con los niveles de seguridad. De este modo, la seguridad suele representarse a través del número de accidentes mortales, de víctimas mortales o de heridos graves, etc. en una zona geográfica concreta durante un periodo de tiempo determinado (Hojman et al., 2005). Se prefiere este tipo de representación a la representación de una pequeña probabilidad, ya que facilita la interpretación por parte de los encuestados. Además, esta representación es similar al proceso de toma de decisiones de los individuos, que normalmente no son conscientes del riesgo de verse implicados en un accidente, sino que son conscientes de un determinado número de incidentes que aparecen en los medios de comunicación. Estas variables relacionadas con la seguridad se muestran a los encuestados junto con otros atributos que forman alternativas, que deberían representar una decisión de movilidad habitual. Otros atributos que se suelen tener en cuenta son el tiempo de viaje, el costo o el modo de transporte, etc. (Ortúzar y Willumsen, 2011).

Problemas con el método de CE

Al igual que en CV, una de las principales críticas a este método radica en el carácter hipotético de la encuesta y de las respuestas, ya que los resultados se basan en las preferencias declaradas y, por lo tanto, cabe esperar posibles distorsiones y malas interpretaciones. Algunos autores sugieren que estos problemas podrían mitigarse mediante un diseño de encuesta adecuado y la combinación de datos de SP y RP (Ortúzar y Willumsen, 2011). Sin embargo, el uso combinado de datos de ambos enfoques no es trivial, ya que no se puede asumir que los términos de error de ambas muestras sean iguales (Ben-Akiva y Morikawa, 1990). Por lo tanto, los parámetros estimados a partir de una de las dos muestras deben ser normalizados por un factor de escala (a calibrar), de modo que las varianzas sean comparables. De este modo, se pueden estimar los parámetros comunes que satisfacen ambas muestras. No es necesario que todos los estudios de CE consideren los datos de SP y RP, pero la validación de los resultados aumenta su fiabilidad. Otro punto de crítica contra este CE es que el gran número de parámetros que hay que estimar puede requerir una muestra grande, pero este problema puede mitigarse mediante un diseño de encuesta eficiente (Rose y Bliemer, 2009).

De la misma manera, al igual que en el método de CV, un importante inconveniente del análisis CE es su naturaleza artificial y el sesgo hipotético asociado (Hensher, 2010, Obermeyer y Hirte, 2021), y que las estimaciones de bienestar obtenidas con el método de CE son muy sensibles al diseño del estudio, por ejemplo, a la elección de los atributos, sus niveles y la forma en que se presentan a los encuestados, (Bateman et al., 2002).

Aunque, utilizando simulaciones de Monte-Carlo, Lusk y Bailey (2005) observaron que un tamaño grande de la muestra puede sustituir a un diseño experimental deficiente, Bateman et al. (2005) encontraron que la introducción de alternativas irrelevantes en los experimentos de elección produce estimaciones sesgadas. La complejidad de la elección o del rango también plantea problemas a los encuestados (Swait y Adamowicz, 1996). También es más difícil para los CE derivar valores para una secuencia de elementos implementados por la política o el proyecto (Bateman, et al., 2002). Se ha comprobado que el valor total de los cambios en la provisión de un bien es mayor cuando las preguntas se plantean en formato de análisis conjunto en comparación con el formato de CV (Adamowicz et al., 1998; Hanley et al., 1998, 2003; Cameron et al., 2002; Foster y Mourato, 2003). También algunos autores como Mackenzie (1993), Adamowicz et al. (1998) y Hanley et al. (1998) constataron que las estimaciones de bienestar de las técnicas de análisis conjunto son mayores que las de valoración contingente. Por el contrario, Boyle et al. (2001) concluyen que el análisis conjunto produce medidas de bienestar bajas y grandes intervalos de confianza que la VC, por lo que es discutible cuál de los enfoques de preferencias declaradas es superior a la hora de obtener valores para el riesgo de mortalidad.

El desarrollo de la metodología de encuestas (Rose y Bliemer, 2009) permite ahora diseñar experimentos eficientes, lo que conduce a estimaciones más eficientes de los parámetros y, por tanto, a un aumento de la consistencia de los resultados. Sin embargo, la mencionada flexibilidad tanto en el diseño de los experimentos como en la estimación de los modelos puede conllevar una elevada complejidad. La metodología permite incluir un enorme número de alternativas para la evaluación de la WTP, por lo que la elección de combinaciones no adecuadas de alternativas puede conducir a resultados divergentes e incorrectos. Aunque en un modelo bien especificado, los efectos principales deberían ser ortogonales entre sí (es decir, la omisión de una variable no debería tener ningún efecto sobre las demás estimaciones), si se ignoran aspectos importantes de la decisión (o se especifican de forma incorrecta) no se puede asegurar la ortogonalidad, lo que conduce a la endogeneidad (Guevara y Ben-Akiva, 2010). Por lo tanto, es importante prestar atención al diseño del experimento y a la interpretación de los resultados para representar adecuadamente el proceso de toma de decisiones de los individuos y evitar el hallazgo de relaciones espurias (Bahamonde-Birke et al., 2010).

2.2.3 Diferencias entre metodologías de SP

Los CE en particular, tienen dos grandes ventajas sobre el método CV. Primero, la experiencia sugiere que tener que intercambiar atributos y comparar alternativas tiende a reducir el rechazo total del escenario, un fenómeno que a veces se observa en los estudios de CV. En segundo lugar, los CE están diseñados para reflejar elecciones de la vida real y, por lo tanto, son más fáciles de hacer para los encuestados en comparación con la valoración de una reducción del riesgo (Bateman et al., 2002).

Similar al caso de los estudios CV, las estimaciones de bienestar obtenidas del método CE son altamente sensibles al diseño del estudio, a la elección de atributos, sus niveles y la manera en que se presentan a los encuestados (Bateman et al., 2002). A pesar de que, utilizando simulaciones de Monte-Carlo, Lusk y Norwood (2005) observan que un tamaño de muestra grande puede sustituir un diseño experimental deficiente, Bateman et al. (2005) encuentran que la introducción de alternativas que son irrelevantes en los experimentos de elección produce estimaciones sesgadas. La complejidad de elección o rango también plantea problemas para los encuestados (Swait y Adamowicz, 1996). También es más difícil para los estudios de CE derivar valores para una secuencia de elementos implementados por política o proyecto (Bateman, et al., 2002).

Por otro lado, algunos investigadores señalan que las estimaciones de las medidas de bienestar de las técnicas de CE son mayores que las de CV (Mackenzie, 1993, Adamowicz et al.,1998, y Hanley et al. ,1998). Por el contrario, Boyle et al. (2001) encuentran que el CE produce medidas de bienestar con bajos valores e intervalos de confianza mayores con relación a CV. Por ello, es materia de debate cuál de las metodologías de SP es más eficiente en la estimación de valores para el riesgo de mortalidad. Dada la evidencia mixta reportada en la literatura, en el caso de valoración de la disminución del riesgo de mortalidad, puede ser más apropiado utilizar un enfoque CV y obtener una respuesta directamente en lugar de indirectamente, especialmente si las personas tienen un buen conocimiento de lo que están valorando.

En caso contrario, pudiera ser que el CE estimase los valores de manera más eficiente, al presentar a los encuestados escenarios más aterrizados, que serían más comprensibles para ellos, y, por lo tanto, estarían propensos a entregar respuestas acordes a su verdadera valoración de los riesgos que enfrentan. De todas maneras, es un debate abierto y permanente que dista bastante de cerrarse.

Para estimaciones a través de CV o de CE, en algunas circunstancias, la WTP y WTA pueden estimarse de forma más eficaz preguntando a una muestra representativa de personas de forma más o menos directa sobre las sumas que estarían dispuestas a pagar individualmente o a aceptar como compensación por variaciones preestablecidas en los niveles de riesgo de muerte o lesiones. En la medida en que los estudios bajo el enfoque SP se concentren en los riesgos de mortalidad, la principal preocupación será estimar las tasas marginales individuales de sustitución (MRS) de la riqueza por el riesgo de muerte por cualquier causa particular, ya que es un resultado estándar que el principal componente de la WTP es el VSL que viene dado por la media de la población de estos valores individuales.

Tabla 6. Análisis comparativo entre CV y CE

Semejanzas entre CV y CE
Basados en Modelos de utilidad aleatoria (RUM) Tanto el MCV de elección discreta (MCV-DC) como el CE se basan en la teoría de la utilidad aleatoria (Hanemann, 1984; Hanley et al., 1998ª; Hanley et al., 1998b), que los individuos comparan la utilidad (bienestar) entre todas las alternativas disponibles, y escogen aquella que proporcione la mayor utilidad.
Fuertemente dependientes de un correcto diseño e implementación de las encuestas El proceso de levantamiento de información, diseño de encuestas y su administración son importantes en ambos métodos. Esto requiere: 1) Amplia descripción del "bien" a evaluar. 2) Preguntar por disposición a pagar 3) Describir escenario sin y con provisión del bien (status quo versus situación mejorada) 4) Diseño óptimo en la definición, combinación y asignación de atributos entre los entrevistados. En VC se optimiza el vector de pagos y el N muestral. En CE se optimizan las combinaciones de niveles de atributos (que incluye el vector de pagos) 5) análisis econométricos para modelos de elección discreta (logit, condicional logit, Mixed logit).
En principio sus estimaciones son comparables y combinables Puesto que cada tipo de tarea de elección (CV o CE) es coherente con la teoría de la utilidad aleatoria, y puesto que las elecciones se realizan en los mismos tipos de situaciones, también podemos combinar los conjuntos de datos y examinar los efectos de escala relativos. No obstante, la comparabilidad entre CE y CV no está garantizada per se, debe ser parte del diseño experimental. En otras palabras, estos métodos son comparables si el diseño de CV es un caso particular dentro del diseño de CE. En otros casos podría estar extrapolando resultados de CE que no coinciden con el escenario presentado en VC.
Requieren considerar la compatibilidad de incentivos en el diseño Ambas aproximaciones suponen que los individuos mostraran sus verdaderas preferencias, y que en principio los individuos reciben un beneficio (costo) de llevar a cabo una determinada política y esto supone una disminución de su renta disponible.
Sujetos a sesgo hipotético Se argumenta que, como las preguntas son hipotéticas, las respuestas serán también hipotéticas y, por lo tanto, no serán una prueba de lo que la gente pagaría realmente.
Sujetos a sesgo de alcance Ambas metodologías pueden sufrir de sesgo de alcance (scope effect) en el cual la DAP no varía proporcionalmente a cambios en la cantidad del bien.

Diferencias entre CV y CE	
CV	**CE**
El valor del bien se obtiene en forma más directa Estima el valor que una persona le da a un bien, simulando un mercado para un bien en cuestión, mediante una encuesta en que se les pregunta por la máxima cantidad de dinero que pagarían (o aceptarían) por el bien si tuvieran que comprarlo (o renunciar a este), tal como lo hacen con los demás bienes. De ahí se deduce el valor que para el consumidor medio tiene dicho bien.	**El valor del bien está incluido dentro de una lista de otros atributos**. CE pide a los entrevistados que elijan entre casos que se describen mediante atributos. Estas combinaciones de atributos constituyen situaciones concretas que se seleccionan del universo de situaciones posibles. La DAP por el bien está implícita en las respuestas a los distintos escenarios de elección presentado.
Es más fácil identificar los protestos El encuestado puede rechazar totalmente el escenario propuesto (protestos), con lo que no se obtendría ninguna información útil sobre la valoración del bien en cuestión.	**No es evidente cuando un entrevistado protesta el escenario** La experiencia sugiere que tener que intercambiar atributos y comparar alternativas tiende a reducir el rechazo total del escenario, un fenómeno que a veces se observa en los estudios de CV. Es decir, es poco probable que un encuestado elija en forma sistemática el status quo. En este caso, al igual que en VC, debe identificarse si es un protesto al escenario.

VC es incentivo compatible VC con formato dicotómico es "incentivo compatible" es decir genera un escenario donde la mejor respuesta es decir la verdad.	**CE podría no ser incentivo compatible** La literatura no ha mostrado aún que Ce sea incentivo compatible.
No es posible obtener valores para más de un atributo El uso del método CV no permite o complejiza el análisis de los valores sobre atributos o niveles de estos, impactos de formas funcionales sobre atributos en medidas de bienestar, efectos de dotación y otros elementos, a diferencia del método CE.	**Se pueden valorar atributos y niveles de atributos fácilmente** No obstante, la complejidad de elección o rango también plantea problemas para los encuestados (Swait y Adamowicz, 1996). También es más difícil para los estudios de CE derivar valores para una secuencia de elementos implementados por política o proyecto (Bateman, et al., 2002).
Es más sencillo de diseñar, implementar y menos cognitivamente demandante Dada la evidencia mixta reportada en la literatura, en el caso de valoración de la disminución del riesgo de mortalidad, puede ser más apropiado utilizar un enfoque CV y obtener una respuesta directamente en lugar de indirectamente, especialmente si las personas tienen un buen conocimiento de lo que están valorando.	**Es cognitivamente demandante, requiere un diseño complejo (optimal desing)** No obstante, pudiera ser que el CE estimase los valores de manera más eficiente, al presentar a los encuestados escenarios más aterrizados, que serían más comprensibles para ellos, y, por lo tanto, estarían propensos a entregar respuestas acordes a su verdadera valoración de los riesgos que enfrentan
difícil de controlar y evaluar sesgo hipotético y de alcance. Se generan sesgos de alcance y escala, y comportamientos estratégicos, así como respuestas altruistas.	**Permite evaluar y contrastar sesgo de alcance.** El uso de CE uso puede reducir la preocupación por fenómenos como el comportamiento estratégico y el responder siempre afirmativamente (yea saying) y en principio puede reducir el sesgo de alcance.
econométricamente "sencillos" Los modelos econométricos son relativamente simples y parte de cualquier curso de estadística y econometría, incluyendo modelos binarios logit y probit y modelos no paramétricos	**econométricamente "Complejos"** Los modelos econométricos son relativamente avanzados y no son parte de cursos básicos de estadística y econometría. Incluyendo modelos logit condicional, probit multi elección, mixed logit, clases latentes, etc.
Mas fáciles de comunicar La lógica del método es sencilla, fácil de comunicar a no economistas y tomadores de decisiones. básicamente, es está o no dispuesto a pagar por un cambio.	**Complejos de comunicar** No es fácil trasmitir la forma en que se derivan los valores económicos, ni el diseño de los experimentos (selección de niveles, combinaciones, etc.). Haciendo mas compleja la toma de decisiones.

Fuente: Elaboración propia, basados en revisión de literatura

3. Análisis comparativo entre enfoques usualmente utilizados para la estimación del Valor de la Vida Estadística

El objetivo de esta subsección es presentar algunas semejanzas y / o diferencias entre ambos enfoques revisados para la obtención del VSL. A continuación, la siguiente tabla resumen presenta las principales características de ambos enfoques.

Tabla 7. Comparación de características, ventajas y desventajas entre los enfoques de SP y RP

SP	RP
El método SP utiliza encuestas y experimentos en los que se pide a los encuestados que respondan a un hipotético programa/bien que permita la reducción de riesgos de mortalidad o lesiones. Utilizando diferentes mecanismos y diseños de pago, la disposición a pagar puede medirse en función de las elecciones hipotéticas realizadas por los encuestados.	Se estructuran sobre el uso de información del comportamiento real para estimar un valor implícito del VSL. El enfoque de RP más común es utilizar datos del mercado laboral para estimar la prima salarial exigida por aceptar trabajos más riesgosos.
El enfoque de SP más común en la bibliografía sobre VSL son los estudios de valoración contingente (CV), en los que se plantea a los encuestados (normalmente) una pregunta de elección dicotómica (sí/no); si estarían o no dispuestos a pagar una determinada cantidad por una determinada reducción del riesgo.	Se basa en el comportamiento real de los consumidores, como, por ejemplo, estimar la prima de precio de un automóvil más seguro y utilizar la disposición a pagar para calcular un VSL implícito (Andersson, 2005; Atkinson y Halvorsen, 1990).
Strand (2001) señala que una de las razones de la popularidad de los métodos SP es que las estimaciones de VSL tienden a ser más estables que las estimaciones de los estudios de salarios hedónicos.	Por lo general, las estimaciones basadas en estudios de RP arrojan estimaciones de VSL más bajas (de Blaeij et al., 2003).
Sujeto a sesgos de escala, alcance	Por otro lado, la RP está menos sujeta a sesgos hipotéticos, efectos de alcance y otros sesgos comunes en las aplicaciones de encuestas. Además, RP no tiene limitaciones metodológicas adicionales, ya que no recrea una naturaleza hipotética de un escenario a evaluar. No obstante, está sujeta a los problemas econométricos de datos no experimentales, como endogeneidad, multicolinealidad, entre otros.
Falta de respuestas sistemáticas ante pequeños cambios en el riesgo. Se ha argumentado que las compensaciones entre riesgo y dinero no se entienden bien debido a la dificultad de internalizar riesgos marginales (el caso de las personas que no saben distinguir entre pequeñas probabilidades (1/100 vs 1/200, por ejemplo).	Los modelos de RP no consideran las percepciones de riesgo individuales
Flexibilidad para controlar muchas variables, incluyendo el riesgo y el contexto	Algunas investigaciones encuentran consenso en que el salario responde al riesgo (Milligan et a., 2014)

SP	RP
Puede obtener preferencias por atributos no observables Puede ser representativo de la población si la encuesta o experimento está bien diseñado	La valoración del riesgo es insensible al contexto Algunas investigaciones descubren que la relación salario-riesgo es espuria (Mrozek y Taylor, 2002, OECD, 2012). Es difícil tener en cuenta los determinantes no relacionados con el riesgo de la variación salarial Los datos de panel sólo ofrecen tasas de sustitución interindividuales Los asalariados no son representativos de la población (McConnel,2006). Las estimaciones están distorsionadas por la diferencia entre la percepción real y riesgos (Hauer,2011, McConnel,2006).

Fuente: Elaboración propia

Miller (2000) reportó que las estimaciones del VSL derivadas del método de valoración contingente (enfoque SP) eran mayores que las VSL derivadas del comportamiento evitado (enfoque RP), mientras que Viscusi (1993) descubrió que las estimaciones bajo enfoque SP eran similares en magnitud a las estimaciones implicadas por los estudios del mercado laboral. Blomquist (2004) estudió la literatura sobre preferencias reveladas y concluyó que las estimaciones de VSL basadas en el comportamiento de consumo permanecen en el rango de estimaciones basadas en el comportamiento evitado en el mercado laboral.

Algunos autores argumentan que los modelos de RP generalmente sufren de sesgo variable omitido y errores de medición relacionados con la variable de riesgo (Alberini y Chiabai, 2007a) ya que los modelos de RP no consideran las percepciones de riesgo individuales. En otras palabras, las personas que trabajan en una misma industria tendrán la misma tasa de riesgo independientemente de su género, preferencias familiares, edad u otras características (Alberini y Chiabai, 2007a). Alberini (2019) afirma que un trabajador altamente calificado puede buscar trabajos más riesgosos y, en consecuencia, pedir una compensación más alta, sabiendo cómo evitar riesgos. Esto inflaría el verdadero riesgo de una industria u ocupación; por lo tanto, el VSL disminuiría para esos trabajadores. Strand (2001) señala que una de las razones de la popularidad de los métodos SP es que las estimaciones de VSL tienden a ser más estables que las estimaciones de los estudios de salarios hedónicos.

Por otro lado, la RP está menos sujeta a sesgos hipotéticos, efectos de alcance y otros sesgos comunes en las aplicaciones de encuestas. Además, SP también tiene limitaciones que son intrínsecas a la naturaleza hipotética de la metodología. Por lo tanto, uno no puede estar seguro de que las respuestas sean completamente realistas o que las personas se comporten de la manera en que afirman en la encuesta. Alberini (2019) también señala que en los estudios de SP, los encuestados podrían no entender las preguntas (o el concepto de valoración) y tener dificultades para comprender los

cambios en el riesgo que se están valorando (por ejemplo, no diferencian cantidades que son muy pequeñas y que representan los cambios en la probabilidad de riesgo).

Keller et al (2021) incluyeron 120 estudios en una revisión sistemática de la literatura para obtener estimaciones del VSL entre diferentes sectores y contextos. En 76 artículos se utilizó un enfoque de preferencia declarada, de los cuales el 51%, el 41% y el 8% eran estudios de valoración contingente, experimentos de elección discreta o ambos, respectivamente. Se utilizó un enfoque de preferencia revelada en 44 artículos, de los cuales el 74% se basaba en diferencias salariales compensatorias. Las estimaciones de la VSL variaron sustancialmente según el contexto (sector, país desarrollado/en desarrollo, situación socioeconómica, etc.), con la mediana de las estimaciones ajustadas a la paridad de poder adquisitivo del punto medio de 2019 de 5,7 millones de dólares (6,8 millones de dólares, 8,7 millones de dólares y 5,3 millones de dólares para los sectores de la salud, el mercado laboral y la seguridad del transporte, respectivamente).

En teoría, los niveles de VSL obtenidos en los estudios de valoración contingente deberían ser los mismos que los que surgen de los estudios de experimentos de elección, si el carácter de las muertes y las poblaciones en riesgo son similares. Sin embargo, Dionne y Lanoie (2002) sugirieron que el VSL de los riesgos de transporte podría diferir del VSL de los riesgos de muerte en el trabajo porque la naturaleza de las muertes puede ser diferente. La diferencia en el carácter de los riesgos no afectará a estudios que se realicen sobre en los riesgos de mortalidad de los vehículos motorizados, ya que tanto la valoración contingente como las estimaciones basadas en el mercado, ya que no debería existir una diferencia significativa en la percepción de los riesgos de muerte de cada modalidad, al menos en los países de la OECD.

En general, la comparación entre ambos enfoques es difícil de lograr porque han evolucionado a partir de diferentes teorías y procedimientos. Por lo tanto, las diferencias que existan entre ellas pueden ser totalmente válidas y reflejar la verdadera variabilidad del VSL. Por ello, es esperado que las metodologías de ambos enfoques ofrezcan resultados diferentes y, hasta cierto punto, es posible que no sean del todo comparables.

4. Revisión bibliográfica enfocada en la estimación de la DAP por disminución de riesgo de fatalidad para la estimación del VVE

El VSL representa el valor económico de un cambio marginal en la probabilidad de muerte (Andersson y Treich, 2011; Freeman III et al., 2014) y se define generalmente como la DAP por una reducción del riesgo de muerte (Krupnick et al., 2002; Viscusi et al., 2014). Se puede estimar mediante Preferencias Reveladas (PR) utilizando el modelo salarial hedónico (HWM) (Ashenfelter, 2006) o Preferencias Declaradas (PE) incluyendo la valoración contingente (CV) o los experimentos de elección (CE) (de Blaeij et al.,

2003; Krupnick et al., 2002). La VSL depende de los atributos de la población (la renta, el nivel de referencia del riesgo, las variables culturales y demográficas, etc.) (Alberini y Ščasný, 2011; Chilton et al., 2002; Kniesner et al, 2010), en los atributos del riesgo analizado (causa de la muerte, latencia, tamaño del cambio de riesgo) (Hammitt y Liu, 2004), y en la percepción, las actitudes y el comportamiento de las personas en función del altruismo, la aversión a la desigualdad o la distribución de los ingresos (Andersson y Treich, 2011; Carlsson et al., 2010; Carlsson et al., 2004). Las diferencias en las estimaciones de VSL también pueden explicarse por los distintos errores de muestreo, los diferentes datos, las decisiones metodológicas y el sesgo de publicación (Doucouliagos et al., 2012; Viscusi, 2017; Viscusi y Masterman, 2017).

En la actualidad existe un acuerdo bastante generalizado entre los economistas de que uso del VSL en el análisis costo-beneficio del sector público debe definirse de manera que, sus estimaciones reflejan las verdaderas preferencias de los miembros de la población afectada, expresadas en su WTP por la mejora de la seguridad o su disposición a aceptar una compensación (WTA) por el aumento del riesgo de mortalidad.

Como se apreció anteriormente, varios estudios han demostrado que existen diferencias considerables en la estimación del VSL, solo considerando métodos de SP. De estos hallazgos se pueden sacar dos conclusiones diferentes, y aparentemente contradictorias. Una es que la asignación de recursos en el sector público no es rentable porque los valores de vida implícitos basados en estas inversiones no reflejan las preferencias de política pública. Otra conclusión es que el sector público ha percibido correctamente las preferencias individuales por el valor de la vida estadística (VSL) en diferentes ámbitos. Una premisa básica para que lo último sea cierto es que los individuos tienen diferentes preferencias para diferentes ámbitos.

Este aspecto y otros ítems que se reportan en la literatura respecto a las particularidades en la ejecución de las metodologías utilizadas por el enfoque SP se desarrollan a continuación.

Sensibilidad de las probabilidades de reducción de riesgo

La conformación del cuerpo teórico de estimación del VSL por medio de estudios de SP se ha ido perfilando en las últimas décadas, por ejemplo, a través de CV, el cual solía ser el método de SP predominante para la valoración de los cambios de riesgo y la estimación de la VSL en las últimas décadas del siglo XX y comienzos del siglo XXI. En el comienzo, para realizar las estimaciones del VSL, se presentaba como escenario hipotético un proyecto de seguridad vial para los encuestados, sin ninguna relación con el comportamiento de viaje y se aplicaba una medida de riesgo estándar, como una probabilidad en el cambio del número de víctimas en una población por millón de habitantes (Jones-Lee et al., 1985, 1995; Beattie et al, 1998; Carthy et al., 1998; Corso et al., 2001; Persson et al., 1995; Krupnick et al., 2002; Alberini et al., 2004; Andersson, 2007).

También se han presentado aplicaciones del método de CV, en que se presentaba a los encuestados los cambios de riesgo en términos de número de víctimas mortales y de lesiones graves (Hultkrantz et al., 2006; Svensson, 2009), en lugar de pequeñas probabilidades. Por otro lado, Fluegel et al., (2019), usando un formato de CV denominado múltiple acotado (MB) ofrecía al encuestado una mejora concreta (por ejemplo, una reducción específica del número de víctimas) y se le preguntaba si estaría dispuesto a pagar diferentes cantidades de dinero. Para cada cantidad ofrecida, los encuestados podían expresar su nivel de incertidumbre incluyendo una escala semántica con niveles tales como, definitivamente no", "probablemente no", "incierto", "probablemente sí" y "definitivamente sí", de acuerdo con lo establecido por Welsh y Poe (1998); y Broberg y Brännlund, (2008).

En teoría, la WTP por la reducción de los riesgos de mortalidad está influida por la riqueza y el riesgo inicial, con lo que la Tasa Marginal de Sustitución (TMS) entre la riqueza y el riesgo de muerte se puede estimar a partir de las valoraciones de la WTP y WTA (Jones-Lee 1974). Este fundamento teórico se basa en la premisa de que los individuos tienen una percepción adecuada de los riesgos asumidos y tienen la capacidad de tomar decisiones racionales (Jones-Lee, 1989). Los psicólogos han identificado varias formas en las que las personas distinguen los riesgos: el conocimiento previo, el momento en que ocurre, el sufrimiento esperado, la novedad, la determinación de la propia voluntad del individuo y el control de la situación (Slovic, Fischhoff y Lichtenstein, 1979). Estos factores también han sido estudiados por los economistas para determinar si la WTP por la reducción del riesgo de mortalidad, se ven influidas por la magnitud de la reducción de dicho riesgo, por el riesgo umbral (o de nivel base), por la percepción del riesgo (voluntariedad y controlabilidad), por el momento en que ocurre la reducción del riesgo (latencia) y por el contexto en el que se aplica la reducción del riesgo (por ejemplo, como un bien privado o público).

Aunque se han propuesto varios enfoques para estimar la VSL, todos ellos se basan en la suposición de que las personas comprenden la reducción del riesgo que ofrecen ciertos comportamientos y productos, o que entienden y aceptan los riesgos que se les comunican durante la realización de los estudios de SP. Esto se ha cuestionado en el caso de cambios muy pequeños en los niveles de riesgo (Tversky y Kahnemann, 1974; Fischhoff, 1990; Viscusi, 1993). También se supone que las personas tienen unas preferencias muy bien definidas en cuanto a las compensaciones de riesgo e ingresos. Los cambios en los niveles de riesgo son a veces tan pequeños que esta compensación resulta muy difícil, si no imposible, de realizar ya que este es el riesgo real de muerte que enfrentan las personas en un accidente de tráfico (Andersson y Lindberg, 2009, Hauer, 1994).

La valoración de la reducción de los riesgos para la vida humana es importante para llevar a cabo los análisis de costo-beneficio de muchas políticas públicas cuyos beneficios están asociados a la reducción de las muertes humanas (Adamowicz et al., 2011; Viscusi, 1993). De acuerdo con Slovic (1987), comprender cómo piensan y responden las

personas ante el riesgo es una condición necesaria para diseñar políticas significativas. En la actualidad, la relevancia de las estimaciones de VSL se ha visto fuertemente acentuada por su intenso uso en la evaluación económica de las estrategias de mitigación del brote de COVID-19 (Thunström et al., 2020).

Así se conforma un problema potencial con el enfoque SP para la estimación del VSL referido a la sensibilidad del VSL a la magnitud asumida del riesgo, o "alcance", al haberse observado que las cifras promedio declaradas de disposición a pagar (WTP) por la vida estadística de los estudios de preferencia declarada dependen en gran medida de la magnitud del riesgo de mortalidad a ser valorado. Para las estimaciones del VSL a través de CV, Hammitt y Graham (1999) encontraron que, hasta el momento de su encuesta, todos los estudios revisados exhibieron una fuerte sensibilidad a la magnitud asumida del riesgo, o que la WTP general asociada con un escenario dado es completamente independiente del riesgo a ser valorado. La consecuencia fueron estimaciones decrecientes de VSL cuando aumenta el riesgo relevante, en contraste con las predicciones de la teoría económica estándar.

Sumado a ello, existe evidencia de que las personas tienen una apreciación limitada de las probabilidades pequeñas, ya que a veces creen que una probabilidad de 1 en 10.000 es mayor que 1 en 1.000 (Baron, 1997a, 1997b; Fetherstonhaugh et al., 1997; Fisher et al., 1989; Federico y Fischhoff, 1998; Viscussi, 1998), lo que ha generado que los resultados de las estimaciones sean cuestionados, al no representar con precisión las preferencias de los individuos. Alberini (2019) también señala que en los estudios de SP, los encuestados podrían no entender las preguntas (o el concepto de valoración) y tener dificultades para comprender los cambios en el riesgo que se están valorando (por ejemplo, no diferencian cantidades que son muy pequeñas y que representan los cambios en la probabilidad de riesgo).

También Jones Lee et al., (1993), Krupnick et al., (1997) y O'Brien et al., (1998) proporcionan evidencia de que las personas tienen dificultades para manejar las probabilidades. En una encuesta de CV realizado por este último, muchas personas no pudieron decir que un evento con una probabilidad de uno en cien (1/100) era más probable que ocurriera que un evento con una probabilidad de 1 en doscientos (1/200). Con base en esta evidencia, parecía necesario que el nivel de riesgo debiese expresarse de otra manera, como, por ejemplo, utilizar el número de accidentes mortales como proxy de riesgo (Rizzi y Ortúzar, 2003). De esta forma, las personas encuestadas se han enfrentado a situaciones en que se les presentan los riesgos de muerte como pequeñas probabilidades, y que deben decidir en el momento sobre una compensación entre el riesgo y el dinero para llegar a un valor monetario. Este tipo de simulación de contexto puede no corresponder a las elecciones reales en las que los individuos tienen que considerar un conjunto de atributos de un bien concreto en un contexto de elección determinado.

Específicamente, mientras que la teoría (Jones-Lee 1974) predice que la disposición a pagar de los individuos debería ser proporcional al tamaño de la reducción del riesgo (si el riesgo es marginal o muy pequeño), la conclusión habitual es que la WTP sea mucho menos que proporcional a pequeñas reducciones en el riesgo de muerte (Andersson et al. 2016; Søgaard et al. 2012). Por lo tanto, las estimaciones de VSL varían con el tamaño de la reducción del riesgo (Hammitt y Graham 1999; Dubourg et al. 1997; Jones-Lee et al. 1995), pero no necesariamente en la cantidad y forma esperada por la teoría. Por ejemplo, Jones-Lee, Hammerton y Philips (1985) estimaron la WTP media para reducir el riesgo de morir en un accidente de viaje por 4/100.000 era de 137 libras, con lo que se obtiene un VSL de 3,4 millones de libras. Sin embargo, la WTP media estimada para una reducción del riesgo un 75 % mayor (7/100 000) fue solo un 15 % mayor (£155), por lo que se estima un menor VSL de £ 2,2 millones.

Este comportamiento divergente de la proporcionalidad estimada entre la WTP con la variación del tamaño de la reducción del riesgo presentado a los encuestados, ha llevado a algunos autores a plantear que podría ser posible que el método de CV sea incapaz de medir las preferencias de los individuos por la reducción del riesgo de mortalidad, y también que estas preferencias no sean consistentes con el modelo económico estándar (Fischhoff y Furby, 1988; Beattie et al., 1998; Kahneman, Ritov y Schkade, 1999).

Para superar dicho problema algunos autores ya habían optado por presentar el tema utilizando indicadores como la eliminación de muertes y lesiones graves en el transporte, de manera de hacer más comprensible la medida de seguridad (Hakes and Viscusi, 2004; Andersson and Lundborg, 2007), en vez de utilizar probabilidades muy pequeñas.

Por otro lado, Rizzi y Ortúzar (2003) señalan que el contexto de elección de un experimento debe replicarse con precisión para obtener resultados significativos. Además, apuntan que, desde un punto de vista teórico, debido a las diferentes percepciones del riesgo que poseen las personas, estos pueden valorarse de manera diferente. Ellos, utilizaron en su estudio el número de accidentes con víctimas mortales (es decir, una aproximación al riesgo) como uno de los atributos, realizando pruebas de validez externa basada en los resultados de tres estudios anteriores. Igualmente, abordaron el tema de si debiese haber un valor único de las reducciones del riesgo de muerte.

Existen algunos factores que contribuyen a la generación de un contexto relacionado a la causa de una muerte o lesión, y que determinan finalmente a la percepción del riesgo que poseen los individuos, tales como el temor individual, el conocimiento de los riesgos y los beneficios personales de la exposición al riesgo (personas que son amantes de deportes extremos, por ejemplo), y, finalmente, condicionan a la WTP declarada para reducir este riesgo (Slovic et al, 1985). Por lo tanto, es crucial definir un contexto de riesgo específico. Por ejemplo, un estudio de percepción de riesgo en Santiago de Chile (Bronfman y Cifuentes, 2003) demostró que el tener un auto y viajar en este implica un

riesgo, el cual es bien entendido por la mayoría de las personas, ya que el bien y el viaje están bajo su control y esa condición produce un gran beneficio personal.

Desde entonces, se han llevado a cabo estudios de CE en distintos países considerando a conductores de automóviles, que involucran alternativas de viaje que difieren en tiempo, costo y otros atributos de viaje, y con ello, capturar las diferentes percepciones del riesgo que poseen las personas por ejemplo, en Chile (Iragüen et al., 2004; Hojman et al., 2005; Rizzi y Ortuzar, 2006), Países Bajos (De Blaeij et al., 2002), Bélgica (de Brabander, 2006), Australia (Hensher et al., 2009), Noruega (Tofte, 2006; Veisten et al., 2013) y España (González et al., 2016). Además, Flügel et al. (2015) realizaron un estudio de CE considerando la modalidad de viaje en bicicleta; y Hensher et al. (2011) considerando transeúntes como modalidad de viaje o desplazamiento, con las percepciones de riesgo correspondientes.

Siguiendo con el tema de la percepción del riesgo, éste puede influir en el valor que los individuos dan a la probabilidad de reducción del riesgo. Por ello, la WTP puede variar en función de la determinación de la propia voluntad y la capacidad de control del riesgo de un individuo (Jones-Lee et al., 1985; Jones-Lee & Loomes, 1995; Viscusi & Zeckhauser, 2005). Por otra parte, en un reciente estudio comparativo para la reducción del riesgo de mortalidad de accidentes de tráfico y la contaminación atmosférica en Tailandia, se comprobó que la percepción del tipo de riesgo no tenía impacto en la WTP (Vassanadumrongdee y Matsuoka, 2005).

Los efectos del contexto son el resultado de las percepciones y actitudes de las personas hacia las circunstancias en las que se producen los accidentes y pueden influir en su WTP. Por ejemplo, Jones-Lee y Loomes, (1995) analizaron los efectos de escala y de contexto sobre la reducción del riesgo de muerte en el metro de Londres, reducción que fue valorada en un 50% más que la reducción del riesgo de mortalidad en carretera. Los escenarios ofrecidos para considerar los efectos de escala eran que la personas eligieron 25 a 30 muertes en un solo accidente de metro o 25 a 30 muertes en accidentes de metro separados. Se valoró más la prevención de accidentes subterráneos a gran escala, principalmente por su carácter involuntario. Se encontró que el efecto de contexto era significativo, pero el efecto de escala no lo era, por lo que los autores recomendaron aumentar el VSL de un accidente subterráneo a 1,5 veces las cifras de la seguridad vial o ferroviaria en superficie.

Una explicación alternativa para la sensibilidad típicamente inadecuada a la magnitud es que los pequeños cambios de riesgo no se han comunicado adecuadamente a los encuestados. En la medida en que los encuestados no entienden la magnitud del cambio de riesgo, es poco probable que sus respuestas representen con precisión sus preferencias. Una comunicación de riesgo deficiente hacia los encuestados puede explicar por qué las estimaciones de la WTP realizadas a través del método de CV para la reducción del riesgo de mortalidad varían menos que proporcionalmente con la magnitud de la reducción del riesgo. La casi proporcionalidad se puede utilizar como

prueba para la idoneidad de la comunicación de riesgos y como condición necesaria (pero no suficiente) para validez de las estimaciones de WTP (Hammitt, 2000).

Durante muchos años, la literatura en SP ha buscado formas eficaces de comunicar pequeños cambios de riesgo a los encuestados en las encuestas (McBride et al., 2013). Hace dos décadas, Corso et al. (2001) descubrieron que las ayudas visuales ayudan a mejorar la sensibilidad de la DAP de las personas a la magnitud de la reducción del riesgo de muerte en comparación con las meras descripciones textuales. El método de utilizar una cuadrícula de cuadrados para demostrar el riesgo de morir ya se había utilizado en otros estudios sobre el riesgo de mortalidad realizados en países desarrollados, como, por ejemplo, Lipikus y Hollands (1999) quienes reportaron que la cuadrícula y la escala de riesgo han demostrado ser más eficaces para ayudar a los participantes en el estudio a comprender los riesgos pequeños. En Chile destaca el estudio de GreenLab UC (2004), quienes elaboraron una escala de percepción de riesgo para accidentes de tránsito, sobre la base de los insumos cualitativos y la literatura disponible sobre el tema. Por otro lado, Corso et al., (2001) consideraron que la cuadrícula y la escala logarítmica son las ayudas visuales más adecuadas para para demostrar la probabilidad y que su uso dio lugar a una WTP casi proporcional a la magnitud de la reducción del riesgo. a la magnitud de la reducción del riesgo.

Mathews et al. (2006) muestran que las visualizaciones, como fotografías, mapas y diagramas, también ayudan a la comprensión de los encuestados. Harrison et al. (2014) realizan una revisión sistemática de la comunicación del riesgo en experimentos de elección discreta en el ámbito de la salud y descubren que, entre 27 estudios, todos ellos utilizan algún tipo de ayuda visual, como matrices, gráficos de barras, pictogramas, escalas de riesgo y fotografías.

De esta manera, la información disponible ha mostrado que la forma en que se comunican los riesgos de pequeña probabilidad a los individuos tiene un impacto sustancial en los resultados de la tarea de valoración (Botzen y van den Bergh, 2012). Por ejemplo, el uso de fotografías en color en comparación con fotografías en blanco y negro en los estudios de CV genera una diferencia estadísticamente significativa en la DAP de los individuos (Labao et al., 2008). Leiter y Pruckner (2009) utilizaron escaleras de riesgo para comunicar las tasas de riesgo y analizaron la relevancia de la experiencia individual y los factores actitudinales en la hipótesis de la proporcionalidad de la DAP. Zhai y Suzuki (2008) evaluaron cuatro representaciones del riesgo diferentes, sin encontrar ningún efecto de alcance, pero no probaron diferentes formas de comunicar estas representaciones del riesgo.

En la última década, el auge de los entornos virtuales ha proporcionado muchas nuevas oportunidades para comunicar atributos e información sobre alternativas en SP. Según Leder et al. (2019), los métodos para comunicar información sobre seguridad o riesgos varían según el nivel de compromiso entre el individuo y el material que presenta los riesgos. Mientras que la encuesta en papel, la presentación en PowerPoint o las ayudas

visuales tienen bajos niveles de compromiso, otros enfoques como la RV producen un mayor nivel de compromiso, lo que permite la participación y la oportunidad de experimentar las consecuencias de las propias decisiones.

Si bien existen algunas investigaciones en este sentido en estudios de SP (Bateman et al., 2009; Fiore et al., 2009; Matthews et al., 2017; Meyer, 2020), los entornos virtuales aún son poco utilizados en valoración de bienes que no poseen precio de mercado (Matthews et al., 2017) debido al costo y la complejidad del diseño. Sin embargo, la rápida reducción del costo (Meyer, 2020) y la masificación de las experiencias digitales multisensoriales, sugieren que los entornos virtuales serán más relevantes en futuras aplicaciones de estudios que consideren, por ejemplo, la estimación del VSL en el ámbito del transporte. Están surgiendo oportunidades a través de estos desarrollos tecnológicos para revisar algunas cuestiones de investigación económica de larga data en el campo de la economía relacionadas con la valoración económica de la reducción del riesgo de muerte, en donde será más fácil presentarles a los encuestados aspectos relacionados a las tasas de riesgo de muerte u otros aspectos que se han reportado de difícil comprensión en los estudios tradicionales llevados a cabo hasta el presente.

Sesgos

En cuanto a los sesgos, los principales problemas que a menudo se han reportado en estudios bajo el enfoque de SP corresponde al sesgo hipotético y al sesgo de alcance/escala. El sesgo hipotético implica que los encuestados generalmente exagerarán su disposición a pagar en el escenario hipotético en comparación con un escenario real situación del mercado, lo que implica que las estimaciones de VSL basadas en estudios de SP serán sobreestimadas, por lo tanto, las inversiones públicas serán presentadas con mayores beneficios en comparación con su verdadera relación costo / beneficio.

El sesgo de alcance/escala se refiere a la insensibilidad a la cantidad de bienes valorados (alcance) o el tamaño del bien valorado (escala). En un sesgo de escala de contexto, la WTP no aumenta con una mayor reducción del riesgo, por lo que el VSL será muy sensible a la reducción riesgo utilizada en el diseño de la encuesta. Es decir, que las medidas de la WTP por seguridad vial serán insensibles sin razón justificada a la magnitud de la reducción del riesgo.

Cuando la WTP por una reducción de riesgo, es independiente del tamaño de dicha reducción, el VSL estimado será inversamente proporcional a la magnitud de la reducción del riesgo. Por lo tanto, la WTP por unidad de reducción del riesgo, que es el VSL, puede fijarse de forma más o menos arbitraria en cualquier número dentro de un amplio rango. Es decir, será alta para una pequeña reducción del riesgo y baja para una gran reducción. Aunque problemas similares se han encontrado también para otros beneficios, parecen ser más difíciles de superar en el caso de las mejoras de seguridad que dan lugar a reducciones de probabilidad de pequeño tamaño (Carson, Flores y Meade, 2001).

Pero aún existen otros problemas que surgen en el proceso de estimar el VSL. Varios estudios de preferencias declaradas han revelado la existencia de sesgos hipotéticos (Cummings, Harrison y Rutström, 1995; Cummings et al., 1997), lo que conduce a una sobreestimación de la WTP, ya que las respuestas reflejan la actitud ("sí, tal vez"), en lugar de la intención, o el compromiso real ("sí, seguro"). Otro motivo de preocupación es que la mejora de la seguridad a menudo se enmarca como un bien privado (como un airbag), aunque las estimaciones del VSL se utilicen para evaluar las acciones realizadas por el sector público (como las mejoras en las carreteras).

En ese sentido, los resultados de List y Gallet (2001) indican que cuando el bien a valorar es más "familiar" para el consumidor, lo cual debería implicar un mejor conocimiento de las verdaderas preferencias, el sesgo hipotético se reduce. Li et al. (1996) descubrieron que cuando se tenía en cuenta la incertidumbre de las preferencias en el modelo econométrico, se podía eliminar gran parte de la discrepancia entre la verdadera WTA y la WTA hipotética. En una serie de experimentos económicos (Johannesson et al, 1998; Johannesson et al., 1999; Blumenschein et al., 1998; Liljas y Blumenschein, 2000; Nape et al., 2003) descubrieron que el sesgo hipotético podía mitigarse mediante el uso de escalas de certeza cualitativas o cuantitativas para seleccionar a posteriori respuestas afirmativas "fiables". Champ et al. (1997, 2002), Poe et al. (2002) y Vossler et al. (2003) llegaron a la conclusión de que el nivel de las transferencias reales a los bienes públicos puede predecirse a partir de las respuestas a los estudios de CV que utilizaron una escala cuantitativa que medía el grado de seguridad autodeclarada en las respuestas.

Tanto los estudios sobre el terreno como los experimentos de laboratorio han demostrado que los valores hipotéticos de la WTP suelen superar sustancialmente sus valores reales (Hultkrantz et al., 2006). Esta tendencia puede surgir por varias razones. En primer lugar, es posible que los encuestados en una situación hipotética no tengan plenamente en cuenta sus limitaciones presupuestarias. En segundo lugar, los encuestados pueden no estar seguros de su verdadera valoración. En tercer lugar, como sugieren los investigadores en psicología social (Fuji y Gärling, 2003), es importante distinguir entre las preferencias básicas (función de utilidad) y la intención de comportamiento, es decir, el compromiso de actuar, que depende del contexto actual. En ese sentido, Li y Hensher (2012), propusieron un marco teórico que consideraba la actitud ante el riesgo y las preferencias de forma conjunta, a través de una función de utilidad no lineal y, por tanto, ofrece una imagen más completa de la toma de decisiones, para el caso de transportistas de carga, señalando que ajustar la actitud hacia el riesgo en el proceso de toma de decisiones representa una forma teóricamente atractiva y efectiva de entender las elecciones de los agentes de carga, especialmente en presencia de la variabilidad del tiempo de viaje.

Carlsson et al. (2010) señala que otro resultado importante, en cierto modo contraintuitivo, es que encontraron una relación negativa entre la VSL y el riesgo inicial, lo que implica que los individuos valorarán más la reducción de un riesgo inicial menor que uno mayor. Una de las hipótesis es que los individuos pueden tener un umbral de

riesgo, es decir, que, si un riesgo puede reducirse por debajo de este nivel, el individuo puede prescindir de él en gran medida. Así, reducir aún más un riesgo inicial ya bajo puede proporcionar al individuo una mayor utilidad (expresada en términos de menor preocupación) que reducir un riesgo inicial alto por encima del nivel umbral. Otra hipótesis es que los individuos se preocupan no sólo por la reducción del riesgo absoluto, sino también por la reducción del riesgo relativo. Por ejemplo, un individuo con preferencias relativas preferiría una reducción del riesgo de 8 a 4 en lugar de una reducción de 16 a 12, ya que el primer caso reduciría el riesgo a la mitad.

Para superar esos problemas, y estimar el VSL basado en la WTP para los riesgos de viaje en carretera, Carthy et al. (1998) desarrollaron un enfoque de varias etapas que implica "encadenar" las respuestas a las preguntas de valoración contingente y de los valores declarados. La razón de emplear un enfoque multietapa es descomponer el enfoque riqueza/riesgo de la compensación de la muerte en una serie de pasos conceptualmente manejables, tratando así de atenuar los diversos sesgos que parecen ser omnipresentes en las respuestas a preguntas de valoración contingente más directas en el ámbito de la salud y la seguridad. Por ejemplo, el entrevistado respondía sobre su WTP por la certeza de un tratamiento de salud rápido y efectivo para una lesión no mortal provocada en un accidente en carretera, y la WTA por la certeza de resultar con la misma lesión.

También se han propuesto enfoques que han mostrado resultados positivos a la hora de tratar los problemas del sesgo hipotético y del sesgo de alcance/escala (Svensson, 2007). El enfoque consiste en preguntar al encuestado sobre su nivel de convencimiento respecto a la respuesta hipotética que el individuo entrega, y posteriormente sólo considerar las respuestas positivas a la pregunta de la WTP de los encuestados que se clasificaron como más seguros.

Blumenschein et al. (2005) compararon el comportamiento declarado ajustado por un "enfoque de certeza total", es decir, utilizando sólo las respuestas de los encuestados totalmente seguros de sus respuestas, con el comportamiento real en un experimento de campo. Aunque descubrieron que la WTP no ajustada en una encuesta de valoración contingente era el doble de la real, el "enfoque de certeza" produjo una estimación correcta.

Sin embargo, Alberini et al. (2004) no pudieron demostrar fehacientemente que la WTP es proporcional a la reducción del riesgo cuando sólo se utilizaron las respuestas de los encuestados que declaraban una fuerte confianza en sus respuestas. Es decir, a pesar de que los encuestados que expresaban una alta seguridad en sus propias respuestas, y que el valor medio de la WTP aumentó efectivamente en proporción al tamaño de la reducción del riesgo, los intervalos de confianza en torno a las estimaciones puntuales de la relación entre los valores de la WTP para las dos reducciones de riesgo diferentes, eran de muy amplio rango. Además, los cambios en la reducción del riesgo utilizados

eran mucho mayores que las magnitudes utilizadas en los estudios de seguridad vial de países europeos (1/1000 y 5/1000 en este estudio versus 1/10.000 usado en Suecia)

Hammitt y Graham (1999) obtuvieron resultados similares, mientras que Corso et al., (2001) no encontraron ninguna diferencia en la sensibilidad a la magnitud de este grupo de encuestados en comparación con las muestras completas. Por lo tanto, estas pruebas solo pueden sugerir que el sesgo hipotético y el sesgo de escala pueden tener causas similares.

Consideraciones de bien público sobre privado

Se ha reportado que la reducción del riesgo de las víctimas mortales de accidentes de tráfico puede llevarse a cabo de dos formas posibles: mediante un programa público o como una reducción del riesgo privado (Johannesson et al., 1996; Romer et al., 1998; Hultkrantz et al., 2006). La elección entre ambas depende del objetivo para el que se realice el estudio, así como de consideraciones prácticas. Por ejemplo, podrían existir dos tipos extremos de comportamiento que podrían estimular las respuestas en esta situación: (1) consideraciones altruistas, y (2) parasitismo. El comportamiento altruista puede ser paternalista o no serlo.

El VSL depende estrechamente del tipo de altruismo exhibido (Jones-Lee, 1991), que a su vez está vinculado a la distinción entre VSL como un bien público versus privado (Anderson y Lindberg (2008). La disposición a pagar para reducir los riesgos de mortalidad puede implicar claramente que cambie la valoración de los individuos por la reducción del riesgo de muerte de otras personas, tanto miembros de la familia como terceros. Luego es posible que dichos valores no se reflejen totalmente en la disposición a pagar de los individuos por la reducción del riesgo de mortalidad propia. Un tema central es cómo se deben contabilizar dichos valores al estimar las cifras de VSL para aplicarlas en los análisis de costo-beneficio.

Estas complejidades han llevado a los investigadores a centrarse en las reducciones privadas del riesgo, que suelen implicar, por ejemplo, la compra de un dispositivo de seguridad para uso en el automóvil para conseguir la reducción del riesgo. Sin embargo, los instrumentos para la reducción privada del riesgo pueden conllevar efectos secundarios que pueden provocar el rechazo del escenario.

Por ello, los estudios de preferencias declaradas sobre las reducciones de riesgos de mortalidad tienen que idear un mecanismo creíble para aplicar la reducción de riesgos. En muchos casos, el mecanismo más plausible o apropiado para la entrega de reducciones de riesgo es un programa público. Sin embargo, un problema de este enfoque es que las consideraciones altruistas de los encuestados pueden dar lugar a una doble contabilización. La teoría económica (Jones-Lee 1991, 1992) ha elaborado las condiciones en las que se producirá y no se producirá la doble contabilidad, mostrando que dependen fundamentalmente del tipo de altruismo que afecta a las respuestas

(paternalista o no paternalista), y de lo que se le dice al encuestado que suponga sobre los pagos realizados por otras personas.

Ha sido complicado en la investigación observar la naturaleza del altruismo de cada encuestado, y los esfuerzos por decir a los encuestados lo que deben suponer sobre los pagos de otras personas han resultado incómodos y confusos (Johannesson y Meltzer 1998, Alberini y Ščasný, 2011). Esto ha llevado a muchos investigadores a valorar las reducciones de riesgo privadas (por ejemplo, Dickie y Gerking 1996; Krupnick et al. 2002), aunque es probable que esto sólo produzca un límite inferior para la WTP.

Mediante un estudio de CV, Johannesson et al. (1996) estimaron el VSL bajo el escenario en que la seguridad vial se presenta como un bien privado en vez de un bien público, lo cual lo llevaron a cabo por medio de una encuesta telefónica a personas mayores de 16 años que poseían un automóvil. La WTP para el dispositivo de seguridad privada permaneció en un rango de entre 2.400 a 4.700 coronas suecas (SEK), mayor que el rango para el programa de seguridad pública, que osciló entre las 1.300 y 3900 SEK. Con esos rangos, el VSL varía entre 30 millones de SEK (4,5 millones de dólares) y 59 millones de SEK (8,9 millones de dólares) para reducción del riesgo privado, lo cual es 1,8 y 1,2 veces más grande que el VSL estimado para la reducción del riesgo público.

Debe notarse eso sí, que las consideraciones altruistas no son la única razón de las diferencias en la WTP que puedan existir entre las reducciones de riesgo debida a programas públicos y a los comportamientos o actitudes privadas, ya que los encuestados también pueden atribuir una probabilidad de provisión y/o una eficacia de la reducción del riesgo diferentes tanto a los programas gubernamentales como a las acciones privadas (Alberini y Ščasný, 2011).

Causa de muerte según modalidad de viaje, contexto o ámbito

Se ha reportado que el riesgo de muerte o lesiones graves es menor en el transporte en autobús que en el viaje en automóvil en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (Elvik et al., 2009). Igualmente, el riesgo de muerte o lesión grave se percibe como menos controlable en el transporte en autobús en comparación con el transporte en automóvil (Slovic et al., 1979; Carlsson et al., 2004). Carlson et al. (2004) encontraron que las personas están dispuestas a pagar el doble por una reducción del riesgo en el transporte aéreo que en el transporte por carretera. Savage (1993) encontró diferencias considerables en la WTP relativa para reducir el riesgo en los contextos de peligro de incendios domésticos, cáncer de estómago y accidentes de tráfico y de aviación.

Sin embargo, aunque los riesgos de mortalidad sean mayores en la modalidad de viaje en automóvil respecto al viaje en autobús, para la mayoría de las personas el riesgo de transporte constituye uno de los tantos tipos de riesgos de muerte o lesiones, los cuales conjuntamente determinan el riesgo general de muerte o de daños en la salud (Elvik et al., 2009). Dado el hecho de que los riesgos de transporte en los países de la OCDE se

consideran dentro de un orden de magnitud inferior a otros riesgos, casi no existiría diferencia significativa al comparar el riesgo de muerte o lesiones entre las dos modalidades de viaje (Hammitt y Graham, 1999; Eeckhoudt y Hammitt, 2001). Además, se espera que el efecto del riesgo inicial sobre el VSI sea similar para el VSL, ya que los riesgos de lesiones en el transporte contribuyen relativamente más a los riesgos globales de lesiones que a los riesgos globales de mortalidad (Elvik et al., 2009). Cabe destacar en ese sentido que Viscusi y Evans (1990) encontraron un efecto positivo del riesgo de base o umbral sobre la WTP para reducir el riesgo de lesiones.

El transporte público además conlleva otros riesgos que viajar en automóvil, por ejemplo, los riesgos de seguridad relacionados con el hecho de compartir un medio de transporte con otras personas. El riesgo estadístico de ataques o violencia en el transporte público o en el paradero es bajo en países como Noruega (Backer-Grøndahl et al., 2009), pero, no obstante, el riesgo subjetivo tiene un componente emocional, además de la consideración de la probabilidad de accidente (Sjöberg, 1998, 1999) o las creencias fatalistas de verse implicado en accidentes de tráfico (Elias y Shiftan, 2012). Junto con ellos, el malestar emocional podría ser diferente, y posiblemente más importante, para el riesgo de seguridad personal en comparación con el riesgo de accidente en el transporte público (Teigen et al., 1988; Brun, 1992; Moen y Rundmo, 2006). Backer-Grøndahl et al. (2009) descubrieron que el riesgo de seguridad se consideraba más importante que el riesgo de accidente para la decisión de elegir un modo de transporte. Otra encuesta realizada en Noruega indicó que el componente cognitivo del riesgo era más pronunciado para los modos de transporte privado, mientras que el componente emocional del riesgo (miedo al accidente o miedo a otros incidentes desagradables/peligrosos) era más pronunciado para los modos de transporte público (Moen y Rundmo, 2006; Rundmo et al., 2011).

Otros resultados de estudios que han comparado la relación entre el contexto de riesgo según modalidad de viaje y la disposición a pagar (WTP) para reducir o evitar el riesgo también han arrojado resultados mixtos. En el sector del transporte, Jones-Lee y Loomes (1995) encontraron que la disposición a pagar por una reducción del riesgo para el metro de Londres fue un 50% mayor que la WTP de accidentes de carretera.

También se han encontrado menos variación entre los ámbitos en evaluación en estudios como Viscusi y Aldy (2003), quienes no encontraron diferencias entre la WTP para reducir los riesgos de cáncer y los riesgos de accidentes de tránsito, mientras que Vassanadumrogdee y Matsouka (2005) encontraron que los VSL para accidentes de tránsito y contaminación del aire son similares. Chilton et al. (2002) estudiaron las preferencias de los individuos por los programas de seguridad que reducen el número de muertes en cuatro contextos: ferrocarriles, incendios domésticos, incendios en lugares públicos y carreteras, y encontraron pequeñas diferencias entre tales contextos. Magat et al., (1996) encontraron que la mediana de los encuestados era indiferente entre reducir el riesgo de cáncer de linfa terminal y reducir la muerte por accidentes en

automóvil, pero que el componente de morbilidad del cáncer de linfa curable se evaluó como 58 por ciento más grande que la pérdida de la vida en un accidente automovilístico.

Luego, este contexto aplicado en nuestro país requiere una atención detenida en cuanto a aspectos emocionales referidos a la experiencia de viaje en transporte público y la decisión de optar por este, sobre otros medios.

Mecanismos de pago

Se ha discutido respecto a los diferentes tipos de diseño de las encuestas para levantar la información pueden tener un gran impacto en las respuestas de estas. Por ejemplo, la pregunta y el mecanismo de pago pueden ser determinantes para las respuestas recibidas. A nivel teórico, Carson y Groves (2007) sostienen, basándose en la teoría económica, que el formato de pregunta que puede ser compatible con los incentivos es la de elección dicotómica única (sí/no) con pago restringido por un nuevo bien público, o la elección de cuál de dos nuevos bienes públicos proporcionar (Carson y Groves, 2007).

Empíricamente, también se ha demostrado que los distintos mecanismos de pago producen en muchos casos estimaciones diferentes, por ejemplo, las preguntas abiertas suelen producir estimaciones más bajas en comparación con las preguntas de elección dicotómica (Cameron et al., 2002). Además, en lo que respecta a las estimaciones de la WTP por una reducción del riesgo, se ha demostrado que el hecho de que el bien se describa como privado o público tendrá un gran impacto en la estimación, ya que la provisión privada se valora más que la provisión pública del mismo bien (Hultkrantz et al., 2006; Johannesson et al., 1996).

Rango de estimaciones

En cuanto a la distribución de los valores estimados del VSL, la literatura informa un amplio espectro de estimaciones, con valores que varían entre montos negativos y más de US $ 50 millones. También las estimaciones de VSL son diferentes entre países y dentro de las ciudades de un mismo país (Dekker et al., 2011; Miller, 2000; Viscusi y Aldy, 2003; Zan y Scharff, 2017). También las estimaciones se diferencian según la metodología utilizada y los atributos que se le asignen al riesgo de mortalidad o lesiones bajo análisis (por ejemplo, la causa de muerte, la latencia y el tamaño del cambio de riesgo) (Hammitt y Haninger, 2010; Hammitt y Liu, 2004; McDonald et al., 2017). Adicionalmente, el VSL varía según los ingresos de las personas, niveles de riesgo previos, o variables culturales (Alberini et al., 2004; Alberini y Ščasný, 2011; Aldy y Viscusi, 2007, 2008; Chilton et al., 2002; Robinson et al., 2020; Smith et al., 2004), percepciones y actitudes (Andersson y Treich, 2011; Carlsson et al., 2010; Carlsson et

al., 2004). Finalmente, las estimaciones de VSL también se ven afectadas por el sesgo de publicación[9] y los errores de muestreo (Viscusi, 2018; Viscusi y Masterman, 2017).

Esta amplia variabilidad de las estimaciones de VSL genera incertidumbre con respecto al valor apropiado de VSL para ser utilizado para evaluar diferentes políticas públicas. Los metaanálisis pueden ayudar a comprender el comportamiento de VSL en términos de cómo las decisiones metodológicas o los contextos que se hayan definido para el estudio respectivo pueden afectar las estimaciones de VSL y si existe un sesgo de publicación en los estudios de VSL publicados (Viscusi, 2017). Realizar un metaanálisis puede ayudar a superar los desafíos de responder a una pregunta específica, tal como cuál es el valor del VSL (Field y Gillett, 2010). Entre los estudios de metaanálisis de VSL destacan De Blaeij et al., 2003; Keller et al., 2021; Miller, 2000; Mrozek y Taylor, 2002; Viscusi, 2015.

Consideraciones alternativas de estimación del VSL

Debido a los costos y las dificultades asociadas al levantamiento primario de información a través de encuestas, la organización International Road Assessment Programme (iRAP) ha recomendado en su reporte del año 2016, que los países miembros en vías desarrollados no realicen más estudios con encuestas, aunque se propuso una alternativa.

Un enfoque alternativo desarrollado por iRAP ha explorado la viabilidad de derivar una regla general relativamente sencilla a partir de los datos disponibles y los resultados de los estudios de SP y RP de una serie de países. La hipótesis básica es que el nivel de renta de un país es un determinante principal del VSL. Este es obviamente el caso de los valores basados en el enfoque del capital humano, pero también es válido para los valores de la WTP estimados en estudios de SP, ya que la disposición a pagar está influida por el ingreso disponible. Se recopilaron datos de una serie de países desarrollados y en desarrollo y se calcularon las relaciones entre el valor de la vida estadística (VSL) y el PIB per cápita per cápita.

Tabla 8. VSL y relación con PIB per cápita países desarrollados

País	VSL Oficial (en moneda local)	PIB per cápita (en moneda local)	VSL/PIB per cápita	Año	Moneda local	Método
Australia	1.832.310	40.654	45	2003	Aus $	HC
Austria	2.676.374	31.028	86	2006	€	WTP

[9] Conocido también como sesgo en publicación científica, es un tipo de alteración de los resultados de la investigación debido a la tendencia editorial de publicar mayoritariamente resultados significativos en desmedro de las investigaciones que reportan una relación no significativa entre las variables que se investigan (Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Sesgo_de_publicaci%C3%B3n).

País	VSL Oficial (en moneda local)	PIB per cápita (en moneda local)	VSL/PIB per cápita	Año	Moneda local	Método
Canadá	1.760.000	36.806	48	2002	C$	HC
Francia	1.156.925	27.232	42	2005	€	HC
Alemania	1.161.885	26.753	43	2004	€	HC
Islandia	284.000.000	3.840.943	74	2006	ISK	HC+PGS
Holanda	1.806.000	28.807	63	2002	€	HC + PGS
Nueva Zelanda	3.050.000	37.536	81	2005	NZ$	WTP
Suecia	18.383.000	295.436	62	2005	SK	WTP
Reino Unido	1.384.463	19.663	70	2004	£	WTP
EE.UU.	3.000.000	36.311	83	2002	$	WTP

Fuente: Fuente: https://www.alternatewars.com/BBOW/ABM/Value_Injury.pdf

El análisis descriptivo de datos disponibles por iRAP muestra que la relación entre el VSL y el PIB per cápita varía entre 42 y 86, con una media y una mediana de 63, para países de altos ingresos. Si sólo se consideran los países que utilizaron el enfoque SP para las estimaciones, como Holanda e Islandia, tanto la media como la mediana son de 74.

Tabla 9. VSL y relación con PIB per cápita países en vías de desarrollo

País	VSL Oficial (en moneda local)	PIB per cápita (en moneda local)	VSL/PIB per cápita	Año	Moneda local	Método
Camboya	18.864	317	60	2002	$	HC
Filipinas	4.133	982	4	2003	$	HC
Tailandia	2.741.064	8.589	319	2002	B	HC
Vietnam	162.620.000	7.582.788	21	2003	D	HC
Laos	4.617	336	14	2003	$	HC
Indonesia	255.733.113	8.645.085	30	2002	Rp	HC
Malasia	1.200.000	15.811	76	2003	RM	WTP
India	1.311.000	23.578	56	2004	Rs	WTP
Myanmar	4.806.909	144.967	33	2003	MK	HC
Bangladés	889.528	16.169	55	2002	Tk	HC
Letonia	276.327	4.807	57	2006	LVL	HC
Polonia	1.056.376	27.585	38	2006	PLM	HC
Lituania	1.018.269	16.405	62	2003	LTL	HC

Fuente: https://www.alternatewars.com/BBOW/ABM/Value_Injury.pdf

En cuanto a la relación existente para países en desarrollo, la mayoría de los valores se basaron en el enfoque RP y, por tanto, es probable que los valores sean mucho más bajos que los derivados de un enfoque SP. Con la excepción de Malasia, la relación entre

el VSL y el PIB per cápita oscila entre 14 y 62, con una media de 42 y una mediana de 40. Si se incluye a Malasia, la media aumenta ligeramente a 44.

Al comparar las relaciones VSL/PIB entre los países desarrollados y los países en desarrollo, se aprecia que las relaciones de los primeros tienden a ser más altos, especialmente cuando se basan en un enfoque SP. Sin embargo, lo que llama la atención de ambas tablas son los valores relativamente agrupados de VSL/PIB per cápita si los países se agrupan según la metodología utilizada, y aunque las relaciones de los países en desarrollo son más variables, en general el rango es más estrecho de lo que podría esperarse. Este hallazgo respalda en cierta medida el concepto de una regla general basada en la relación entre el VSL y el PIB per cápita para obtener estimaciones viables del VSL en los países en desarrollo.

La relación entre el VSL y los niveles de ingresos se estudió más a fondo utilizando una regresión lineal logarítmica para estimar una ecuación de la forma:

$$ln\ ln\ (VSL)\ = 1 + b \cdot ln\ ln\ (PIB\ per\ cápita)\ + c \cdot Método$$

Donde Método = 1 si se utiliza el enfoque SP para obtener el VSL, y 0 si no es así

Los datos en moneda local se convirtieron a valores en dólares internacionales de 2004 para este análisis. La regresión dio como resultado una ecuación con un valor R^2 ajustado del 97%, y valores derivados de VSL/PIB per cápita que promediaron 53 en todos los países en las Tablas anteriores.

Se utilizó otra ecuación de regresión para derivar la relación entre el VSL y el PIB per cápita que se utilizará como regla general para el modelo de evaluación económica del iRAP. La ecuación de regresión utilizó la relación entre el VSL y el PIB per cápita como variable independiente y el método utilizado para derivar el valor de la vida estadística como variable dependiente.

La ecuación de regresión es:

$$\frac{VSL}{PIB\ per\ cápita} = a + b \cdot Método$$

Donde Método =1 si se ha utilizado un enfoque de voluntad de pago, 0 si se utiliza el enfoque del capital humano.

La regresión dio como resultado una ecuación con R^2 ajustado del 58%.

La ventaja de este enfoque es que garantiza la coherencia entre los distintos países y evita el sesgo que de genera en el proceso de encuestado. La desventaja es que tiene que basarse en los datos de un número limitado de países para los que se dispone de estimaciones aceptablemente válidas del VSL. Dado que los valores basados en estudios

de SP son preferibles a los basados en RP, si las estimaciones utilizan la WTP o incluyen un margen para los costos humanos, es probable que la relación entre el VSL y el PIB per cápita se sitúe en un rango bastante estrecho, entre 60 y 80.

Este enfoque proporcionará valores para los beneficios de la reducción de la mortalidad que reflejan el nivel de ingresos de cada país, pero como las estimaciones se basarán en gran medida en los datos de los países desarrollados; los valores también pueden señalar el mayor nivel de demanda de seguridad en dichos países. Esto se considera adecuado, ya que uno de los objetivos del iRAP es aumentar la demanda de mejora de la seguridad en los países en desarrollo. Sin duda, habría que evaluar su consistencia y aplicabilidad en el país, pero constituye otro enfoque disponible para la evaluación del VSL, no solo en el ámbito del transporte, sino que en la globalidad de actividades económicas del país.

Resumen

Mediante la cuantificación de los beneficios de la seguridad vial y la medición de la disposición a pagar (WTP) para prevenir el riesgo de accidentes de tránsito, se puede obtener una medida del VSL (Elvik et al., 2009). Este parámetro se ha medido tradicionalmente mediante valoración contingente (Viscusi et al., 1991; Jones-Lee et al., 1993, Jones-Lee, 1994; Beattie et al., 1998; Carthy et al., 1998). La metodología expresa básicamente el riesgo como la probabilidad de ocurrencia de un accidente e implican una valoración monetaria de la seguridad vial que implica un equilibrio entre dinero y riesgo. Una de las críticas a la metodología es que la decisión real que toman los individuos implica elegir entre conjuntos de atributos que describen rutas alternativas. También la metodología ha sido criticada por especialistas en comportamiento humano (Fischhoff, 1991; 1997) y algunos economistas (Hausman, 1993; Diamond y Hausman, 1994).

La falta de estudios empíricos sobre el VSL en algunos países ha llevado a la adopción de enfoques alternativos o utilización de otros estudios relacionados, adaptados al ámbito del transporte. Por ejemplo, en las carreteras en el Reino Unido llevó en 1995 al Departamento de Medio Ambiente, Transporte y Regiones del Reino Unido a utilizar el VSL derivado de un estudio de valoración contingente (CV) en el que el riesgo de accidente de tráfico en carretera era de 1,7 millones de dólares (precios actualizados al 2022).

Sin embargo, un grupo de expertos del Ministerio de Sanidad del Reino Unido (1999) se opuso al uso directo de las estimaciones del VSL en los accidentes de tráfico, en el contexto de la contaminación atmosférica, realizando sus propias estimaciones con ajustes al método, pero los resultados obtenidos en las estimaciones de VSL tenían una alta dispersión (de 5.000 a 2,7 millones de dólares en precios de 2022), lo que indica que las estimaciones fueron muy inciertas.

Esta incertidumbre en las estimaciones del VSL se debe a las diferencias en los contextos de riesgo y en la población de riesgo que son considerados para llevar a cabo los estudios de VSL. Por ejemplo, el contexto de riesgo para las muestras de los estudios del mercado laboral se considera una exposición voluntaria y rutinaria en lugar de trabajo, en vez de una exposición involuntaria y quizás temida a un accidente de tráfico. Las muestras de los estudios del mercado laboral son de adultos sanos en edad de trabajar, mientras que la población de riesgo en accidentes de tráfico también considera a los adultos mayores y a niños y adolescentes.

Un gran desafío en la estimación de la WTP para la reducción de la mortalidad es la cuantificación de los riesgos (Ashenfelter, 2006), pero, aunque los individuos percibieran correctamente las variaciones de los riesgos, se ha cuestionado su capacidad de discernir sobre los riesgos de forma cardinalmente correcta (Blomquist, 2004). Una cuestión adicional es que los individuos pueden tener dudas sobre la competencia, la viabilidad y la eficacia asociadas a la reducción de los riesgos presentados en las encuestas, en particular en los riesgos para la salud (Alberini y Ščasný, 2013).

A pesar de que en la literatura se ha reportado que la WTP para reducir la probabilidad de riesgo de muerte está influida tanto por el efecto del contexto (la gravedad percibida de un accidente de tráfico) como por los efectos de escala (el número de víctimas que implicará el accidente de tráfico) y que también se ha demostrado que los encuestados son relativamente insensibles a las pequeñas variaciones en el riesgo, el método de obtener la WTP por CV o CE ha sido la mejor estrategia para obtener una medida aproximada del parámetro correcto, y con ello la estimación subsiguiente del VSL.

Por otro lado, es factible de evaluar la utilización de estudios realizados en otros países, bajo el concepto de una regla general basada en la relación entre el VSL y el PIB per cápita para obtener estimaciones viables del VSL, y con ello proporcionará valores para los beneficios de la reducción de la mortalidad, lo cual debe complementarse con la propia información generada previamente en el país, en relación con el nivel de ingresos.

5. Descripción y resumen de los estudios revisados

A continuación, se presenta un conjunto de estudios seleccionados y que fueron parte de la revisión bibliográfica y de la descripción de enfoques precedentes. Se presenta el título y autor del estudio y año de publicación, junto con un breve resumen de este, el tipo enfoque utilizado y otros aspectos que se consideraron relevante presentar, además de las principales estimaciones del VSL y de los riesgos presentados a los encuestados, en el caso que corresponda.

Tabla 9. Selección de principales estudios revisados

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
1	Andrea M. Leiter (2009). Age effects in monetary valuation of reduced mortality risks: the relevance of age-specific hazard rates **Año de estimación: 2005**	Se pone de relieve la importancia de las tasas de riesgo específicas de la edad para explicar la variación de valor estadístico de la vida (VSL).	Encuesta de CV con una muestra aleatoria por estratos de 1.997 personas de la población de la región de Tirol, Austria, mayor de 15 años.	Para reducir la dificultad de interpretar las pequeñas variaciones de riesgo se visualizó el cambio de riesgo en cuestión. Se preguntó directamente a los encuestados sobre su máxima WTP para evitar un aumento de los riesgos de avalancha respecto a los niveles actuales	Regional	El VSL medio de los no esquiadores oscila entre 2,4 y 3,1 millones de euros. Para el grupo de esquiadores, el VSL se sitúa entre 1,8 y 3,0 millones de euros.	El VSL medio de los no esquiadores oscila entre 3,83 y 4,95 millones. Para el grupo de esquiadores, el VSL se sitúa entre 2,87 y 4,79 millones.	Base: 2,35/100.000 Aumenta riesgo por cierre de programa de mantención 4,7/100.0009,4/100.000
2	Andersson & Lindberg (2008). Benevolence and	Se utiliza el método CV para obtener	La encuesta se hizo por correo en 1998 con una	Se preguntó a los encuestados si estaban	Regional	En el nivel de precios de 2006, las estimaciones	Las estimaciones de VSL privados y	Base: 0

[10] En relación con esta columna, aunque en algunos papers no está explicitado su representatividad, asumimos en un principio, que en si las muestras escogidas provienen de poblaciones similares, los resultados podrían ser comparables, y con ello, la representatividad se podría extender más allá del ámbito regional. Debe considerarse también que, aun cuando las diferencias podrían explicarse por variables observables, en rigor, aunque existan similitudes en las poblaciones, aun así, podrían existir variables no observables que las hacen distintas.

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
	the value of road safety **Año de estimación:2006**	las preferencias de los individuos por su seguridad propia y la ajena en aspectos relacionados al tráfico vial.	prueba piloto previa para decidir sobre los niveles de oferta. La muestra en la encuesta principal fue de 1.950 individuos entre 18-76 años, con tasa de respuesta fue del 55 por ciento, aplicada en Örebro, Suecia.	dispuestos a pagar un precio determinado por el dispositivo de seguridad, es decir, una pregunta de elección dicotómica acotada. En total se utilizaron seis niveles de oferta, Bid = {200; 1000; 2000; 5000; 10, 000; 20, 000}, cuyos niveles se basaron en los resultados del estudio piloto.		de VSL privados y públicos son SEK 62 y 20 millones	públicos son 8,65 y 2,79 millones, respectivamente.	aumenta a 2/10.000
3	Fredrik Carlsson; Olof Johansson-Stenman; Peter Martinson (2002) Is transport safety more valuable in the air?	Usando una CV, se encontró que la WTP de las personas por una reducción	La encuesta se envió a 2380 personas seleccionadas al azar en Suecia en mayo de 2002, de los	Las elecciones basadas en percepciones sesgadas de ciertos pequeños riesgos no	Nacional	Para el viaje en taxi, las estimaciones (en millones de SEK) del VSL varían entre 34.6 y 146.7	Para el viaje en taxi, las estimaciones del VSL varían entre 5,03 y 21,31 millones	Base: 1/1.000.000

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
	Año de estimación: 2002	de riesgo determinada es mucho mayor cuando se viaja en avión en comparación con un taxi. Las preguntas de seguimiento revelaron que una razón importante de esta discrepancia es que muchos experimentan un mayor sufrimiento mental al volar, y que están dispuestos a pagar para reducir este sufrimiento.	cuales 996 estaban disponibles para análisis, mientras que el resto contenía falta de respuesta a varios elementos.	deberían influir en las políticas públicas. Por lo tanto, existe un límite a la soberanía del consumidor basado en las preferencias reveladas en este aspecto.		Para el viaje en avión, las estimaciones (en millones de SEK) del VSL varían entre 342.7 y 1.007.7	Para el viaje en avión, las estimaciones del VSL varían entre 49.78 y 146,37 millones	0,5/1.000.000
4	Sujitra Vassanadumrongdee; Shunji Matsouka (2005) Risk Perceptions and Value of a Statistical	Medir la WTP de los individuos para reducir el riesgo de mortalidad	Se llevaron a cabo dos encuestas de CV en el área metropolitana	La percepción del individuo sobre el riesgo al que se expone personalmente	Regional	Tanto el VSL de la contaminación atmosférica como para los accidentes de	Tanto el VSL de la contaminación atmosférica como para los accidentes de	Base: 150/1.000.000 30/1.000.000

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
	Life for Air Pollution and Traffic Accidents: Evidence from Bangkok, Thailand **Año de estimación:2003**	derivado de dos contextos de riesgo: la contaminación atmosférica y los accidentes de tráfico. .	de Bangkok, Tailandia.	y el nivel de sus conocimientos personales sobre el riesgo son también factores importantes. En cuanto al caso del riesgo de accidente de tráfico, la DAP para reducir el riesgo de accidente de tráfico está influenciada por la ocurrencia inmediata de daños derivados del riesgo.		tráfico son comparables (entre 0,74 y 1,32 millones de dólares y entre 0,87 y 1,48 millones de dólares, respectivamente	tráfico son comparables (entre 1,09 y 1,94 millones y entre 1,28 y 2,18 millones, respectivamente	60/1.000.000
5	Mikael Svensson (2007) The value of a statistical life in Sweden: Estimates from two studies using the "Certainty	Este trabajo presenta los resultados de dos encuestas diferentes en Suecia que	La encuesta se envió por correo a 1.000 personas, entre 18 y 75 años, de una población de	Se realizan dos tipos de encuesta, que muestran a los encuestados un escenario	Nacional	Utilizando la muestra completa de la encuesta, las dos estimaciones del	Utilizando la muestra completa de la encuesta, las dos estimaciones del	I: reducción de 16 muertes II Base: 6/83.000

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
	Approach" calibration **Año de estimación: 2006**	estiman la disposición a pagar para reducir los riesgos de mortalidad por tráfico incluyendo sólo a los encuestados más seguros de sus respuestas.	83.000. La tasa de respuesta fue de un 53% en las ciudades de Karlstad y Örebro, Suecia.	previo donde establecen que hay un número de accidentes fatales y de lesiones graves por accidentes de tráfico en 2 ciudades diferentes (se presenta como frecuencia más que probabilidad, lo que hace más fácil a los encuestados de entender la afirmación)		VSL son de 4,2 y 7,3 millones de dólares En la segunda parte, estimaciones de son de $ USD 2.9 millones y $ 3.1 USD millones.	VSL son de 5,63 y 9,78 millones En la segunda parte, estimaciones de son de 3,89 y 4,15 millones, respectivamente.	3/83.000
6	Lars Hultkrantz; Gunnar Lindberg; Camilla Andersson (2006) The value of improved road safety **Año de estimación:2004**	Estudio de CV para encontrar una estimación del VSL en un contexto de seguridad vial urbana en Suecia, a través de un dispositivo de bien privado y un programa	Se utilizó un diseño de encuesta de cuestionario postal. Después de un recordatorio, la muestra final contenía 873 observaciones, lo que da una tasa de respuesta del 61	Se presenta una insensibilidad de las respuestas al tamaño del riesgo que se valora. Sin embargo, los datos permitieron calcular una estimación de límite inferior	Nacional	VSL privado 53 millones SEK VSL bien público 20,1 millones SEK	VSL privado 7,52 millones VSL bien público 2,85 millones	Se informó a los encuestados 4 muertes y 12 heridos por año 2 muertes y 6 heridos por año Se calcula tasa (suma de lo informado sobre población) 16/97.000

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
		de seguridad de bien público.	%, llevadas a cabo en Örebro, Suecia.	del valor de la mayor reducción del cambio de riesgo posible de la frecuencia de víctimas de accidentes graves, es decir, de un cumplimiento de la "Visión Cero".				8/97.000
7	Soma Bhattacharya; Anna Alberini; Maureen L Cropper (2006) The Value of Moratility risk reduction in Delhi, India **Año de estimación:2005**	Estudio de CV en la que 1200 encuestados fueron seleccionados al azar usando procedimientos de muestreo estratificado	El cuestionario contenía una serie de preguntas CV enmarcadas en realistas escenarios a los que se enfrentan los residentes de la ciudad de Delhi, India, en su viaje diario.	Formato abierto, y para facilitar la tarea del encuestado, se utilizó una tarjeta de pago que permitió al encuestado elegir un valor entre una serie de importes posibles. También se permitió que el encuestado indicara un valor que no aparecía en la tarjeta de pago.	Regional	VSL para los más probables beneficiarios de carreteras construidas bajo políticas de seguridad es de aproximadamente USD$150,000 (PPP, 2005).	VSL para los más probables beneficiarios de carreteras construidas bajo políticas de seguridad es de aproximadamente 210.000	Opción 1: 15 a 0 en 10.000 Opción 2: 35 a 5 en 10.000 Opción 3: 30 a 6 en 10.000
8	James K. Hammitt, John D. Graham (1999) Willingness	Revisa la bibliografía existente	Se realizaron 2 encuestas telefónicas.	Formato de elección dicotómico	Nacional	VSL entre USD 10 y 27 millones	VSL entre 16,30 y 44,01 millones	Opción 1: 20 a 15 en 100.000

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
	to Pay for Health Protection: Inadequate Sensitivity to Probability? **Año de estimación: se uso 1999, no aparece de manera explícita**	sobre estudios de CV de las reducciones del riesgo sanitario y constata que la mayoría de los estudios están mal diseñados para evaluar la sensibilidad de las valoraciones declaradas a los cambios en la magnitud del riesgo. Se destaca lo expuesto por Johannesson et al. (1997) quienes demuestran lo grave que puede ser el problema de la insensibilidad, incluso en el caso de un estudio con resultados plausibles.	Cada encuesta se administró a muestras aleatorias de aproximadamente 1.000 residentes en Estados Unidos seleccionadas mediante marcación aleatoria.	doblemente acotado. Debido a las conocidas dificultades para comunicar las probabilidades numéricas a los encuestados, se probó el uso de analogías verbales de probabilidad para complementar las probabilidades numéricas. Estudio de CV para estimar la WTP de los consumidores por la reducción del riesgo en dos contextos de riesgo: el transporte (automóviles) y el consumo de alimentos (una sola comida).				Opción 2: 25 a 10 en 100.000
9	Anna Alberini; Milan Scasny (2010) Context and the VSL: Evidence from a stated preference	Investigar el efecto del contexto sobre el Valor Estadístico de la Vida (VSL).	La encuesta fue autoadministrada por ordenador por residentes de Milán (Italia) y una muestra	La encuesta se realizó siguiendo protocolos similares en Italia y la	Regional (Italia) Nacional (Chequia)l	Italia VSL niños 4,7 millones de euros. VSL adultos 4 millones de euros	Italia VSL niños 6,39 millones. VSL adultos 5,44 millones	2-3-5-7 en 10.000 por 5 años

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
	study in Italy and the Czech Republic **Año de estimación:2008**	El contexto se define de forma amplia para incluir i) la causa de la muerte (enfermedad respiratoria, cáncer, accidente de tráfico), ii) el beneficiario de la reducción del riesgo (adulto frente a niño), y iii) el modo de provisión de la reducción del riesgo (programa público frente a bien privado).	ampliamente representativa de residentes de la República Checa, a finales de noviembre y diciembre de 2008.	República Checa. Se investigó como el VSL dependía del contexto, en cuanto a la causa de muerte, si el beneficiario de la reducción del riesgo de muerte era adulto o infante, y si la reducción del riesgo era entregada por un programa público o uno privado.		Chequia, VSL niños 1,4 millones de euros. VSL para los adultos es de 1,1 millones de euros.	Chequia, VSL niños 2,12 millones. VSL para los aduIltos es de 1,67 millones.	

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
10	Luis Gabriel Márquez Díaz, Howard Waldo Avella Arévalo (2012) Estimación del Valor Estadístico de la Vida Asociado a la Seguridad Vial en Bogotá **Año de estimación:2011**	Se llevó a cabo un experimento de elección, mediante encuestas de preferencias declaradas, para estimar la disposición a pagar por reducir el riesgo de muerte en el contexto del servicio de transporte público colectivo en Bogotá.	Encuesta de experimento a elección con dos alternativas, para realizar un viaje urbano hipotético en el servicio público de transporte colectivo en Bogotá.	Se presentan en una tabla dos escenarios, uno representa al transporte colectivo convencional (i) y la otra se muestra un escenario hipotético del transporte colectivo con medidas de seguridad (ii).	Nacional	VSL entre 129 y 128 millones de pesos	VSL en torno a los USD 46.500 y USD 46.200	Se presenta la cifra de muertos por accidente de tránsito de las estadísticas nacionales de Colombia, esto es 6/1.000.000 de habitantes.
11	Naghmeh Niroomanda, Glenn P. Jenkins (2016) Estimating the Value of Life, Injury and Travel Time Saved Using a Stated Preferences Framework **Año de estimación:2014**	El objetivo de este estudio es proporcionar estimaciones locales del valor de una vida estadística y de las lesiones junto con el valor del ahorro de tiempo.	Se realizó una encuesta proporcional al tamaño de la población para distribuir las 389 entrevistas dirigidas a cada distrito. Se reclutó un total de 510 entrevistados entre personas que conducían de manera regular entre semana para	En este estudio realizamos un experimento de elección declarada para identificar las preferencias y compensaciones de los conductores de automóviles en el norte de Chipre por la mejora de los tiempos de viaje, los costos de viaje y la seguridad.	Regional	El VSL estimado es de 717.000 €, con un intervalo de confianza del 95% de 315.293 € a 1.117.856 €, y el daño por lesiones de 16.885€, con el intervalo de confianza al 95% de 5.603€ a 28.186€.	El VSL estimado es de 915.000, con un intervalo de confianza del 95% de 402.729 a 1.427.855 y el daño por lesiones de 20.000, con el intervalo de confianza al 95% de 7.160 a 36.000.	Opción 1 (por año) Muertes <10 Lesiones >=20 Opción 2 (por año) Muertes >=10

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
			cualquier propósito.					Lesiones <20
12	Luis I. Rizzi; Juan de Dios Ortúzar (2003) Road Safety Valuation under a Stated Choice Framework **Año de estimación:2003**	Estudio bajo el enfoque de la elección declarada (SC) para abordar este problema, utilizando como uno de los atributos el número de accidentes con víctimas mortales (es decir, una aproximación al riesgo).	Uso de dos encuestas interurbanas, que eran muy parecidas en cuanto a diseño y contexto, y también se utilizó una encuesta urbana, que era muy diferente en cuanto a contexto y metodología de encuesta.	Para evaluar la solidez de SC, realizamos una prueba de validez externa basada en los resultados de tres estudios diferentes. Investigamos si las preferencias estaban bien definidas según la teoría económica (es decir, a medida que aumenta el riesgo inicial, la disposición marginal a pagar debería ser mayor).	Nacional	VSL entre 304 y 1.505 miles de $USD.	VSL entre USD 447.000 y USD 2.212.350.	Opción 1 (por año) Muertes 12 Opción 2 (por año) Muertes 20
13	Gunther Maier; Shelby Gerking; Peter Weiss (1989) The Economics of Traffic Accidents on Austrian Roads: Risk Lovers or Policy Deficit? **Año de estimación:1989**	En este artículo se analizan algunos aspectos económicos de la seguridad vial y se presenta una investigación empírica del valor de la	Estudio piloto de CV relacionada con el transporte para Austria y se basa en 98 entrevistas realizadas.	Se menciona una serie de imperfecciones del sistema de transporte, que hacen muy improbable que el sistema obtenga automáticamente un nivel aceptable de seguridad vial.	Nacional	40 millones de chelines austríacos	91,3 millones	Pregunta 1 Opción 1 (por año) reducción 4/100.000 Opción 2 (por año)

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
		seguridad vial en Austria.		En el contexto de la seguridad vial también se plantea el problema de si las medidas derivadas del mercado laboral pueden transferirse directamente. La transferibilidad es especialmente dudosa cuando las estimaciones se basan en una submuestra de trabajadores (por ejemplo, sólo obreros) y, por tanto, sólo reflejan las preferencias de este grupo. grupo.				reducción 7/100.000 Opción 3 (por año) incremento 8/100.000 Opción 1 (por año) incremento 24/100.000

14	Jahn K . Hakes, W. Kip Viscusi (2004) The Rationality of Automobile Seatbelt Usage: The Value of a Statistical Life and Fatality Risk Beliefs **Año de estimación:1998**	El enfoque general de utilizar una encuesta para obtener la disposición a pagar por la seguridad está en la misma línea que el enfoque de preferencia declarada para valorar la seguridad del tráfico utilizado por Jones-Lee (1989) y Viscusi, Magat y Huber (1991).	Encuesta realizada en 1998 a 465 adultos como parte de un estudio más amplio sobre cuestiones de riesgo..	La muestra reflejaba una amplia sección de la sociedad, pero no era una muestra aleatoria de toda la población estadounidense , por lo que es importante controlar las estimaciones por las diferencias en las características demográficas. El contexto del análisis y el punto de referencia de la decisión de mercado difieren en que no se centra en la decisión discreta de aceptar un trabajo peligroso, sino en el comportamiento de evitar el riesgo reflejado en la decisión de utilizar el cinturón de seguridad.	Nacional	Rango del VSL de 2,2 millones de dólares a 7,9 millones de dólares	Rango del VSL de 3,7 millones de dólares a 13,1 millones de dólares	Reducción 1/10.000
15	Weizhen Zhu (2004) Valuation of life: a study using	Comparar diferentes enfoques para	En este trabajo, se utilizó la técnica de	Ninguna evidencia significativa	Nacional	en millones de NOK 2004 VSL accidentes	VSL accidentes tráfico 15,5;	Base accidente tráfico: 300 muertos

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
	discrete choice analysis **Año de estimación:2004**	calcular el VSL basado en datos de encuestas aplicadas en Noruega.	elección discreta y estimamos un modelo logit simple y un modelo logit ordenado para recuperar la preferencia asociada a la clasificación y la preferencia asociada a la reducción del riesgo	indica que salvar vidas de la contaminación ambiental es más preferible que salvar vidas de un accidente de tráfico, o viceversa.		tráfico 93,86, corazón 17,18, ambiental 51,54	corazón 2,8; ambiental 8,5	Reducción: 100 muertos
16	Fredrik Carlsson; Dinky Daruvala; Henrik Jaldell (2008) Value of Statistical Life and cause of accident: A choice experiment **Año de estimación:2007**	Comparar las estimaciones del (VSL) para accidentes de tráfico, inmersión e incendios. Usando un experimento de elección	Encuesta por correo de 5000 encuestados en Suecia se estima la WTP por reducciones de riesgo en 3 tipos de accidentes. Cerca de 1900 encuestas estaban disponibles para el análisis, debido a la falta de respuesta a varias preguntas.	En el experimento se pregunta a los encuestados en una serie de preguntas sobre si elegirían inversiones para reducir el riesgo en tres tipos de accidentes. El costo de la inversión, la reducción del riesgo adquirida y el riesgo de referencia variaban entre las preguntas.	Nacional	VSL en SEK para línea base de riesgo 16/60 000, 12.121.000 (incendio), 9.466.000 (inmersión) y 19. 699.000 (accidentes de tráfico)	VSL para línea base de riesgo 16/60 000, en millones; 1,6 (incendio); 1,3 (inmersión) y 2,7 (accidentes de tráfico)	Base accidente tráfico: 16 - 32 /60.000 Reducción: 2-4-6/60.000 Base incendio, inmersión: 8 - 16 /60.000 Reducción: 2-4-6/60.000

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
17	Knut Veisten, Stefan Flügel, Luis I. Rizzi, Juan de Dios Ortúzar, Rune Elvik (2013) Valuing Casualty Risk Reductions from Estimated Baseline Risk **Año de estimación:2010**	Se analiza el diseño y los resultados de un experimento general de elección de ruta que incluye un atributo de seguridad. Los encuestados proporcionaron, en una primera fase, sus tiempos de viaje y los costos relacionados con un viaje reciente en automóvil.	El diseño de la encuesta se inició en 2008 y en mayo de ese año se presentaron los borradores de los escenarios en sesiones de focus group con ocho participantes. Una cuestión importante en los grupos de discusión fue la comunicación del riesgo y las razones de los diferentes riesgos de muerte.	Se presentó un programa de seguridad vial que reduzca el número de víctimas mortales y heridos graves en el área urbana. La reducción se aplica a los peatones, ciclistas y usuarios de automóviles. Luego se pregunta su WTP anualmente por un pago determinado	Nacional	entre 7,3 y 19,1 millones de euros.	entre 10 y 26,2 millones.	Número de muertos: 16
18	Rizzi & Ortúzar -- (2003) Stated preference in the valuation of interurban road safety **Año de estimación:2000**	Experimento de preferencia declarada (SP) para evaluar el valor de una vida estadística para las autopistas interurbanas de Chile	Para la encuesta se escogió personas que viajaran en un día regular entre las ciudades de Santiago, Valparaíso y Viña del Mar, por trabajo o por trámites, para que respondiesen las preguntas en el contexto de un día de la semana regular.	Los entrevistados tenían que elegir entre diferentes rutas para un viaje hipotético, en base a los siguientes atributos: tiempo de viaje, peaje y nivel de riesgo.	Nacional	El VSL bajo comportamiento lexicográfico varía (desde US$650.000 a 1.300.000). Si se sacan estos individuos, el rango del VSL baja drásticamente (De US$350.000 a 460.000)	El VSL bajo comportamiento lexicográfico varía (desde 1.000.000 a 2.000.000). Si se sacan estos individuos, el rango del VSL baja drásticamente (De 550.000 a 700.000)	**Base de riesgos:** en 1997 hubo 27 accidentes de tránsito en la Ruta 68, en que uno de los ocupantes del automóvil resultó muerto

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
19	Thomas J. Kniesner; W. Kip Viscusi; James P. Ziliak (2004) Life-Cycle Consumption and the Age-Adjusted Value of Life **Año de estimación:1997**	Estudio de Panel sobre la Dinámica de los Ingresos (PSID) de 1997, que proporciona datos a nivel individual sobre los salarios, el consumo, la industria y la ocupación, y la demografía en EE.UU.	Uso de dos fuentes de datos. La primera es la ola de 1997 del Panel Estudio de Dinámica de Ingresos (PSID), que proporciona datos a nivel individual sobre salarios, consumo, industria y ocupación, y demografía. La otra fue la Encuesta de Gastos del Consumidor (CE).	Se examinó empíricamente el patrón de edad del valor implícito de la vida revelado a partir de salarios diferenciados de los trabajadores y en la prevención de riesgos en el trabajo.	Nacional	En el caso de que no se controle por industria, las estimaciones varían entre 14,8 y 27,4 millones, dependiendo del tipo de consumo y metodología de estimación. Bajo las mismas circunstancias, al controlar or industria, las estimaciones varían entre USD6,31 y USD15,10 millones. Con relación a los beneficios de reducción de la mortalidad, para adultos mayores de 65 años son $36.6 mil millones para el caso base y $21.9 mil millones para las estimaciones alternativas.	En el caso de que no se controle por industria, las estimaciones varían entre 25 y 46,3 millones, dependiendo del tipo de consumo y metodología de estimación. Bajo las mismas circunstancias, al controlar or industria, las estimaciones varían entre 10,7 y 25,5 millones. Con relación a los beneficios de reducción de la mortalidad, para adultos mayores de 65 años son $79.8 mil millones para el caso base y $47.7 mil millones para las estimaciones alternativas.	Muestra completa: 4/100.000 Por ocupación: 0,6 a 23,5 /100.000

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
20	Scott E. Atkinson and Robert Halvorsen (1990) The valuation of risks to life: evidence from the market for automobiles **Año de estimación:1986**	Se obtienen las primeras estimaciones del VSL utilizando datos sobre decisiones de compra de automóviles en EE.UU.. El VSL varía de forma inversa al nivel de riesgo.	Utilizando técnicas de regresión hedónica, las estimaciones de la disposición a pagar por los cambios en los riesgos de morir pueden inferirse a partir del comportamiento real en situaciones de mercado que implican compensaciones de riesgo-dólar.	A la hora de evaluar las políticas que afectan a los riesgos de mortalidad en el sector del automóvil, una estimación adecuada del VSL varía en función del nivel de riesgo..	Nacional	VSL para el conjunto de la muestra es de 3,357 millones de dólares de 1986	VSL para el conjunto de la muestra es de 8,292 millones	el nivel medio de riesgo en las muestras utilizadas en estos estudios, 0,117 por cada mil empleados,
21	Henrik Andersson (2005) The Value of Safety as Revealed in the Swedish Car Market: An Application of the Hedonic Pricing Approach **Año de estimación:1998**	Se utiliza la técnica de regresión hedónica para estimar el valor de la seguridad vial, utilizando información del mercado sueco de automóviles.	Los datos sobre las existencias de automóviles provienen de un estudio de SP realizado en Suecia en 1998 (Persson et al., 2001).	En comparación con estudios suecos previos de preferencias declaradas, este estudio revela una menor disposición a pagar por seguridad adicional del automóvil, que podría ser el resultado de la interacción entre las intervenciones gubernamentales y las autoseguro y autoprotección.	Nacional	El VSL estimado del modelo atemporal fueron $1.50 millones y $1.52 millones de dólares de 1998, mientras que las estimaciones del modelo de ciclo de vida oscilaron entre 0,93 y 1,50 millones de dólares.	El VSL estimado del modelo atemporal fueron 2,49 millones y $2.52 millones de dólares, mientras que las estimaciones del modelo de ciclo de vida oscilaron entre 1,54 y 2,49 millones de dólares.	tasa de mortalidad (M)= Recuento de accidentes de la estimación empírica de Bayes sobre las víctimas mortales /Exposición 6/100.000

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
22	Thomas J. Kniesner, W. Kip Viscusi (2005) Value of a Statistical Life: Relative Position vs. Relative Age **Año de estimación: 1997**	Se examina la influencia en las estimaciones del valor de la vida estadística (VSL) de la posición relativa del trabajador en la distribución salarial y la posición relativa en el ciclo vital.	Se consideraron 720 grupos de industria-ocupación, que son la intersección de 72 industrias con código SIC de dos dígitos y los 10 grupos de ocupación de un dígito, en EE.UU..	Para comprobar el efecto de la posición salarial relativa, utilizamos dos medidas diferentes: el rango salarial del individuo en el estado y el rango salarial por género en el estado.	Nacional	El VSL entre estados variaba entre $USD 3,46-3,57 millones, y entre estado y género $USD 3,71-4,83 millones	El VSL entre estados variaba entre 5,8- 6,0 millones, y entre estado y género 6,3-8,2 millones	Promedio: 4/100.000 Más bajo. 0,6/100.000 Más alto: 24/100.000
23	Glenn C. Blomquist; Ted R. Miller; David T. Lev (1996) Values of Risk Reduction Implied by Motorist Use of Protection Equipment **Año de estimación:1991**	Derivar los valores implícitos de la reducción de los riesgos de lesiones mortales y no mortales para diferentes poblaciones de usuarios de la carretera.	La muestra procede del Estudio Nacional de Transporte Personal (NPTS) del Departamento de Transporte de EE.UU. (1985), complementado con salarios estimados con datos de las cintas de uso público del Censo de Población y Vivienda de 1980.	El análisis se basó en un enfoque desarrollado por Blomquist (1979) y en los resultados empíricos de un estudio reciente de Blomquist (1991) que examina el uso de los cinturones de seguridad, los sistemas de retención infantil y los cascos para motocicletas.	Nacional	VSL 2 millones de dólares	VSL 3,98 millones	Los valores estimados de los riesgos de seguridad vial dependen de varias suposiciones y parámetros Una es que los consumidores evalúen con precisión el riesgo. No se reporta un valor puntual del riesgo.
24	Jon Strand (2001) Public- and private-good values of	Estudio de preferencias declaradas	Se eligieron al azar 1000 individuos en	Las preguntas pretendían medir las	Nacional	Evaluación global del VSL para las	Evaluación global del VSL para las	1 muerte evitada por accidente de tránsito

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
	statistical lives: Results from a combined choice-experiment and contingent-valuation survey **Año de estimación:2000**	donde los valores de la vida estadística (VSL) se derivan tanto como bienes públicos y privados, y distinguiendo entre tres causas de muerte diferentes.	Noruega los cuales se enfrentaron a un procedimiento de valoración de tres partes: que incluían combinaciones de los enfoques SP.	preferencias de los encuestados ante la comparación por pares de diferentes proyectos hipotéticos		diferentes causas de muerte. Millones de coronas noruegas: Accidentes de tráfico, varía entre 29,2 (combinación CE-CV utilidad común) -61,4 (combinación CE-CV utilidad específica)	diferentes causas de muerte. Accidentes de tráfico, varía entre 5,2 millones (combinación CE-CV utilidad común) -10,9 millones (combinación CE-CV utilidad específica)	2,19 muerte evitada por corazón

N°	Autor y año de estimación	Abstract	Encuesta y método utilizado	Tipo de pregunta y contexto	Representatividad de los resultados[10]	Valores estimados moneda local año	Valores estimados USD 2021	Riesgos Informados
25	Flügel, Stefan; Veisten, Knut; Rizzi, Luis; Ortúzar, Juan (2019) A comparison of bus passengers' and car drivers' valuation of casualty risk reduction in their routes **Año de estimación:2010**	Estudio de preferencias declaradas (SP) sobre el valor estadistico de la vida (VSL) estimado necesario para prevenir accidentes fatales y/o con lesiones graves que involucren pasajeros de bus y conductores de automóviles en accidentes de tránsito.	La encuesta fue realizada de manera online en Noruega y se construye sobre la base de ser completamente flexible, es decir, participantes de cualquier parte de Noruega podían describir un viaje reciente, en bus o en auto, y evaluar cambios en los números de víctimas, tiempos de viaje y costos.	**Experimento a elección**: se les presentan dos tipos de escenarios (Alternativa 1 y 2) que difieren con relación al tiempo promedio de viaje (x minutos vs R minutos); un costo diferido del viaje y la cantidad de accidentes viales anuales que producen víctimas fatales o lesiones graves (Z accidentes vs T accidentes). Existe una tercera opción donde el encuestado declara no saber elegir entre estas dos opciones.	Nacional	Estimaciones de VSL, para los pasajeros de autobús y los conductores de autos en el rango de 1,5 a 12 millones de euros	estimaciones de VSL, para los pasajeros de autobús y los conductores de autos en el rango de 2,1 a 16,5 millones	La probabilidad de riesgo depende del vehículo que utilice la persona (bus o automóvil), el tiempo de viaje y su costo

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Se aprecia que, de la selección presentada, hay 20 estudios bajo el enfoque SP (9 de CV, 9 de CE y 2 mixtos), y 5 de Precios hedónicos, cubriendo un período de 30 años que va desde 1989 a 2019, abarcando el intenso período de desarrollo metodológico de ambos enfoques en la determinación del VSL.

6. Métodos utilizados para la estimación de costos sociales asociados a lesiones atribuibles a siniestralidad de tránsito

La seguridad vial es un importante problema de salud mundial, dado que una gran proporción de las lesiones en accidentes son causadas por colisiones relacionadas con el tráfico vial. Cada año, entre 20 y 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales, y muchos de ellos provocan una discapacidad (Organización Mundial de la Salud 2022).

En general, tanto en los países de ingresos altos (HIC) como en los países de ingresos medios y bajos (LMIC), las lesiones y las muertes relacionadas con el tráfico han experimentado una tendencia a la baja durante las últimas dos décadas, aunque esta reducción no ha sido tan significativa como se esperaba, a pesar de varias mejoras en las normas y características de seguridad de los vehículos motorizados, las políticas de seguridad vial y el diseño de las carreteras (Mannering et al. 2016).

De acuerdo con cifras del Anuario Estadístico de Siniestros de Tránsito Año 2021, en Chile hubo 51.928 personas lesionadas a causa de un siniestro de tránsito, de las cuales 8.103 resultaron con lesiones graves, 4.142 con lesiones menos graves y 39.683 personas resultaron con lesiones leves. A pesar de que se señala en dicho documento que a nivel global se produjo una contracción de un 10% de personas lesionadas respecto del año 2019, las personas con lesiones leves fueron las únicas que disminuyeron, mientras quienes resultaron con lesiones graves y menos graves, se incrementaron en un 4,5% y 1,9% respectivamente.

Las lesiones por accidentes de tráfico suponen un gran costo económico para las personas, sus familias y la sociedad, además de la carga sanitaria para el sistema de salud del país. Además, son los jóvenes el grupo etario que mayor sufre las consecuencias directas de los accidentes con muertes y lesiones graves, constituyendo a nivel mundial la principal causa de mortalidad entre los niños y los jóvenes de cinco a 29 años (OMS, 2022). Esto es un problema no menor en los países en desarrollo, debido a que justamente dichos grupos son los que renovarán demográficamente al país, y un porcentaje de ellos quedan con secuelas de por vida, muchas veces invalidantes.

Por ello, al igual que en el caso de la mortalidad debido a accidentes de tránsito, la evaluación de políticas públicas para costos sociales de lesiones entregaría señales para priorizar y elegir las intervenciones más apropiadas para controlar y prevenir dichos accidentes (Obermeyer y Hirte, 2021, Bishai y Bachani 2012). Esto requiere cuantificar con exactitud los costos tangibles o costos directos, como los costos médicos en recuperación, tratamiento de lesiones, apoyo psicológico, etc., y los costos indirectos, como la pérdida de productividad y de oportunidades económicas. Sin embargo, en muchos de estos casos es difícil llegar a una apropiada estimación económica, como en el caso de los costos intangibles asociados al sufrimiento y al dolor suelen ser más difíciles de evaluar.

Bishai y Bachani (2012), y Bachani et al., (2017) mencionan que se han desarrollado tres enfoques para estimar los costos de las lesiones: el capital humano, la disposición a pagar y el modelo de equilibrio general. Como se ha visto anteriormente, los 2 primeros son los enfoques más utilizados en la determinación del VSL en el caso de mortalidad y su uso en las políticas públicas relacionadas a la seguridad vial.

Procederemos a describir los enfoques anteriores, en lo relacionado a lesiones, pero sin la profundidad para los 2 primeros, dado que su descripción general ya fue realizada en el punto anterior.

El enfoque del capital humano estima los costos agregados de las lesiones a nivel social, nacional y regional como la suma de los costos a nivel individual, incluyendo los costos médicos directos, los costos indirectos de pérdida de productividad y los costos psicológicos intangibles del dolor y el sufrimiento. Es decir, se intenta estimar el impacto de la pérdida de vidas o lesiones en los niveles actuales y futuros de producción. El componente principal de este enfoque de valoración es la producción futura de la víctima, normalmente medida por la pérdida de ingresos. Los ingresos normalmente se calculan antes de impuestos, y se realizan imputaciones para aquellas personas cuyas actividades no se valoran fácilmente en los mercados, como las tareas domésticas.

Las estrategias para medir el dolor y el sufrimiento en este modelo no están totalmente desarrolladas, y la mayoría de los estudios que utilizan este enfoque excluye este componente (costo humano). Debido a su naturaleza estructurada y a la capacidad de compartimentar los costos en diferentes categorías, el marco del capital humano sigue siendo un enfoque utilizado frecuentemente para valorar las lesiones y muertes relacionadas con los accidentes de tráfico, especialmente en los países de ingresos bajos y medios (Bishai y Bachani, 2012).

El enfoque de la disposición a pagar permite incluir además el valor de aspectos emocionales intangibles (como el dolor, sufrimiento, etc.) preguntando lo que las personas estarían dispuestas a pagar por enfrentar un menor riesgo de lesiones. Este es el enfoque de preferencias declaradas descrito anteriormente (SP), el cual utiliza encuestas y experimentos en los que se pide a los encuestados que respondan a un programa hipotético que permita la reducción de riesgos de lesiones. Utilizando diferentes mecanismos y diseños de pago, la disposición a pagar puede medirse en función de las elecciones hipotéticas realizadas por los encuestados. Al asignar valores monetarios a las lesiones, este enfoque ofrece la posibilidad de incluir estimaciones que no pueden cuantificarse en un mercado, para determinar el costo de las lesiones.

Las estimaciones resultantes de este enfoque deben reflejar lo siguiente:

- los costos monetarios para la familia de la enfermedad, lesión y muerte
- el impacto de las lesiones en la calidad de vida (dolor y sufrimiento propio y de los seres queridos)
- la sensación de seguridad derivada de estar sano y salvo
- la aversión de las personas a jugar involuntariamente con sus vidas y medios de subsistencia.

Debe considerarse que, desde el punto de vista de la evaluación de proyectos, si se abandona el enfoque de la HC y se adopta el de la WTP podría alterarse la asignación de fondos entre los proyectos de seguridad vial, aumentando quizás la probabilidad de que proyectos rechazados anteriormente obtengan financiación.

El enfoque de equilibrio general ofrece estrategias para medir realmente los costos desde una perspectiva macroeconómica más amplia utilizando técnicas de modelación mediante simulaciones. Las estimaciones realizadas con este enfoque son una evaluación dinámica del valor actual de las oportunidades de consumo pérdidas como consecuencia de las lesiones. Sin embargo, este enfoque no ha sido muy utilizado en la estimación de los costos de las lesiones.

El modelo CGE desde principios de la década de 1990, se ha utilizado ampliamente para el análisis de cuestiones de política ambiental y gestión de recursos naturales. Los modelos de equilibrio general computable (CGE) son un intento de utilizar la teoría del equilibrio general como una herramienta para el análisis de los problemas de asignación de recursos y distribución del ingreso en las economías de mercado, y que en el caso específico del transporte, es posible evaluar los impactos económicos, tanto directos, indirectos e inducidos, ya que pueden determinar la distribución de las repercusiones entre todos los mercados y agentes de la economía simulando el comportamiento de los hogares, las empresas y otros agentes a partir de principios microeconómicos básicos, proporcionando una medida del bienestar que garantiza que no haya doble contabilidad y tenga en cuenta los efectos de n-ésimo orden. (Bergman, 2005; Robson et al., 2018).

El marco de los modelos CGE, como alternativa, puede abordar algunas de las limitaciones del análisis de costo beneficio al tener en cuenta varias propiedades de la oferta y la demanda de algunos mercados que interactúan tomando prestados conceptos de la microeconomía para el comportamiento económico de los agentes (Shahriari et al., 2021). Un modelo CGE espacial tiene en cuenta explícitamente las interacciones entre diferentes mercados (tierra, energía, mano de obra, productos básicos), hogares y empresas, y todas las decisiones de ubicación de los hogares y las empresas están determinadas endógenamente (Kim et al., 2022). Cabe mencionar que se puede asumir que los hogares se caracterizan por gustos idiosincrásicos por las ubicaciones dentro del área urbana, por los modos de viaje disponibles y por ciertas rutas en la red vial urbana,

por lo que como resultado, las decisiones de los hogares crean un uso mixto de la tierra y varios patrones de viaje posibles.

En términos de las estimaciones de los VSI o costo de lesiones, la literatura no reporta casos específicos acotados a dichas variable, sino más bien, los modelos CGE en el ámbito de transporte se han orientado a los efectos de los límites de velocidad sobre la frecuencia y gravedad de los accidentes (Åberg et al., 1997; Delhomme et al., 2010; Elvik, 2010; Elvik, 2009; Fuller et al., 2009; Haglund and Åberg, 2000; Matsuki et al., 2002; Nilsson, 1991; Schmid Mast et al., 2008; Tarko, 2009), y también a evaluaciones de las políticas de limitación de velocidad empleando un modelo CGE espacial calibrado para un área metropolitana promedio (Nietzsche et al., 2013). De esta forma, a pesar de las amplias posibilidades que ofrecen los modelos CGE para las estimaciones de los costos de lesiones, y su distribución sectorial, la disposición de los datos en un formato manejable, de la economía completa, es una desventaja para la elección como alternativa en relación a los otros enfoques.

Un problema para las estimaciones de costos de lesiones asociadas a los enfoques SP y RP, está relacionado con la colinealidad de los riesgos de accidentes con consecuencias graves y menos graves, respectivamente, lo cual dificulta la estimación de valores separados por unidad de riesgo de las víctimas mortales y de las lesiones no mortales (Viscusi y Aldy, 2003).

A continuación, se presenta una tabla resumen comparativa entre los 2 principales enfoques mencionados.

Tabla 10. Resumen comparativo entre los enfoque de Capital Humano (HC) y Disponibilidad a pagar (WTP) para la estimación de costos de lesiones

Enfoque HC	Enfoque WTP
Es relativamente sencillo de calcular y utilizar, como concluye (BTCE 1996)[1]. El enfoque del capital humano proporciona los valores necesarios para emprender la evaluación de proyectos en ausencia de estimaciones adecuadas basadas en el enfoque de la WTP.	En lugar de asignar un valor específico a una lesión o a una vida perdida, el enfoque de la WTP valora los pequeños cambios en la probabilidad de lesión o muerte que un individuo podría obtener de una intervención de seguridad vial. Por lo tanto, "la disposición a pagar de un individuo dividida por la reducción del riesgo de muerte es simplemente la tasa marginal de sustitución de riqueza de la persona por una reducción del riesgo de muerte" (BTCE 1996).

Enfoque HC	Enfoque WTP
Robinson (1986) afirma que el enfoque del capital humano "no sólo proporciona un conjunto de cifras fiables e internamente coherentes, sino que tiene un sólido fundamento teórico y, como tal, puede proporcionar información útil a los responsables de la toma de decisiones en el sector público"	El enfoque de la WTP está reconocido como el método teóricamente más sólido para valorar la vida y la aversión a la muerte y las lesiones. Según Miller y Guria (1991), si un individuo responde racionalmente a los riesgos que él y su familia perciben, su respuesta debería revelar su voluntad de reducir las lesiones y/o la muerte.
Debido a la simplicidad del enfoque del capital humano, la utilización del salario de mercado como indicador del producto marginal de un individuo plantea problemas, como la discriminación en el mercado de trabajo, que puede dar lugar a valores incorrectos, o la infravaloración inherente de la vida de grupos como los niños y los ancianos, que no contribuyen relativamente tanto a la producción económica.	Muchos economistas han aumentado su apoyo al enfoque de la DAP. La perspectiva sostenida es que el enfoque es superior en su capacidad para medir de forma exhaustiva el valor otorgado a la vida y la seguridad, así como la deseada evitación de elementos subjetivos, incluidos el dolor, el sufrimiento y la pena (BTCE 1996).
No posee buen rendimiento cuando se deben evaluar elementos intangibles, tales como el valor de externalidades como el dolor y el sufrimiento (costo humano). Cuando se intenta valorar dichas externalidades, este componente de costo humano generalmente se determina arbitrariamente.	El enfoque de la WTP también ha recibido críticas por diversos motivos, como la calidad de la percepción del riesgo por parte de las personas, el hecho de que éstas suelen ignorar los costos sociales externos a la hora de tomar decisiones y que, en algunos casos, las personas realmente obtienen utilidad al asumir riesgos. Para que el enfoque de la WTP para calcular el costo de los accidentes de tráfico tenga éxito, será necesario que las personas estén plenamente informadas de los riesgos de muerte y lesiones asociados a modos de transporte específicos.
La mayoría de las personas valoran más la seguridad debido a su aversión a la perspectiva de tener lesiones graves o muerte para ellos mismos y para los demás (minimizar el riesgo), que como un medio de preservar la producción y los ingresos actuales y futuros.	No refleja adecuadamente la equidad, dado que cuando se realiza un análisis costo-beneficio, se asume que la utilidad marginal del dinero es igual para ricos y pobres, y si no es así, los resultados no reflejarán adecuadamente todos los objetivos de la sociedad, aunque los resultados parezcan económicamente eficientes.

Enfoque HC	Enfoque WTP
El planteamiento de la HC se centra en los costos asociados y la pérdida de ingresos futuros derivados de la muerte, por lo que no puede tener en cuenta el valor y el deseo que la sociedad otorga a la vida, ya que los ingresos por sí solos no bastan para captarla	El planteamiento de la WTP tiene en cuenta el "valor de la vida" global de las personas.
Si la intención de los profesionales es simplemente contabilizar la pérdida potencial de ingresos futuros y el costo de las muertes en carretera, entonces la HC será suficiente.	Alternativamente, si los profesionales adoptan una perspectiva de economía del bienestar con el objetivo de encapsular la aversión general de la sociedad a la muerte y las lesiones, entonces el enfoque de la DAP sería útil y más apropiado que el método de la HC (BTCE 1996).

Fuente: Elaboración propia basado en Perovic y Tsolakis, 2008

La selección de un enfoque dependerá principalmente de criterios tales como la desagregación de las estimaciones (niveles de lesiones, costo humano, impacto en sectores económicos, etc.), de la disponibilidad de datos, del alcance geográfico de las estimaciones, entre otros. Por lo tanto, las estimaciones que se elijan deben tener en cuenta lo que refleja y lo que no refleja cada método utilizado. Si la intención de las estimaciones son simplemente contabilizar la pérdida potencial de ingresos futuros y el coste de las muertes en carretera, entonces la HC será suficiente. Alternativamente, si los profesionales adoptan una perspectiva de economía del bienestar con el objetivo de encapsular la aversión general de la sociedad a la muerte y las lesiones, entonces el enfoque de la WTP sería útil y más apropiado que el método de la HC (BTCE 1996)[11].

Estudios realizados

El proyecto SafetyCube de la UE H2020 tiene como uno de sus objetivos evaluar la rentabilidad de las medidas de seguridad vial dentro de los países de la UE, por lo que considera a los costos relacionados con las lesiones graves como una importante variable de entrada. Por ello, se han llevado a cabo de manera sostenida, estudios relacionados

[11] Bureau of Transport and Communications Economics 1996, Valuing transport safety in Australia, working paper 26, BTCE, Canberra, ACT. Todas son citas de Perovic y Tsolakis, 2008

a los costos de las lesiones, aunque se ha detectado que ha existido una considerable variación en los costos relacionados (Schoeters et al., 2018).

Debe hacerse notar que las tasas de mortalidad y lesiones por accidentes de tráfico han disminuido considerablemente en los países desarrollados en los últimos años, ya que las tasas de mortalidad de los 75 países en vías de desarrollo que analizó son entre 5 y 6 veces superiores a las de los países desarrollados y aumentaron un 12% entre 2000 y 2016 (Symons et al., 2019).

Por ejemplo, una serie de estudios para estimar los costos de los accidentes en varios países en relación con el Producto Nacional Bruto (PNB), y obtener análisis regionales de las tendencias de la mortalidad en la década de 1990, fue recopilada por (Jacobs, 2000), y se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 11. Estimaciones de los costos económicos de los accidentes de tráfico

País	Año	Método	Porcentaje del PIB	US$mil (1997)	US$mil (2021)	Fuente
Brasil	1997	HC	2.0%	15.681	26.227	IADB Review of Traffic Safety
Vietnam	1998	HC	0.3%	72	120	Technical Note: Accident Costing
Banglades	1998	HC	0.5%	220	368	IDC Economics Working Paper Accident Costs
Tailandia	1997	HC	2.3%	381	637	SWEROAD Road Safety Master Plan Report
Corea del Sur	1996	HC	2.6%	12.561	21.009	Elvik, 1999
Nepal	1996	HC	0.5%	24	40	Road Maintenance Component, TN Accident Costing 1996
Kerala, India	1993	HC	0.8%	—		Chand 'Cost of Road Accidents in India- reference to Kerala
Indonesia	1995	HC	—	691-958	1.156-1.603	Accident Costs in Indonesia: A Review June 1997 (Draft Copy), TRL/IRE
KwaZulu Natal, Sudáfrica	199?	HC	4.5%	—		Kwazulu-Natal Road Traffic Safety Strategy (1996-2000)
Tanzania	1996	HC	1.3%	86	144	1996 Road Safety Programme Tanzania Ministry of Works
Zambia	1990	HC	2.3%	189	316	TOI Study
Malawi	1995	HC	<5.0%	106	177	SWK/Iberinsa Road Safety Study, 1997
Egipto	1993	HC/CA	0.8%	577	965	Aly, 'Valuation of traffic accidents in Egypt',

País	Año	Método	Porcentaje del PIB	US$mil (1997)	US$mil (2021)	Fuente
UK	1998	WTP	2.1%	28.856	48.264	Road Accidents Great Britain: 1998 The Casualty Report
Suecia	1995	WTP	2.7%	6.261	10.472	Elvik, 1999
Noruega	1995	HC	2.3%	3.656	6.115	Elvik, 1999
Islandia	1995	WTP	3-4%	7.175	12.001	Arnason, Nordic Road & Transport Research,1996,v8, n3
EE.UU.	1994	WTP	4.6%	358.022	598.816	NHTSA Technical Report
Alemania	1994	HC	1.3%	30.173	50.466	Elvik, 1999
Dinamarca	1992	HC	1.1%	2.028	3.392	Elvik, 1999
Nueva Zelandia	1991	WTP	4.1%	2.441	4.082	Elvik, 1999

Fuente: Jacobs et al., 2000

En este caso, el costo global de las lesiones provocadas por accidentes de tránsito ascendía a casi 890.000 millones de dólares (actualizado al 2022), y los costos de las lesiones a nivel nacional superan en la mayoría de los casos el 1% del producto nacional bruto.

Otro estudio que utilizó el enfoque del capital humano en 11 países de ingresos altos dio un costo medio equivalente al 1,3% del PNB en la década de 1990, que oscilaba entre el 0,5% del Reino Unido y el 2,8% de Italia (Elvik 2000). En este caso, comparado con el estudio de 1999 en UK bajo el enfoque SP (Road Accidents Great Britain: 1998 The Casualty Report), el porcentaje de PNB es mayor en 1,6 puntos porcentuales. Aunque las comparaciones entre estudios no son apropiadas debido a las diferentes metodologías y al diferente nivel de datos (micro frente a macro) utilizados en los enfoques, la mayoría de los estudios reportados hasta ese entonces utilizaron el enfoque de capital humano

Posteriormente, estudios realizados en Australia (Connelly y Supangan 2006), Corea del Sur (Lim et al.,2011), Nueva Zelanda (O'Dea y Wren 2010) y Estados Unidos (Blincoe et al., 2015) también han puesto de manifiesto la importante tensión financiera que las lesiones debidas a accidentes de tráfico imponen a la economía de un país. Un análisis de la OMS revela que la carga económica de las lesiones es similar en muchos países en vías de desarrollo, desde el 0,2% del producto interior bruto (PIB) en Chile y Jamaica hasta el 7,8 % del PIB en Sudáfrica (OMS 2015a).

Por otra parte, (Schoeters et al., 2018) constatan que los países europeos han mostrado una considerable variación en los costos relacionados con las lesiones graves. Este es el caso tanto del costo unitario por lesión grave como de los costos totales relacionados con las lesiones graves. Los valores del costo por lesión grave oscilan entre 34.193 USD

en Letonia y 1.182.059 USD en Polonia. El valor medio es de 308.859 USD[12]. Geográficamente, los valores por lesión grave parecen ser más altos en los países del norte de Europa y en algunos países del este (Polonia, Estonia y Hungría).

Los autores señalan que factores tales como la metodología aplicada para estimar los costos humanos, la definición utilizada respecto a lesiones graves, el procedimiento de registro de los accidentes con lesiones graves y los componentes de los costos que se incluyen, podría explicar en gran parte estas variaciones.

Por ello es preciso establecer un análisis detallado de los costos médicos y las pérdidas de producción mostraron la importancia de evaluar los costos médicos a largo plazo y de tener en cuenta la variación de estos costos para los diferentes subgrupos de víctimas de tráfico. Para estimar los valores monetarios de los costos humanos, la mayoría de los países utilizan el método de la disposición a pagar. Aunque tiene una sólida base teórica, este método es bastante limitado en la especificación de las lesiones. Además, se debe recordar, que un problema importante encontrado en varios instrumentos de preferencias reveladas es el sesgo de alcance y/o escala (scope effect), es decir, que las medidas de la WTP por la seguridad vial son insensibles al tamaño de la reducción del riesgo (Hultkrantz, 2006).

Una alternativa metodológica es el uso de los años de vida ajustados a la calidad (AVAC o QALY por sus siglas en inglés) que ofrece la posibilidad de proporcionar valores para una mayor diversidad de tipos de lesiones. Por ejemplo, Blomquist et al., (1996), estimó el valor del riesgo no mortal para todos los conductores en aproximadamente 70.000 dólares para las lesiones de moderadas a graves, con un rango que va desde 160.000 dólares para los niños hasta 40.000 dólares para los motociclistas.

Fluegel et al., (2019) a partir de las dos metodologías utilizadas en el enfoque SP (CE y CV), derivaron el VSL y el valor estadístico de una lesión grave (VSSI) en transporte, en accidentes de tránsito que hubiesen dejado tanto víctimas fatales como personas con lesiones graves, y que involucraron pasajeros de bus y conductores de automóviles. El diseño de los escenarios fue motivado por la necesidad de una estructura generalizada que pudiera aplicarse a todos los viajes en autobús y en auto de una duración mínima de diez minutos en toda Noruega.

La encuesta fue realizada de manera online en Noruega y se construyó sobre la base de ser completamente flexible, es decir, participantes de cualquier parte de Noruega podían describir un viaje reciente, en bus o en auto, y evaluar cambios en los números de víctimas, tiempos de viaje y costos. Se realizó un piloto donde se testeó en focus group el atributo de víctimas, ocupando una tabla que, en base al tiempo y costo de viaje, se podía calcular la tercera variable para ser aplicada tanto en viajes de auto como en

[12] Todos los valores actualizados al año 2022.

buses. Se realizaron dos momentos de encuestas: en el primero lograron realizar 9.489 encuestas a un cuestionario relacionado a la evaluación del tiempo, fiabilidad y comodidad del viaje. De estos, 832 pasajeros de bus y 3.109 automovilistas fueron invitados a participar en la segunda encuesta dos semanas después, donde respondieron 621 pasajeros de bus y 2.342 automovilistas (74.64% y 75.33%, respectivamente).

La encuesta se estructuró de la siguiente manera:

- Introducción al problema vial: fatalidad y lesiones graves en relación con el número de víctimas.
- Escenarios distintos de números de víctimas donde se aplicaba el experimento a elección
- Preguntas sobre el razonamiento de las elecciones o valoraciones
- Ingresos económicos del encuestado
- Preguntas sobre percepción de riesgo, y experiencia en accidentes.

En el CE, se les presentaron a los encuestados dos tipos de escenarios (Alternativa 1 y 2) que difieren en relación con el tiempo promedio de viaje (x minutos vs R minutos); un costo diferido del viaje y la cantidad de accidentes viales anuales que producen víctimas fatales o lesiones graves (Z accidentes vs T accidentes). Existe una tercera opción donde el encuestado declara no saber elegir entre estas dos opciones.

En el CV Multiple Bounded (MB), se realizaron las preguntas de disponibilidad de pago (WTP) en esta modalidad, donde se presentan distintos costos del viaje y el grado de certeza de los encuestados de realizar los viajes a este costo, donde las respuestas pueden ser: Definitivamente Sí, Probablemente sí, Inseguro, Probablemente no, Definitivamente no.

La tabla siguiente presenta las estimaciones tanto para VSL como para VSSI, en dólares de EE. UU. del año 2022.

Tabla 12. Estimaciones del VSL y VSSI (en millones de USD 2021) de los accidentes de tráfico, bajo los 2 enfoques SP

Metodología	**Bus**			**Auto**		
Intervalo de confianza	Media	LI	LS	Media	LI	LS
Solo CE						
VSL	47,4	26,3	68,6	72,8	54,9	90,9
VSSI	9,6	5,3	13,8	14,6	11,0	18,2
Solo CV						
VSL	44,0	14,1	73,9	55,3	36,0	74,4
VSSI	8,8	2,8	14,9	11,0	7,2	15,0
Combinación CE-CV						

Metodología	Bus			Auto		
VSL	48,1	33,9	62,3	61,8	49,0	74,5
VSSI	9,6	6,8	12,5	12,4	9,8	15,0
Combinación CE-CV con covariables						
VSL	47,4	16,8	96,9	72,2	48,1	99,7
VSSI	9,6	3,4	19,4	14,4	9,6	19,8

Fuente: Flügel et al, 2019

Para ambas variables estimadas, se aprecia que los intervalos de confianza de los pasajeros de bus están contenidos dentro del intervalos de confianza de los automovilistas. De esta forma, los resultados sugieren que los pasajeros de los buses tienen una menor WTP para reducir el número de lesionados en su ruta en comparación con los conductores de automóviles.

Por otra parte, el VSSI estimado es 1/5 del VSL estimado, pero estas cifras son relativamente elevadas en comparación con las cifras oficiales y la bibliografía internacional sobre transporte (Veisten et al., 2013). Sin embargo, estos valores están en consonancia con los reportados por Lindhjem et al. (2011) en su metaanálisis de los estudios de VSL en las áreas de transporte, salud y estudios de contaminación del aire.

La mayor parte de los modelos utilizados no pudieron demostrar que existía igualdad de la WTP por la reducción del riesgo de accidentes, entre los pasajeros de autobús y los conductores de automóviles. Sin embargo, las estimaciones medias de VSL y VSSI, teniendo en cuenta el diferente riesgo de base de los usuarios de autobuses y automóviles, no resultaron estadísticamente significativas. Por lo tanto, no se recomienda utilizar diferentes valores de seguridad para los pasajeros de autobús y los conductores de automóviles en la evaluación de proyectos.

En lo que respecta al riesgo de lesiones comunicado a los encuestados, Fluegel (2019) esperaba que el efecto del riesgo inicial sobre la VSI sea similar que, para el VSL, ya que los riesgos de lesión en el transporte contribuyen relativamente más a los riesgos generales de lesión que a los riesgos generales de mortalidad (Elvik et al., 2009). Viscusi y Evans (1990) descubrieron un efecto positivo del riesgo inicial sobre la WTP para reducir el riesgo de lesiones (es decir, a mayor nivel de riesgo basal, mayor será la WTP).

Este trabajo fue interesante debido a que entregaba una comparación de la valoración del riesgo de accidente entre muestras de pasajeros de autobús y conductores de automóviles. Ambas muestras se enfrentaron a escenarios similares, con niveles similares de tasa base de siniestros y reducciones similares de dichas tasas.

Los costos presentados también fueron similares, aunque el vehículo de pago difería (precios de los pasajes frente a precios de los peajes). Ambas muestras también se enfrentaron a dos métodos diferentes de SP. Para ambos métodos, se relacionó un nivel

de referencia del número de víctimas con la duración del viaje declarada por los encuestados, junto con una estimación bastante simple de la densidad del tráfico.

El iRAP (2016) analizó la relación entre el valor de la vida estadística y el valor asignado a una lesión grave en cada uno de los países que se presentan en la tabla siguiente, para ver si, a pesar de los problemas financieros, se podía encontrar alguna coherencia que pudiera servir de base para estimar los valores de las lesiones en otros países. El costo asociado a la víctima mortal y al herido grave se expresa en unidades de moneda local del año respectivo.

El valor de las lesiones graves en relación con el VSL se verá afectado por la definición de lesión grave utilizada en cada país. Cuanto más amplia sea la definición, más baja será la proporción, en igualdad de condiciones. Esta suposición se ve respaldada por la tasa relativamente baja del Reino Unido, donde la definición de lesión grave es relativamente amplia en comparación con algunos de los otros países en los que sólo se incluyen las víctimas hospitalizadas

Tabla 13. VSL y VIS en relación con datos sobre lesiones graves en los países desarrollados

País	Año	Muertes	Heridos graves	VSL (moneda local año))	VSI (moneda local año)	Heridos graves / Mortalidad	VSI/VSL
Australia	2003	1.634	22.000	1.832.310	397.000	13,5	22%
Austria	2006	730	6.774	2.676.374	316.722	9,3	12%
Canadá	2002	2.936	17.830	1.760.000		6,1	
Francia	2005	5.318	39.811	1.156.925	124.987	7,5	11%
Alemania	2004	5.842	80.801	1.161.885	87.267	13,8	8%
Holanda	2006	987	11.018	1.806.000		11,2	
Nueva Zelanda	2002	405	3.950	3.050.000	535.000	9,8	18%
Suecia	2005	440	4.022	18.383.000	3.280.000	9,1	18%
UK	2005	3.221	31.130	1.384.463	155.563	9,7	11%
EE. UU.	2004	42.815	356.000	3.000.000	464.663	8,3	15%

Fuente: https://www.alternatewars.com/BBOW/ABM/Value_Injury.pdf

Los valores obtenidos para Suecia, Nueva Zelanda y Australia, están dentro del rango obtenido por Fluegel et al., (2019), en donde se había supuesto un porcentaje del 20% del VSI con respecto al VSL. Sin embargo, al existir una ausencia de agrupación por metodología de estimación, podría hacer que la derivación de una regla empírica simple sea problemática.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y con la ausencia de un sistema confiable de datos de accidentes y la valoración de las diferentes lesiones en los países del iRAP, se recomienda que un valor razonable de las lesiones graves para el modelo de evaluación económica es el 25% del valor de una víctima mortal, con un rango del 20% al 30%

para análisis de sensibilidad. Los valores equivalentes en términos de multiplicador del PIB per cápita son un valor central de 17 (25% VSL) con un rango de 12 (20% VSL) a 24 (30% VSL) para el análisis de sensibilidad.

Estudios realizados en Chile

Con respecto a la experiencia chilena sobre la estimación de costos de lesiones por accidentes de tránsito en Chile, esta se resume en dos estudios realizados por la Secretaría de Planificación en Transportes (SECTRA); el primero de ellos es el estudio "Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas" (2007), en donde, en el capítulo 8, se realiza una discusión sobre lo que involucra los costos por lesiones en accidentes de tránsito y se realiza una estimación de los costos sociales que involucran este tipo de lesiones. El otro antecedente es el estudio "Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos" (2014), en el que se hace una actualización del costo por lesiones. Para efectos de la discusión metodológica, el principal antecedente es el estudio de SECTRA (2007).

De acuerdo a SECTRA (2007) los costos por lesiones reconocen tres componentes:

- Costos directos: incluye costos médicos, daños a la propiedad, costos administrativos, juzgados y policías, entre otros. Corresponden a costos objetivos que pueden ser estimados mediante un proceso de recolección de información.
- Costos indirectos: incluye costos por pérdida de productividad asociada a las víctimas. Se estiman mediante un enfoque de capital humano, calculando el valor presente de los ingresos monetarios esperados en el caso que no existiera pérdida de capacidad productiva producto de las lesiones.
- Costo humano o valor intrínseco del riesgo: incluye aspectos como la valorización de la pérdida de calidad de vida, dolor y pena de familiares y amigos de la víctima, y pérdida intrínseca del goce de la vida, entre otros aspectos. Estos costos en general son estimados mediante métodos de preferencias declaradas, valoración contingente, u otros métodos de disposición a pagar.

En la práctica, para la estimación del costo de lesiones por accidentes, en Chile se consideran los siguientes ítems asociados a los costos directos de accidentes:

- Tratamiento de lesionados: involucra los costos de urgencia y hospitalarios, de rehabilitación del lesionado, y pérdida de productividad por ausentismo laboral.
- Gastos administrativos: incluye costos de juzgados, compañías de seguros y policías.

Los costos indirectos por pérdida de capital humano se considera solo en el caso de fallecidos, mientras que el valor intrínseco del riesgo no se considera en la estimación.

En cuanto a la categorización de las lesiones, se reconocen los siguientes tipos:

- Fallecimiento.
- Lesiones graves.
- Lesiones menos graves.
- Lesiones leves.

Se presentan los costos estimados en el estudio de SECTRA (2014) para las lesiones por accidentes de tránsito, siendo el valor más actualizado que se encuentra en la literatura para el caso chileno[13].

Tabla 14. Costos Asociados a Lesiones por Accidentes de Tránsito (UF)

componente	Tipo lesión			
	fallecimiento	grave	Menos grave	Leve
Tratamiento	15,82	87,33	11,67	3,93
Gastos administrativos	95,42	53,63	27,64	26,51
Capital humano	4.383,20	-	-	-
total	4.494,44	140,96	39,31	30,44

Fuente: Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos, SECTRA (2014)

Se observa que el costo de los lesionados, en el caso grave, alcanza un poco más del 3% del costo de un fallecido, mientras que en el resto de los casos no llega a un 1%. Esta amplia diferencia se produce a que en el caso de las lesiones, no se considera la pérdida de capital humano, a diferencia de los casos fatales.

Aspectos para debatir

Se ha discutido en cuanto a las estimaciones de los costos de lesiones, debido a que dichas estimaciones requerirían una buena información sobre los niveles de lesiones (graves, menos graves, leves, etc.), los costos médicos y la pérdida de producción, así como una estimación fiable de la voluntad de pago de los costos humanos, información que es posible que no se disponga de ninguno de los datos anteriores.

En el caso de las lesiones graves, un posible método que podría utilizarse para estimar su valor en los países en desarrollo sería considerar la relación entre los valores de las

[13] Aun cuando en la actualidad no se utiliza el enfoque de capital humano, se consideró relevante entregar las estimaciones de costos, bajo ese enfoque, como una referencia

lesiones mortales y las graves en determinados países seleccionados, ajustando la distribución de las lesiones dentro de la categoría de graves en cada uno de los países.

Pero la comparación de los valores de las lesiones graves utilizados en diferentes países es más difícil que la comparación de los valores de las víctimas mortales. Las definiciones de lo que se incluye como víctima grave varían considerablemente, incluso entre países desarrollados. En algunos países una lesión se define como grave si la víctima es hospitalizada, mientras que en otros se utiliza una definición más amplia. Los datos sobre lesiones suelen ser menos confiables que los datos sobre víctimas mortales, y más propensos al subreporte, especialmente de las lesiones menos graves. Esto puede sesgar los datos en países con métodos deficientes de recogida de datos hacia el extremo más grave del espectro de lesiones (es decir, aquellas lesiones severas o muy graves). La distribución de la gravedad en un país también se verá afectada por el reparto modal de los desplazamientos, de modo que los países con una mayor disponibilidad de oferta de transporte tendrán mayores niveles de combinación entre lesiones y tipo de vehículos en que viajan.

En cuanto a la disposición de los datos que alimentan los modelos de estimación de la WTP y del VSL - VSI, debe mencionarse que las víctimas mortales son un componente de los accidentes de tráfico, y es necesario también priorizar la recopilación de datos sobre lesiones en accidentes de tránsito. Así mismo el nivel de riesgo declarado a los encuestados tiene el mismo efecto sobre la VSI sea similar que, para el VSL, ya que los riesgos de lesión en el transporte contribuyen relativamente más a los riesgos generales de lesión que a los riesgos generales de mortalidad (Elvik et al., 2009). Esta información puede utilizarse para evaluar la importancia relativa del problema desde el punto de vista económico y social.

Una mejor aproximación a la disposición de datos según el nivel de lesiones sufridas en accidentes de tráfico podría obtenerse de los datos hospitalarios. Los sistemas de registro de los hospitales podrían mejorarse y complementar el sistema policial. Por ejemplo, ya que existen algunas diferencias en el enfoque teórico y empírico de la estimación del VSL y VSSI, de acuerdo con la modalidad de viaje, para los pasajeros de autobús frente a los conductores de automóviles, podría existir un esfuerzo mancomunado del sector público y privado al seguimiento de las víctimas de accidentes de tráfico e incluir los accidentes de tráfico en los sistemas nacionales de vigilancia hospitalaria.

Disponer de sistemas de esa naturaleza y alcance, permitiría comprobar si existen diferencias de riesgo de accidente entre viajar en autobús y en auto, tal como ocurre al menos en Europa. Por ejemplo:

- El riesgo de muerte o lesiones graves es menor en el transporte en buses que en el transporte en auto en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (Elvik et al., 2009).

- El riesgo de mortalidad o de lesiones graves se percibe como menos controlable en el transporte en autobús en comparación con el transporte en auto (Slovic et al., 1979; Carlsson et al., 2004).

De todas maneras, de acuerdo con lo reportado por Fluegel et al., (2019), los problemas y consideraciones asociadas a la estimación del VSL por medio de los enfoques de SP, se manifiestan igualmente cuando se desea estimar el VSSI.

En general, los costos económicos de los accidentes de tráfico no se comprenden bien, ya que gran parte de los costos están ocultos y se producen en accidentes de pequeña escala y no en incidentes de gran envergadura como las catástrofes ferroviarias o aéreas. Es necesario seguir investigando sobre el cálculo de los costos de los accidentes, incluida su aplicación, junto con las definiciones de los niveles de lesiones y su homogeneización, para facilitar los estudios que se lleven a cabo en el ámbito.

Las estadísticas de accidentes por sí solas no son suficientes para evaluar la situación de la seguridad vial, por lo que deberían utilizarse otros indicadores de rendimiento, especialmente aquellos que puedan dirigirse a mejorar la seguridad de los usuarios vulnerables de la vía pública. Entre los posibles indicadores se encuentran el número de pasos de peatones instalados, el número fiscalizaciones de las carreteras por el accidente, el número de lugares peligrosos mejorados, etc.

De todas formas, un valor razonable de las lesiones graves para el modelo de evaluación económica es el 25% del valor de una víctima mortal, con un rango del 20% al 30% para análisis de sensibilidad.

7. Conclusiones

De acuerdo con lo revisado en los puntos a) y b) del presente informe, los métodos basados en preferencias declaradas han tenido una mayor popularidad en los últimos años, por sobre los métodos de preferencias reveladas.

Una de las razones de la popularidad de los métodos de SP es que las estimaciones de VSL derivadas de los estudios de SP son más estables que las de los estudios de salarios hedónicos. Además, en el transcurso del tiempo, han tendido a mitigar los problemas que enfrentan, tales como sesgos de alcance (la gravedad percibida de un accidente de tráfico) y escala (el número de víctimas que implica el accidente de tráfico), falta de respuestas sistemáticas ante pequeños cambios en el riesgo, propiedad de los bienes, influencia de factores altruistas o egoístas, etc. Pero en el caso de Precios Hedónicos, también existen limitaciones, ya que, por ejemplo, los datos de panel sólo ofrecen tasas de sustitución interindividuales, los asalariados no son representativos de la población, y las estimaciones están distorsionadas por la diferencia entre la percepción real y riesgos.

Sin embargo, a pesar de las dificultades asociadas a la estimación precisa de la WTP, y con ello del VSL, a través de los métodos SP, se acepta generalmente como el método más válido para evaluar el valor de la prevención del riesgo vial. Por ello, la comparación debería ser llevada entre 2 métodos del enfoque SP. Las estimaciones de los métodos de SP para disminuir la probabilidad de muerte en accidentes de tráfico se basan generalmente en encuestas diseñadas para determinar la cantidad de dinero que los individuos dicen que estarían dispuestos a pagar para reducir el riesgo de pérdida de vidas, o también la elección entre diferentes alternativas de riesgo a disminuir y un pago asociado, a partir de elecciones hipotéticas determinadas por cuestionarios.

De esta manera, para motivar la discusión sobre cuales métodos son más apropiados dentro del enfoque SP, presentamos el caso de Strand et al., (2001), quien abordó simultáneamente los problemas que se asociaban al enfoque SP. Este estudio puede asumirse como referencial en el marco comparativo, ya que describe la metodología para la obtención del VSL por los 2 métodos y sus combinaciones.

Estudio referencial

En este caso, el VSL se obtuvo de tres maneras diferentes. La primera consistió en una serie de elecciones conjuntas por parejas, en las que los dos proyectos a comparar sólo diferían en un par de atributos en ese momento; en un caso, este par era el número de vidas a salvar y el costo del proyecto.

El segundo procedimiento de obtención de la WTP incluía tres pasos:

1) un procedimiento de clasificación más complejo e incompleto, en el que se pedía a los encuestados que clasificaran dos de cuatro proyectos que diferían en cuatro dimensiones, dos de las cuales eran el número de vidas salvadas y su costo

2) una pregunta sobre si estaban o no dispuestos a pagar el costo de su proyecto preferido. Para el experimento de elección, se leía al encuestado un breve texto que explicaba el experimento y, a continuación, se le presenta una tarjeta una combinación de atributos diferentes.

3) la obtención de la WTP para este proyecto

El tercer procedimiento principal consistió en obtener la WTP individual de los encuestados para un tratamiento que se suponía que reducía la mortalidad por enfermedad cardíaca, prolongando la vida del propio encuestado en un año con una probabilidad del 1%. En el caso general, podría aplicarse a un proyecto de seguridad vial que reduce la tasa de mortalidad en un porcentaje determinado, o un número de vidas salvadas.

Un aspecto importante en estos métodos SP, es el análisis los diferentes instrumentos de levantamiento de información primaria, adecuados a cada uno de ellos. Se debería administrar un cuestionario en el que se pida información personal de los encuestados (edad, educación, género y años de escolaridad formal, etc.) y de sus hogares (tamaño de integrantes, número de niños, ingresos agregados, etc.). El cuestionario también

debería incluir preguntas relativas a los conocimientos, actitudes y preferencias sobre de los encuestados ante comparaciones por pares de diferentes proyectos hipotéticos destinados a salvar vidas a escala nacional, regional o local, según sea el caso. Estas preguntas deberían diferir en sólo en dos dimensiones a la vez (para no complejizar las combinaciones de opciones disponibles).

En todas las comparaciones, una dimensión debería ser el número de vidas salvadas por el proyecto. La otra dimensión era, respectivamente, el número de años que faltaban para que el proyecto fuera efectivo (antes de que se produjera realmente la reducción de la mortalidad), la causa de la muerte (donde las posibles causas asumidas deberían relacionarse a algún tipo de accidentes de tráfico), el grupo de edad de las personas salvadas; y el costo de los proyectos.

En la última comparación se debe hacer una introducción para recordar a los encuestados su situación presupuestaria y que el consumo de otros bienes y servicios se reduciría si se expresaban pagos positivos. En una última pregunta de esta serie se preguntó a los encuestados si estaban realmente dispuestos a pagar el del proyecto preferido un monto especificado. También debería evaluarse el formato abierto, con un vector de pagos incluido. Hay que mencionar en todo caso la recomendación de Fluegel et al, (2019), quien también realizó un estudio mixto con ambos enfoques SP.

Se señala en Fluegel et al, (2019) que una forma de modelar las respuestas de CV, similar a la de un CE, es considerar la respuesta a cada cantidad propuesta como una única opción que no implique otros atributos que las víctimas y los costos (omitiendo el tiempo de viaje). Así, las respuestas a los distintos pagos se agrupan en una serie de opciones discretas con un único límite. Así, por ejemplo, responder "probablemente sí" o "definitivamente sí", puede considerarse como la elección de la "alternativa 1", asociada por ejemplo a la "ruta más segura", que siempre tendrá el menor número de víctimas (y mayores costos). Responder "probablemente no" o "definitivamente no" puede considerarse como una elección implícita de la "ruta más arriesgada", mientras que "incierto" puede considerarse como una "exclusión" (o interpretarse como un "sí" o un "no"). Esto facilita una modelación conjunta de las dos metodologías de SP. De todas formas, queda por evaluar el formato dicotómico con el formato abierto, en especial con la valoración de los cambios de riesgo.

Volviendo al estudio de Strand (2001), en el siguiente bloque de preguntas deben ayudar a preparar a los encuestados para el conjunto de preguntas más complejas de la parte siguiente, pero también proporcionan información valiosa sobre las preferencias. Hay que hacer notar que las estimaciones de VSL se derivan aquí de los cambios marginales de riesgo con relación al nivel umbral o base establecido, lo que evita en gran medida el problema de alcance. Además, las compensaciones de riesgo entre las diferentes causas de muerte proporcionan una buena base para la valoración relativa de la VSL relacionada con estas causas. Y lo que es más importante, las compensaciones por pares son sencillas y fáciles de entender para los encuestados.

La parte 2 comprendía los conjuntos enfrentaba a los encuestados a un problema de elección más complejo. Aquí se presentaban cuatro proyectos diferentes, que diferían en cuatro aspectos distintos, a saber, el número de vidas salvadas, el número de años antes de que se produzca el ahorro de vidas, la causa de la muerte y el costo del proyecto

para el propio hogar. Se pregunta a los encuestados cuál de estos proyectos es el preferido en primer lugar, y seguidamente cuál es el preferido en segundo lugar, entre los cuatro.

En total, se utilizaron 56 combinaciones de atributos en la encuesta, que se rotaron mediante un procedimiento diseñado para variar y abarcar de forma óptima el dominio de variación del atributo. Los conjuntos de alternativas de elección incluían 34 opciones posibles para seleccionar las enfermedades del corazón, y 11 opciones para seleccionar las causas medioambientales o los accidentes de tráfico. Esto puede haber sesgado el proceso de selección al hacer que los encuestados eligieran con demasiada frecuencia los proyectos cardíacos. En este punto igual hay que ver el caso de entregar opciones realistas y creíbles, y que no se repitan u tengan otro defecto que afecte el diseño.

Hubo preguntas de consistencia para quienes expresaron una WTP positiva, y luego se les solicitó que distribuyeran su valoración total entre cuatro motivos diferentes: 1) reducción del riesgo de muerte prematura propia, 2) reducción del riesgo de muerte prematura de los individuos de la familia más cercana, 3) reducción del riesgo de muerte prematura de otros individuos de la sociedad, y 4) otros motivos. Se pidió a los encuestados que distribuyeran un total de 10 puntos entre estos motivos, correspondientes a los porcentajes de la WTP total. La última pregunta concluyó la sección sobre la valoración de los programas públicos en la encuesta.

La siguiente sección del cuestionario se dedicó a las variables de fondo estándar y otras preguntas relevantes, como si el auto tiene un equipamiento de seguridad especial, la frecuencia de uso del cinturón de seguridad al conducir; la cantidad de tabaco que fuma; la cantidad de ejercicio y si el encuestado u otros miembros de su familia cercana han padecido cáncer, enfermedades cardíacas graves; enfermedades pulmonares graves; muerte o lesiones graves en accidente de tráfico.

La sección final contenía preguntas para informar al encuestado y al entrevistador, con el fin de obtener una medida provisional de la precisión con la que se proporcionaron las respuestas, donde la baja capacidad de respuesta se asocia con una baja precisión.

Para comprobar la validez de los resultados, se realizaron regresiones de la WTP declarada con respecto a una serie de variables de fondo. Se encontró, entre otras cosas, que los ingresos tienen un efecto significativamente positivo sobre el VSL, mientras que la edad tiene un efecto significativamente negativo, ambos esperables a priori. Sin embargo, no se encontró ninguna relación significativa con muchas otras variables clave, como la aparición de enfermedades.

SECCIÓN II. Objetivo N°2. Metodologías Sectoriales, Fuentes de Información y Caracterización de la Seguridad Vial

1. Metodologías de formulación y evaluación social de iniciativas de inversión del sector transporte utilizadas en el Sistema Nacional de Inversiones

La introducción de metodologías para estimación de beneficios por reducción de accidentes de tránsito en el Sistema Nacional de Inversiones (SNI) de Chile es relativamente reciente. El primer antecedente al respecto es el estudio de Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas, desarrollado por SECTRA el año 2007. Posteriormente, y tomando como base ese estudio, el año 2014 SECTRA finalizó el estudio Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos. A partir de los dos estudios señalados, el Ministerio de Desarrollo Social empezó a incorporar los beneficios por reducción de accidentes en sus metodologías de evaluación de proyectos de transporte, en particular para los proyectos interurbanos.

En el presente estudio se revisaron y analizaron los siguientes estudios y documentos metodológicos:

a. Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas (SECTRA, 2007).
b. Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos (SECTRA, 2014).
c. Metodología para la Valoración de Beneficios de Obras Anexas en Proyectos de Vialidad Interurbana (MDS, 2013).
d. Metodología Simplificada de Beneficios Sociales por Disminución de Accidentes en Proyectos de Vialidad Interurbana (MDS-2, 2013).
e. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano (MDS, 2017).

f. Metodología de Evaluación de Proyectos de Caminos de Bajo Estándar (MIDEPLAN, 1996)
g. Manual de Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MDS-SECTRA, 2013).
h. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Intermedia (MDS-2,2017).
i. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Local (MDS-2, 2016).
j. Metodología para la Formulación y Evaluación de Planes Maestros de Ciclo-Rutas (MDS, 2013-3).
k. Metodología para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Transporte Ferroviario (MDS, 2016).
l. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria (MDS-2, 2014).
m. Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Pequeños Aeródromos (MDS-4, 2013).
n. Instructivo Metodológico para Implementar Puntos de Posada para Emergencias y Desastres (MDS-3, 2016).

Posterior a la revisión, se presenta una síntesis de los métodos de estimación de costo de lesiones utilizados en las orientaciones metodológicas vistas.

1.1. Revisión de Metodologías

Se presenta a continuación la revisión de cada uno de los documentos metodológicos:

a. Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas (SECTRA, 2007)

El objetivo de este estudio fue definir una metodología para la estimación de impactos y de valorización social de accidentes de tránsito en proyectos viales interurbano. Para lograrlo, se plantearon las siguientes actividades generales:

- Definir una metodología para la estimación de la variación de accidentes de tránsito, estimando los impactos en cantidad de accidentes en función de las características de diseño y la operación de un proyecto vial.
- Definir una metodología para la estimación de los costos sociales de los accidentes e integrarlos a la evaluación social.
- Definir la información necesaria para la implementación de la metodología de evaluación de accidentes interurbanos, diagnosticando la información existente y determinando los requerimientos de información tanto en ítems como en la calidad de los datos.
- Elaborar una guía metodológica para la incorporación de los impactos de accidentes en la evaluación social de proyectos de transporte interurbano.

Caracterización de accidentes

La tipología de accidentes que se reconocen en este estudio son las siguientes:

- Atropello
- Colisión
- Choque[14]
- Volcadura
- Otros

En cuanto al tipo de lesión, la tipología es, de acuerdo a la gravedad de la lesión:

- Muerto (o fallecido): personas reportadas fallecidas en el lugar a consecuencia del accidente.
- Heridos graves: asociado a lesiones en que el paciente necesita ser internado en un recinto hospitalario.
- Heridos no graves (o menos grave): asociado a lesiones en que el paciente necesita utilizar pabellón, pero no es internado en el recinto hospitalario.
- Heridos leves: asociado a personas con lesiones menores que sólo requieren curaciones en un recinto hospitalario.
- Ilesos: personas que no reportan lesiones en el lugar a consecuencia del accidente.

Otra definición relevante es el tipo de vía, para la cual se define la siguiente tipología:

- 1 o 2 pistas no pavimentadas: camino con 1 ó 2 pistas cuya carpeta de rodado no es asfalto ni hormigón.
- 2 pistas pavimentadas: camino con dos pistas cuya carpeta de rodado es asfalto u hormigón.
- 4 pistas pavimentadas: camino con cuatro pistas cuya carpeta de rodado es asfalto u hormigón.
- Autopista: vía interurbana concesionada con cuatro pistas.

Las definiciones anteriores son relevantes, ya que en la metodología para la estimación de beneficios por accidentes para proyectos interurbanos (SECTRA, 2017), la tipología para la definición de tasas de accidentes responden a las categorías ante presentadas.

Estimación de accidentes

Para la estimación de los accidentes, en el estudio se plantean dos métodos.

- El primero de ellos consiste en la estimación de tasas de accidentabilidad (medidas en acc/millones veh-km) de acuerdo con las características de las vías, macro región y tipo de accidente (choque, volcadura, atropello, choque con vehículo, colisión y otro tipo); como resultado se obtienen tasas constantes

[14] La diferencia entre colisión y choque es que la colisión es entre dos o más objetos en movimiento, mientras que el choque es de un vehículo en movimiento con n objeto en reposo o detenido.

(independientes del flujo), por lo que los accidentes crecen de forma lineal con el aumento del flujo.

- El segundo método es mediante modelos econométricos que relacionan la accidentabilidad con el flujo y las características de las vías. A diferencia del primer caso, acá se obtienen tasas que dependen del nivel de flujo.

El estudio recomienda un procedimiento de estimación de accidentes que combinan ambos enfoques:

- Utilizar los modelos econométricos desagregados en el caso que
  - el modelo se haya podido calibrar,
  - que el nivel de flujo vehicular esté dentro de un rango de validez similar al rango de datos con que se calibraron los modelos.
- En caso contrario, se debiera utilizar el enfoque de tasas.

Sin perjuicio de lo anterior, el mismo estudio recomienda que, en caso que se pueda contar con información histórica de al menos tres años, se utilice la tasa histórica promedio como predictor de los accidentes en los cortes temporales futuros, en función del crecimiento del flujo vehicular.

Impacto de intervenciones viales sobre ocurrencia de accidentes

Se realiza un análisis del impacto en la cantidad de accidentes de diferentes intervenciones, medidas de gestión y obras anexas a la vialidad, mediante la revisión de la experiencia internacional. Los resultados de este análisis se presenta en la Tabla 1. La relevancia de estos resultados es que son insumos para la metodología de evaluación de obras anexas, presentada en (MDS-1,2013).

Tabla 1. Factores Reducción de Accidentes según Tipo de Obra

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de accidentes			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
Elementos de contención	Barreras contención en mediana	-43	-30		+24
	Amortiguadores de impacto en puntos rígidos	-69	-69	-46	
	Barreras de contención en sectores sin área despejada	-44	-47		-7
Pistas adelantamiento	Habilitación en un lado de la vía		-18	-20	
	Habilitación en ambos lados		-40		
Bermas	Implementación berma		-8		-6
Límites de velocidad	Aumento límite 15-18,6 km/h	+26	+16	+16	+19

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de accidentes			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
	disminución límite 13,1-15 km/h	-15	-14	-5	-13
Dispositivos para control velocidad	Bandas alertadoras en intersecciones		-33	-25	-20
	Señalización velocidad recomendada antes de curvas		-13	-29	
Mejoramientos en Área Despejada	Disminución de pendiente desde 1:3 a 1:4		-42	-29	
	Disminución de pendiente desde 1:4 a 1:6		-22	-24	
	Eliminación de obstáculos entre 1m y 5m de la calzada				-22
	Eliminación de obstáculos entre 5m y 9m de la calzada				-44
Mejoramientos Alineamiento Horizontal	Aumento radio de curva horizontal desde menos de 200m a rango 200-400m				-50
	Aumento radio de curva horizontal desde el rango 200-400m a 400-600m				-33
	Aumento radio de curva horizontal desde el rango 400-600m a 600-1000m				-50
	Aumento radio de curva horizontal desde el rango 600-1000m a 1000-2000m				-18
	Aumento radio de curva horizontal desde el rango 1000-2000m a más de 2000m				-12
	Aumento del radio de curva horizontal desde más de				0

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de accidentes			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
	2000 a otro mayor				
	Aumento del radio de curva horizontal desde más de 1000 a recta				+10
Mejoramientos Alineamiento Vertical	Reducción de pendiente desde más 7% a rango 5%-7%				-20
	Reducción de pendiente desde rango 5%-7% a 3%-5%				-10
	Reducción de pendiente desde rango 3%-5% a 2%-3%				-10
	Reducción de pendiente desde rango 2%-3% a 1%-2%				-7
	Reducción de pendiente desde rango 1%-2% a menos de 1%				-2
Mejoramiento Visibilidad	Remoción de obstáculos visuales en costado de la vía				-20
Iluminación	Iluminación vía	-64	-28	-17	
	Aumento nivel de iluminación de la vía desde 2 a 5 veces al existente		-13	-9	
	Aumento nivel de iluminación de la vía desde 5 o más veces al existente	-50	-32	-47	
	Iluminación de vías de alta velocidad				-25
Demarcación	Demarcación de líneas de bordes y eje central en curvas		-24		
	Demarcación de líneas de bordes y eje central más		-45		

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de accidentes			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
	delineadores en curvas				
	Demarcación de distancia recomendada entre vehículos (símbolo en ángulo) en carreteras		-56		
Medidas de Segregación de Conflictos	Implementación de mediana en vías de más de dos pistas.		-12	-18	
	Segregación con demarcación de pistas en intersecciones de vías interurbanas en Cruz		-57		
	Segregación física de movimientos en intersecciones				-30
	Implementación de pista para ciclistas				-4
	Construcción By-pass		-25	-27	
	Desnivelar empalme				-50
Mejoramientos del Perfil del Camino	Aumento del ancho de vía desde sub estándar a anchos dentro normas de diseño en vías interurbanas		-5	-13	
Cruces ferroviarios	Implementación de señales de advertencia y Cruz de San Andrés en cruces no regulados				-25
	Implementación de luces y sonidos de advertencia en cruces que cuentan con señales y Cruz de San Andrés				-50
	Implementación de barreras en cruces con				-45

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de accidentes			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
	luces y sonidos de advertencia				
	Implementación de barreras en cruces que cuentan con sólo señales verticales de advertencia				-67
	Implementar paso a desnivel				-100
	Luces intermitentes				-65
	Mejoramiento alineamiento horizontal				-35
	Mejoramiento alineamiento vertical				-45
	Mejoramiento alineamiento vertical y horizontal				-60
	Mejorar delineación				-25
	Iluminación				-15
	Señales Verticales				-15
Túneles	iluminación		-35		
	Aumento del ancho del túnel desde menos de 6m a más de 6m		-40		
Disminución de fricción lateral	Reducción en el número de accesos privados por kilómetro desde sobre 30 al rango 16 a 30		-29		
	Reducción en accesos privados por km desde rango 16-30 a rango 6-15		-31		
	Reducción en accesos privados por km desde rango 6-15 a menos de 6		-25		

Fuente: SECTRA, 2007

Costos asociados a accidentes

En lo que se refiere a los costos asociados a los accidentes, se consideraron los siguientes aspectos:

- Daños materiales a los vehículos.
- Atención de lesionados. Considerando atención hospitalaria, costos de rehabilitación y pérdida de productividad.
- Costos administrativos: juzgados, policías y compañías de seguros.

En lo que respecta al costo por pérdida de productividad, corresponde a la pérdida social asociada a la ausencia laboral de los lesionados, considerando tiempo requerido de recuperación de los lesionados.

Para el caso del costo de los fallecidos, se utilizó el método de la pérdida de capital humano, determinando la pérdida de producción futura por el fallecimiento de una persona.

En la Tabla 2 y Tabla 3 se presentan los costos privados y sociales por daño a vehículos y a personas en UF. En el caso de los costos asociados a lesiones, los costos privados y sociales son coincidentes. Se debe hacer la salvedad que en el estudio estos valores se encuentran en pesos del año 2006, por lo que la conversión se hizo con el valor de la UF de diciembre de 2006 ($18.336,38).

Tabla 2. Costo Medio Social y Privado por Daños a Vehículos por Tipo de Accidente (UF)

Tipo accidente	Vehículo liviano		Vehículo pesado	
	privado	social	privado	social
Atropello	30,2	23,8	15,0	11,8
Choque	120,0	94,6	295,5	232,9
Colisión	110,6	87,2	444,0	350,0
Volcadura	290,3	228,8	582,8	459,3
Solo daños	18,5	14,6	17,0	13,4

Fuente: SECTRA, 2007.

Tabla 3. Costos Sociales y Privados Asociados a Lesionados (UF)

Nivel de Gravedad	Tratamiento lesiones	Gastos administrativos	Capital humano	Total
Leve	3,8	21,9	-	25,7
Menos grave	10,8	22,8	-	33,6
Grave	83,3	44,2	-	127,5
Fatal	15,8	78,7	3.614,8	3.709,3
Solo daño	-	21,5	-	21,5

Fuente: SECTRA, 2007.

b. Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos (SECTRA, 2014)

El objetivo de este estudio fue definir una metodología para la estimación de beneficios y costos producidos por la variación de accidentes como consecuencia de la implementación de proyectos viales o de seguridad de tránsito en el área urbana. Para lograrlo, se plantearon las siguientes actividades generales:

- Estimar tasas de accidentabilidad, promedio y a través de modelos econométricos, que estimen tasas en el ámbito urbano.
- Estimar los costos sociales de los accidentes.
- Estimar los costos sociales de implementación de medidas de seguridad.
- Definir una metodología para la incorporación de los impactos de los accidentes viales en la evaluación social de proyectos de transporte urbano.
- Elaborar una guía metodológica para la incorporación de los impactos de accidentes en la evaluación social de proyectos de transporte urbano.

Revisión de antecedentes y discusión metodológica

En el estudio se realiza una revisión bibliográfica de estudios e investigaciones nacionales e internacionales sobre accidentes de tránsitos, con foco en las zonas urbanas, además de entrevistas a expertos internacionales. Las conclusiones de esta revisión se resumen en los siguientes puntos:

- Los modelos predictivos de accidentes de tránsito (MPA) están asociados a tramos de vías o intersecciones.
- En general, la variable dependiente de los MPA generalmente corresponde al número de accidentes por año.
- Se observa que la relación entre accidentes y flujos vehiculares es no lineal, es por ello es que, al año de realización del estudio (2014), la tasa de accidentes por unidad de distancia recorrida no es recomendable para ser utilizada en modelos predictivos[15].
- Frecuentemente se proponen modelos con desagregación por tipo de accidente o por nivel de gravedad de accidente; con ello se busca:
    - Disminuir el riesgo de la correlación de las observaciones.
    - Tener una mejor estimación de los beneficios por reducción de accidentabilidad dado que los costos varían significativamente según las consecuencias en las personas.
- En los MPA las variables explicativas pueden ser variables que describen la exposición al riesgo de accidentes y/o factores de riesgo que influencian el

[15] En el caso de Chile, para la estimación de beneficios por reducción de accidentes actualmente se utiliza un modelo simplificado que considera beneficios por cambio de estándar de la vía en base a tasas de accidentes por unidad de distancia (acc/veh-km).

número esperado de accidentes por unidad de exposición. Las variables explicativas debieran:

- Tengan más influencia sobre el número de accidentes, según estudios previos.
- Puedan ser medidas de forma confiable.
- No haya endogeneidad entre ellas.

Dentro de las variables explicativas más comunes se encuentran:

- Indicador de exposición (estimación del flujo o la distancia recorrida por los vehículos).
- Variables descriptoras de las características o función de transporte de las vías (autopista, colectoras, calles de acceso).
- Variables descriptoras de la sección transversal de las vías (número de pistas, ancho de pista, presencia de mediana, ancho de mediana).
- variables descriptoras del sistema de control de tráfico (límite de velocidad, tipo de regulación de la intersección).

- Un accidente de tránsito es un evento que tiene tres dimensiones: accidente, vehículos y personas. Los distintos niveles de variabilidad que se producen en cada dimensión implican que la estimación de los MPA debiera considerar la naturaleza jerárquica de los datos y la correlación en la gravedad de las consecuencias del accidente entre los involucrados; sin embargo, a la fecha de elaboración de este estudio hay pocas experiencias al respecto.
  Para abordar la existencia de la jerarquía y correlación en los datos de una manera simplificada, se recomienda generar modelos diferenciados según el nivel de gravedad de los accidentes.
- Existe un cierto consenso en que la función de distribución más adecuada es una distribución binomial negativa. Esta distribución es consistente con la sobredispersión que presentan los datos de accidentabilidad.

Con respecto a los modelos más usados, las formulaciones típicas de los MPA, para el caso urbano, depende si se trata de un tramo de vía o una intersección.

En el caso de tramos de vía, la formulación es (por unidad de longitud):

$$ACC = \alpha q^{\beta} e^{\sum_i y_i x_i}$$

En el caso de una intersección:

$$ACC = \alpha q_p^{\kappa} q_s^{\eta} e^{\sum_i y_i x_i}$$

En donde:

- ACC: número esperado de accidentes por unidad de tiempo.
- q: flujo vehicular en tramo de vía.
- q_p: flujo prioritario en intersección.
- q_s: flujo secundario en intersección.
- y_i, x_i: variables físico-operativas o factores de riesgo de los tramos de vía o intersecciones.
- β, κ, η: parámetros a estimar, que representa la elasticidad del número de accidentes con respecto al flujo vehicular.
- α, y_i: parámetros a estimar.

Disponibilidad y calidad de la información

En este estudio se hace un análisis de la información disponible para la definición de una metodología para la evaluación de la reducción de accidentes en el área urbana, en donde se destaca un análisis a la base de datos SIEC-2 de Carabineros. Se destaca la alta cobertura y riqueza de esta base de datos, sin embargo también se determinan los problemas y limitaciones de esta base, donde se destaca:

- El SIEC-2 incluye solo una pequeña cantidad de accidentes sin lesionados, siendo que este tipo de accidentes constituyen la mayoría, por lo que existe un subreporte.
- Existe una proporción elevada de accidentes sin información de localización o con información de localización incorrecta, lo que no posibilita su localización. Esto es otra fuente de subreporte.
- El SIEC-2 no registra la relación entre vehículos y sus ocupantes, por lo que no es posible identificar en qué vehículo se encontraba cada lesionado.
- Los campos de la base de datos no permiten hacer un análisis detallados de los accidentes.
- Varios de los campos de la base de datos suelen estar incompletos o vacíos, especialmente en accidentes en localidades pequeñas.
- En la base de datos existen accidentes que están reportados con más de un registro. En general, estos registros comparten algunos atributos, como hora y localización, pero difieren en otros campos. Esta falla es compleja de descubrir, ya que no es posible detectarlo mediante procesos automáticos.

Costos sociales de accidentes viales urbanos

En este estudio se realiza una actualización de los costos sociales estimados en el estudio SECTRA 2007. Los resultados de la actualización de costos sociales se presenta a continuación. Se debe hacer la salvedad que en el estudio estos valores se encuentran en pesos del año 2013, por lo que la conversión se hizo con el valor de la UF de diciembre de 2013 ($23.309,56)

Tabla 4. Costo Medio Social y Privado por Daños a Vehículos por Tipo de Accidente (UF)

Tipo de accidente	Vehículo liviano	Vehículo pesado
Atropello	22,5	11,2
Choque	89,6	220,7
Colisión	82,6	331,7
Volcadura	216,8	435,3

Fuente: SECTRA, 2007.

Tabla 5. Costos Sociales Asociados a Lesionados (UF)

Nivel de Gravedad	Tratamiento lesiones	Gastos administrativos	Capital humano	Total
Leve	3,9	26,5	-	30,4
Menos grave	11,7	27,6	-	39,3
Grave	87,3	53,6	-	141,0
Fatal	15,8	95,4	4.383,2	4.494,4

Fuente: SECTRA, 2014.

Al comparar los costos sociales por tipo de vehículo entre ambos estudios, (Tabla 2 y Tabla 4)se aprecia que en el año 2014 hay una baja en el costo asociado por tipo de accidentes entre 5,1% y 5,5%.

Al realizar la misma comparación en el nivel de gravedad de los lesionados(Tabla 3 y Tabla 5), se aprecia lo siguiente:

- En el caso del tratamiento de lesiones, se ve un aumento entre 2,6% y 8,3%, excepto en el caso de fallecimiento, que es coincidente para ambos estudios.
- En gastos administrativos la variación es más o menos homogénea, entre 21,0% y 21,3%.
- Para el caso del capital humano, el aumento es de 21,3%.

Impacto de intervenciones viales sobre ocurrencia de accidentes

Al igual que el estudio SECTRA 2007, se realiza un análisis del impacto en la cantidad de accidentes de diferentes intervenciones, medidas de gestión y obras anexas, mediante la revisión de la experiencia internacional, ahora enfocado en el caso urbano. Los resultados de este análisis se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6. Factores Reducción de Accidentes según Tipo de Obra

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de accidentes			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
Canalización de movimientos vehiculares en intersecciones	Pista viraje izquierda: intersección en T		-17	+1	-18
	Pista viraje derecha: intersección en T		-7	+1	+3
	Pista viraje izquierda: intersección en Cruz		-24	-77	-31
	Pista viraje derecha:		-7	+1	+3

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de accidentes			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
	intersección en Cruz				
Rotonda	Remplazo de intersección de T o Cruz por rotonda	-66	-46	+10	-36
Mejoramientos de la sección transversal	Instalación de mediana		-15	-2	-8
Semaforización de intersecciones	Semaforización de intersección en T		-15	-15	
	Semaforización de intersección en Cruz		-30	-35	
Semaforización de cruces peatonales	Cruce peatonal semaforizado				-23
Reductores de velocidad	Resalto		-41		
	Bandas alertadoras		-33	-25	-20
Facilidades para peatones	Cruce peatonal a nivel de acera				-42
	Iluminación de cruce peatonal				-63
Demarcación y señalización	Líneas de borde		-3	-3	
	Línea central		-1	+1	
	Línea divisoria de pistas		-18		
	Líneas de borde y tachas				-47
	Líneas de borde y demarcación en curva		-19		
	Tachas y demarcación en curva		-45		
	Líneas de borde y línea central		-24		
	Líneas de borde, línea central y postes delineadores		-45		

Fuente: SECTRA, 2014

Metodología de incorporación de los accidentes viales urbanos en la evaluación social

La metodología recomendada en este estudio se enfoca en la evaluación de iniciativas que buscan mejorar la seguridad vial. Para la estimación de la accidentabilidad se

recomienda el uso de modelos econométricos; en el estudio se determinaron las siguientes formas funcionales de los modelos

Intersección:

$$acc = \alpha q_p^{\kappa} q_s^{\eta} e^{\sum_i y_i x_i} \qquad (1)$$

Tramo de vía:

$$acc = \sigma L^{\theta} q^{\rho} e^{\sum_i y_i x_i} \qquad (2)$$

En donde:

- acc: número esperado de accidentes por año.
- q: flujo vehicular en tramo de vía (TMDA), expresado en miles de vehículos/h.
- q_p: flujo prioritario en intersección (TMDA), expresado en miles de vehículos/h.
- q_s: flujo secundario en intersección (TMDA), expresado en miles de vehículos/h.
- L: longitud del tramo de vía, expresada en kilómetros
- y_i, x_i: variables físico-operativas o factores de riesgo de los tramos de vía o intersecciones.
- ρ, κ, η: parámetros a estimar, que representa la elasticidad del número de accidentes con respecto al flujo vehicular.
- α, θ, σ, y_i: parámetros a estimar.

En el caso que se cuente con información de accidentes en el sector a analizar, para la estimación de la cantidad de accidentes se recomienda utilizar la siguiente expresión:

$$acc_f^c = \alpha \cdot acc_m \cdot p_c + (1 - \alpha) \cdot acc_{r,c} \qquad (3)$$

En donde

- acc^c_f: estimación final del número de accidentes según consecuencias (c).
- acc_m: número de accidentes estimado con el modelo (1) o (2), según sea el caso.
- p_c: proporción de accidentes con consecuencia c.
- $acc_{r,c}$: promedio anual de accidentes con consecuencias c registrados en el lugar.

Para el caso de la situación base, la cantidad de accidentes se puede estimar con la expresión (3).

Para la estimación de accidentes en la situación con proyecto, se distinguen dos casos:

a. Proyecto de transporte con efectos en la seguridad de tránsito: se utiliza la expresión 3.

b. Proyectos de seguridad de tránsito: se estima el impacto en la reducción de accidentes con los factores definidos en la Tabla 6

En resumen, la metodología de evaluación para el caso urbano se basa en la utilización de modelos econométricos y de información histórica en el sector en que

se emplaza el proyecto. En el caso que no se cuente con información histórica, se puede utilizar solo el modelo econométrico

c. Metodología para la Valoración de Beneficios de Obras Anexas en Proyectos de Vialidad Interurbana (MDS, 2013)

En este documento se desarrollan metodologías de evaluación para obras anexas a la vialidad interurbana, de manera de incorporar sus beneficios en la estimación de los indicadores de rentabilidad de proyectos viales interurbanos. Las obras anexas consideradas son:

- Ciclovías.
- Aceras.
- Pasarelas.
- Miradores, áreas de detención y/o descanso.
- Paraderos y casetas.
- Iluminación.
- Lechos de frenado.
- Plazas de peaje.

En la mayoría de las obras anexas analizadas se incorporan beneficios por reducción de accidentes, ya sea a través de la aplicación de la metodología del estudio de SECTRA (2007) o por medio de metodologías simplificadas.

A continuación se detalla la metodología de estimación de beneficios por accidentes para cada tipo de obra anexa.

Ciclovías

En el caso de las ciclovías, para la estimación de beneficios por reducción de accidentes se recolectará información histórica, idealmente para un período de tres años, sobre accidentes en que se vean involucrados ciclistas y sus consecuencias en términos de fatalidades. Se distinguen dos casos:

- En el caso de observarse accidentes fatales, se asumirá que la habilitación de la ciclovía reduce estos accidentes en un 15%, en conformidad a los criterios establecidos en SECTRA (2007).
- En el caso que no se observen accidentes fatales, es recomendable no considerar este beneficio.

En la etapa de perfil se asume un enfoque simplificado en que los beneficios totales de la ciclovía tiene una valoración equivalente al costo actualizado de construcción y conservación.

Aceras

En este caso, para la estimación de beneficios por reducción de accidentes se recolectará información histórica, idealmente para un período de tres años, sobre

accidentes que correspondan a atropellos y/o en que se vean involucrados peatones y sus consecuencias en términos de fatalidades y lesionados. Se distinguen dos casos:

- En el caso de observarse accidentes fatales, se asumirá que la habilitación de la acera reduce estos accidentes en un 5%, en conformidad a los criterios establecidos en SECTRA (2007).
- En el caso que no se observen accidentes fatales, es recomendable no considerar este beneficio.

En la etapa de perfil, al igual que en el caso de las ciclovías, se asume un enfoque simplificado en que el beneficio de la acera tiene una valoración equivalente al costo actualizado de construcción y conservación.

Pasarelas

De manera similar a los casos anteriores, para la estimación de beneficios por reducción de accidentes se recolectará información histórica, idealmente para un período de tres años, sobre accidentes que correspondan a atropellos y/o en que se vean involucrados peatones y sus consecuencias en términos de fatalidades y lesionados en el cruce objeto del estudio; para ello se considerarán los accidentes en 1 km a la redonda la posible localización del cruce. Se distinguen dos casos:

- En el caso de observarse accidentes fatales, se asumirá que la habilitación de la pasarela reduce estos accidentes en un 80%, en conformidad a los criterios establecidos en SECTRA (2007).
- En el caso que no se observen accidentes fatales, es recomendable no considerar este beneficio.

En la etapa de perfil, al igual que en los casos anteriores, se asume un enfoque simplificado en que el beneficio de la pasarela tiene una valoración equivalente al costo actualizado de construcción y conservación.

Miradores, áreas de detención y/o descanso

De manera similar a los casos anteriores, para la estimación de beneficios por reducción de accidentes se recolectará información histórica, idealmente para un período de tres años, sobre accidentes en el tramo en estudio y sus consecuencias en términos de fatalidades y lesionado. Se distinguen dos casos:

- En el caso de observarse accidentes fatales, se asumirá que la obra en estudio reduce estos accidentes en un 5%, en conformidad a los criterios establecidos en SECTRA (2007).
- En el caso que no se observen accidentes fatales, es recomendable no considerar este beneficio.

En la etapa de perfil, al igual que en los casos anteriores, se asume un enfoque simplificado en que el beneficio de este tipo de obras tiene una valoración equivalente al costo actualizado de construcción y conservación.

Paraderos y casetas

De manera similar a los casos anteriores, para la estimación de beneficios por reducción de accidentes se recolectará información histórica, idealmente para un período de tres años, sobre accidentes en el tramo en estudio y sus consecuencias en términos de fatalidades y lesionados. Se distinguen dos casos:

- En el caso de observarse accidentes fatales, y que se considere la segregación del área de parada se asumirá que la obra en estudio reduce estos accidentes en un 5%, en conformidad a los anexos de este mismo estudio.
- En el caso que no se observen accidentes fatales o que no se considere la segregación de la parada, es recomendable no considerar este beneficio.

En la etapa de perfil, al igual que en los casos anteriores, se asume un enfoque simplificado en que el beneficio del paradero tiene una valoración equivalente al costo actualizado de construcción y conservación.

Iluminación

En este caso, se recolectará información histórica, idealmente para un período de tres años, sobre accidentes en el tramo en estudio y sus consecuencias en términos de fatalidades y lesionados. Se asume que las obras de iluminación reduce los accidentes viales en los porcentajes que se presentan en la Tabla 7.

Dado que en este caso en particular el único beneficio considerado es por reducción de accidentes, a los beneficios estimados se deben descontar los costos de conservación de las obras de iluminación y el costo del consumo de energía eléctrica.

Tabla 7. Reducción de Accidentes por Introducción de Iluminación

Medida	Porcentaje de reducción diario	Porcentaje de reducción nocturno
General	25%	50%
Segmento de carretera	25%	45%
Intersección	30%	50%
Intercambiador	25%	50%
Cruce ferroviario	30%	60%

Fuente: MDS-1, 2013

Al igual que en los otros casos, en la etapa de perfil se asume un enfoque simplificado en que el beneficio de la iluminación tiene una valoración equivalente al costo actualizado de construcción y conservación.

Lechos de frenado

De forma similar a las obras de iluminación, para el lecho de frenado el único beneficio que se considera es por reducción de accidentes. Para la estimación de beneficios por reducción de accidentes se recolectará información histórica, idealmente para un período de tres años, sobre accidentes en el tramo en estudio y sus consecuencias en términos de fatalidades y lesionado. Se asumirá que la obra en estudio reduce estos accidentes en un 36%, en conformidad a los criterios establecidos en SECTRA (2007).

En la etapa de perfil se asume un enfoque simplificado, en que el beneficio de este tipo de obras tiene una valoración equivalente al costo actualizado de construcción y conservación.

Con respecto a las plazas de peaje, este tipo de obra no consideran beneficios por reducción de accidentes.

En resumen, en esta metodología se considera la reducción de accidentes como una fuente de beneficios relevante para las obras anexas a la vialidad. El enfoque para la estimación de beneficios por reducción de accidentes a través de aplicaciones específicas de la metodología definida en SECTRA 2007, con base en información existente de accidentes viales dentro del área de estudio específica.

Otro aspecto interesante es que considera los beneficios por reducción de accidentes en la etapa de prefactibilidad, mientras que para la etapa de perfil considera un enfoque simplificado en que los beneficios totales son iguales a los costos actualizados de las obras, de manera de no afectar la evaluación del proyecto completo.

d. Metodología Simplificada de Beneficios Sociales por Disminución de Accidentes en Proyectos de Vialidad Interurbana (MDS, 2013)

Esta metodología es una versión simplificada de la metodología determinada en el estudio Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas, del año 2007, para el caso de proyectos de vialidad interurbana correspondiente a cambio de estándar de la vía.

e. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano (MDS, 2017)

En los proyectos viales interurbanos, MDSF recomienda la estimación de beneficios por reducción de accidentes, bajo el supuesto que un mejoramiento vial tiene asociado beneficios por la reducción de accidentes estadísticamente esperados en el tramo de análisis.

El enfoque formulado en esta metodología considera que existen beneficios en la medida que haya un mejoramiento del estándar de la vía, tales como:

- Mejoramiento de camino No Pavimentado a Pavimentado dos pistas.
- Mejoramiento de camino Pavimentado dos pistas a Pavimentado cuatro pistas.
- Mejoramiento de camino Pavimentado cuatro pistas a Autopista.

La reducción de accidentes está asociada a accidentes tipo promedio, el que está caracterizado por la clase de accidente, macrozona del país en que se ubica el proyecto y tipo de camino. De acuerdo con esto, la tasa de accidentes se define según:

- Clase de accidente
  - Atropello
  - Choque
  - Colisión
  - Volcadura
- Tipo de camino
  - No pavimentado
  - Pavimentado dos pistas
  - Pavimentado cuatro pistas
  - Autopista
- Zona geográfica
  - Zona Norte: regiones desde Arica y Parinacota hasta Coquimbo
  - Zona Centro: regiones de Valparaíso y Metropolitana
  - Zona Sur: desde la región del Libertador Bernardo O'Higgins hasta la región de Magallanes y la Antártica Chilena.

Para la estimación de beneficios por reducción de accidentes se utiliza la siguiente expresión

$$BRA = \sum_{p}\left[TMDA_p * \sum_{ikz} CAP_{ikz} * (TA_{ikz}^{SP} * KM^{SP} - TA_{ikz}^{CP} * KM^{CP})\right]$$

Donde:

- BRA: beneficio por reducción de accidentes (UF/año).
- $TMDA_p$: tráfico medio diario anual para el tipo de vehículo p, en la situación base (sin proyecto).
- CAP_{ikz}: costo del accidente promedio tipo i, en el camino tipo k, en la zona geográfica z, en UF/accidente.
- TA_{ikz}^{SP}: tasa de accidente promedio tipo i, en el camino tipo k, en la zona geográfica z, para la situación sin proyecto, en accidentes/veh-km
- TA_{ikz}^{CP}: tasa de accidente promedio tipo i, en el camino tipo k, en la zona geográfica z, para la situación con proyecto, en accidentes/veh-km
- KM^{SP}: largo del camino en Km, en la situación sin proyecto
- KM^{CP}: largo del camino en Km, en la situación con proyecto

En el documento se explicitan las tasas y el costo promedio según tipo de accidente, los que corresponden a los estimados en el estudio de SECTRA (2007).

En la metodología desarrollada se reconoce que solo se considera el cambio de en la tasa de accidentes en el flujo vehicular de la situación base (o sin proyecto), no considerando el tráfico reasignado ni el generado o inducido. Al respecto, esta es la principal falencia de esta metodología, dado que se puede adaptar para considerar la estimación de beneficios en el área de influencia y no solo en el eje intervenido.

f. Metodología de Evaluación de Proyectos de Caminos de Bajo Estándar (MIDEPLAN, 1996)

Este documento tiene como objetivo uniformar y homogeneizar las metodologías de evaluación de caminos de bajos estándar, como sendas de penetración y caminos de desarrollo.

La estimación de beneficios depende del tipo de proyecto. En el caso de proyectos de sendas de penetración o caminos de desarrollo en zonas donde no existe vialidad, en que el objetivo es conectar una localidad aislada, los beneficios se estiman por aumento en el excedente del productor, enfocándose en que el camino puede producir cambios en la productividad local (por ejemplo, ganadería, agricultura o forestal). En el caso de proyectos de mejoramiento de sendas de penetración o de caminos de desarrollo que se insertan en una red ya existente, se recomienda la estimación de beneficios mediante el ahorro de recursos (tiempo de viaje, combustibles, costos de operación).

La metodología recomienda, para el caso de proyectos que tengan impacto en la actividad turística, considerar la estimación de beneficios por aumento del turismo. También recomienda realizar una evaluación de impacto ambiental y una evaluación de impactos sociales (soberanía, integración territorial, defensa, integración social).

Dentro de este documento metodológico no se considera la estimación de beneficios por reducción de accidentes, como tampoco se considera dentro de los análisis y diagnósticos propuestos el análisis de la accidentabilidad en las zonas en que se inserta el proyecto. Hay que considerar que este documento es del año 1996, anterior al primer estudio que buscaba definir una metodología para la estimación de beneficios por reducción de accidentes (SECTRA, 2007).

Sin perjuicio de lo anterior, por las características de los proyectos, es recomendable incluir la estimación de beneficios por reducción de accidentes en la evaluación para proyectos de mejoramiento de sendas de penetración y caminos de desarrollo que se insertan dentro de una red vial existente, así como una caracterización de las condiciones de seguridad y accidentabilidad como parte del diagnóstico.

En el caso de proyectos de implementación de sendas de penetración para zonas aisladas, la estimación de beneficios por reducción de accidentes no tiene mucho sentido, en el contexto que no hay una situación base que permita realizar un contraste o comparación en los niveles de ocurrencia de siniestros. Sin embargo, se puede considerar dentro de diagnóstico la siniestralidad vial en la zona en que se inserta el proyecto.

g. Manual de Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana (MESPIVU) (MDS-SECTRA, 2013)

En el MESPIVU se plantea una metodología de cálculo de beneficios de accidentes, que en su concepto es similar a la utilizada en proyectos de vialidad interurbana. El beneficio social por reducción de accidentes de tránsito se define por la diferencia entre los costos sociales por accidentes entre la situación base y la situación con proyecto.

El costo social asociado a una situación específica, ya sea base o con proyecto, se define por la siguiente expresión, que considera la cantidad de accidentes estimados en la intersección, eje vial o red vial objeto del análisis:

$$CSA^t = \sum_i N_i^t * VSA_i$$

Donde

- CSA^t: costo social total anual por accidentes en el año t ($/año).
- N_i^t: cantidad de accidentes anuales del tipo i, en el año t (acc/año).
- VSA_i: valor social unitario del accidente tipo i ($/acc).

El valor medio de accidentes por tipo se debiera determinar con base en antecedentes de accidentes específicos en el área de estudio y un vector de valores sociales unitarios para las componentes de los costos (fallecidos, lesionados y daños materiales). La valorización media por accidente se representa en la expresión siguiente:

$$VSA_i = \sum_j CDM_{ji} * NV_{ji} + \sum_k CL_k * NL_{ki}$$

Donde:

- CDM_{ji}: costo por daños materiales de un vehículo tipo j en un accidente tipo i ($/veh])
- CL_k: costo de un lesionado tipo k ($/lesionado)

- NV_{ji}: múmero medio de vehículos del tipo j involucrados en el accidente promedio tipo i (veh/acc)
- NL_{ki}: número medio de lesionados tipo k en el accidente promedio del tipo i (lesionados/acc)

Las tasas consideradas en la expresión anterior se definen como:

$$NV_{ji} = \frac{V_{ji}}{NA_i}$$

$$NL_{ki} = \frac{L_{ki}}{NA_i}$$

Donde:

- V_{ji}: total de vehículos tipo *j* involucrados en accidentes tipo *i*
- L_{ki}: total de lesionados tipo *k* involucrados en accidentes tipo *i*
- NA_i: total de accidentes tipo *i*.

En resumen, al igual que en los casos anteriores, para la estimación de los beneficios por reducción de accidentes el MESPIVU considera un enfoque de tasas de accidentes.

h. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Intermedia (MDS-2,2017)

Esta metodología se centra en el análisis y evaluación de proyectos de vialidad urbana que afectan a vías colectoras y de servicios, que no son parte de la vialidad estructurante. Los tipos de intervenciones consideradas son: mejoramiento, construcción o reposición de una vía.

En la propuesta metodológica no se considera un análisis de accidentes y seguridad de tránsito en el eje sujeto del proyecto ni el área en que se inserta. En cuanto a la estimación de beneficios por reducción de accidentes, su inclusión queda a criterio del formulador del proyecto mediante el cambio en la tasa de accidentes, sin entregar mayor detalle de cómo realizar la estimación del cambio de tasa.

Por el tipo de vías que son sujeto de esta metodología, debiera considerarse, al menos, un análisis de los accidentes en el sector en que se emplaza y un análisis de las medidas de seguridad de tránsito que se debieran implementar como complemento al proyecto en sí.

i. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Local (MDS-2, 2016)

Esta metodología se enfoca en proyectos de vialidad local, generalmente pavimentación de vías y/o mejoramiento de estándar de servicio. Dentro de la formulación de la metodología de análisis y evaluación de este tipo de proyectos no se consideran beneficios por reducción de accidentes ni la estimación de cantidad de accidentes en el área de proyecto. Esto se puede deber a que para este tipo de proyectos se asume un enfoque de costo eficiencia, en que no se estiman beneficios del proyecto

En este sentido, en este tipo de proyectos no se considere los siniestros viales. Bajo un enfoque de costo eficiencia, se podría considerar la incorporación de un análisis de accidentes, con base en información secundaria, como complemento a la evaluación.

j. Metodología para la Formulación y Evaluación de Planes Maestros de Ciclo-Rutas (MDS, 2013)

El objetivo del documento es presentar una metodología para la formulación y evaluación de planes de ciclo-rutas en áreas urbanas. En lo que respecta a la estimación de beneficios, reconoce múltiples fuentes de beneficios, entre ellas la reducción de accidentes por la segregación del flujo de ciclistas, pero se centra en la estimación de beneficios por ahorro de tiempos de viajes de las personas que se cambian de la caminata a la bicicleta, debido a la habilitación de una red de ciclo-rutas, y del ahorro de tiempo de los usuarios de otros modos por la segregación del flujo de bicicletas.

Dentro de los análisis recomendados en el diagnóstico no se considera, al menos de forma explícita, un análisis de la accidentabilidad en el área de estudio. Sin embargo, dentro de los atributos para elegir los ejes a incluirse en la red de ciclo-rutas se debe hacer un análisis de accidentes en el eje. El análisis de accidentes planteado considera la revisión de la estadística de accidentes en los últimos tres años, determinando la cantidad de accidentes en que se ven involucrados ciclistas; posteriormente se define un nivel de riesgo de accidentes de acuerdo a la Tabla 1.

El nivel de riesgo se asocia a un puntaje, con el cual se completa la matriz para un análisis multicriterio que sirve de apoyo para la selección de ejes que serán incluidos en la red de ciclo-rutas.

Tabla 8. Definición de Nivel de Riesgo de un Eje Vial

Nivel de riesgo de accidentes	Frecuencia de accidentes que involucra a ciclos (acc/año)
Bajo	0
Medio	1
alto	Más de 1

Fuente: MDS-2, 2017

La metodología debiera considerar de manera explícita un diagnóstico de la seguridad vial dentro del área. La información existente también permite que se incluyan beneficios por reducción de accidentes.

k. Metodología para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Transporte Ferroviario (MDS, 2016)

En este documento metodológico se formula un método para la estimación de los costos por accidentes y beneficios asociados a la reducción de ellos, para un proyecto ferroviario.

De manera similar que en la metodología de vialidad interurbana, en este caso se propone estimar los accidentes con bases a tasas de accidentabilidad y al flujo en los ejes en estudio, para posteriormente estimar los costos de accidentes. Para ello se utilizan las tasas de accidentabilidad y los costos de accidentes determinados en el estudio de SECTRA (2007).

La diferencia entre la metodología de vialidad interurbana y la ferroviaria, es que esta última incluye la estimación de los costos de accidentes ferroviarios. Para ello, distingue en dos tipos de accidentes ferroviarios:

- Atropellos.
- Colisiones con vehículos viales en cruces a nivel.

Establece los costos sociales asociados a los accidentes en cruces, considerando:

- Daños a vehículos, distinguiendo entre vehículos livianos y vehículos pesados.
- Daño a equipos ferroviarios.
- Daño a infraestructura y despeje de vía.

En líneas generales, la metodología para la estimación de los costos de accidentes ferroviarios es similar al caso vial. En este caso, a diferencia del caso vial, en que se utilizan tasas de accidentes definidas con anterioridad, se determinan las tasas de accidentes en la situación base utilizando estadísticas existentes sobre accidentes en el tramo de vía correspondiente.

Para el caso de la situación con proyecto, la tasa de accidentes se determina considerando la información existente para un tramo de vía de características similares a la situación con proyecto y con un flujo vehicular similar.

l. Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria (MDS, 2014)

En esta metodología no se considera la estimación de beneficios por accidentes. La única mención que se hace en el documento es sobre las estadísticas de accidentes

de transporte aéreo. Al respecto, se menciona que la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC) tiene información estadística sobre accidentes de transporte aéreo, entendiendo como accidente un evento en que se producen muertes o heridos graves, o daños en la infraestructura de una aeronave. La información está clasificada por:

- Tipo de aviación (comercial, fiscal, particular, deportivo).
- Causa.
- Tipo de aeronave.

En este caso es recomendable considerar la disminución de accidentes viales que puede generar un proyecto aeroportuario, en la medida que su implementación implique una disminución de los flujos vehiculares en las rutas terrestres que compitan con las rutas aéreas que utilicen el proyecto. Esto puede ser particularmente relevante en el caso de proyectos de nuevos aeropuertos o habilitación de infraestructura existente para la operación de nuevas rutas aéreas comerciales.

m. Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Pequeños Aeródromos (MDS-2, 2013)

Este documento la metodología de evaluación social de iniciativas de inversión en pequeños aeródromos fiscales. En general, este tipo de infraestructura se emplaza en zonas aisladas, con baja accesibilidad. En esta metodología se reconocen tres tipos de proyectos:

- Construcción de pequeños aeródromos.
- Mejoramiento y ampliación.
- Conservación.

Dentro de la metodología no se consideran beneficios por reducción de accidentes ni análisis de los accidentes en el área de influencia del proyecto para el caso del diagnóstico.

Es recomendable que en el caso de los proyectos de construcción se consideren beneficios por reducción de accidentes, especialmente en los casos que el proyecto tenga impacto en los flujos vehiculares en rutas terrestres, donde una disminución del flujo por la implementación de un aeródromo se puede traducir en una disminución de los accidentes.

n. Instructivo Metodológico para Implementar Puntos de Posada para Emergencias y Desastres (MDS-3, 2016)

En este documento se definen los lineamientos generales para la evaluación de puntos de posadas para aeronaves, para la atención de situaciones de catástrofes.

La metodología es del tipo costo-eficiencia, en que el indicador de rentabilidad es el valor actual de los costos (VAC).

Dado el tipo de proyecto, que es para atender situaciones puntuales y circunstanciales, no se considera necesario la inclusión de beneficios por reducción de accidentes ni un análisis acabado de diagnóstico sobre la accidentabilidad en la zona en que se inserta el proyecto.

1.2. Estimación de costos de lesiones por accidentes de tránsito

Con respecto a la estimación de costos de lesiones por accidentes de tránsito, esta se resume en dos estudios realizados por la Secretaría de Planificación en Transportes (SECTRA); el primero de ellos es el estudio "Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas" (2007), en donde, en el capítulo 8, se realiza una discusión sobre lo que involucra los costos por lesiones en accidentes de tránsito y se realiza una estimación de los costos sociales que involucran este tipo de lesiones. El otro antecedente es el estudio "Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos" (2014), en el que se hace una actualización del costo por lesiones. Para efectos de la discusión metodológica, el principal antecedente es el estudio de SECTRA (2007).

De acuerdo con SECTRA (2007) los costos por lesiones reconocen tres componentes:

- Costos directos: incluye costos médicos, daños a la propiedad, costos administrativos, juzgados y policías, entre otros. Corresponden a costos objetivos que pueden ser estimados mediante un proceso de recolección de información.
- Costos indirectos: incluye costos por pérdida de productividad asociada a las víctimas. Se estiman mediante un enfoque de capital humano, calculando el valor presente de los ingresos monetarios esperados en el caso que no existiera pérdida de capacidad productiva producto de las lesiones.
- Costo humano o valor intrínseco del riesgo: incluye aspectos como la valorización de la pérdida de calidad de vida, dolor y pena de familiares y amigos de la víctima, y pérdida intrínseca del goce de la vida, entre otros aspectos. Estos costos en general son estimados mediante métodos de preferencias declaradas, valoración contingente, u otros métodos de disposición a pagar.

En la práctica, para la estimación del costo de lesiones por accidentes, en Chile se consideran los siguientes ítems asociados a los costos directos de accidentes:

- Tratamiento de lesionados: involucra los costos de urgencia y hospitalarios, de rehabilitación del lesionado, y pérdida de productividad por ausentismo laboral.

- Gastos administrativos: incluye costos de juzgados, compañías de seguros y policías.

Los costos indirectos por pérdida de capital humano se consideran solo en el caso de fallecidos, mientras que el valor intrínseco del riesgo no se considera en la estimación.

En cuanto a la categorización de las lesiones, se reconocen los siguientes tipos:

- Fallecimiento.
- Lesiones graves.
- Lesiones menos graves.
- Lesiones leves.

En el cuadro siguiente se presentan los costos estimados en el estudio de SECTRA (2014) para las lesiones por accidentes de tránsito, siendo el valor más actualizado que se encuentra en la literatura para el caso chileno.

Tabla 9. Costos Asociados a Lesiones por Accidentes de Tránsito (UF)

componente	Fallecimiento	Tipo lesión Grave	Menos grave	Leve
Tratamiento	15,82	87,33	11,67	3,93
Gastos administrativos	95,42	53,63	27,64	26,51
Capital humano	4.383,20	-	-	-
Total	4.494,44	140,96	39,31	30,44

Fuente: Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos, SECTRA (2014)

Se observa que el costo de los lesionados, en el caso grave, alcanza un poco más del 3% del costo de un fallecido, mientras que en el resto de los casos no llega a un 1%. Esta amplia diferencia se explica porque en el caso de las lesiones no se considera la pérdida de capital humano, a diferencia de los casos fatales.

1.3. Conclusiones del Análisis de Metodologías

En términos generales, al realizar una lectura transversal de las diferentes documentos metodológicos se observa que, en términos de tratamiento de accidentes, no hay una total consistencia ni coherencia entre las diferentes metodologías asociadas al sector transporte en el Sistema Nacional de Inversiones.

En primer lugar, los estudios en que se sientan las bases para la definición de metodologías de estimación de beneficios por reducción de accidentes en el caso interurbano (SECTRA,2007) y urbano (SECTRA 2014), recomiendan el uso de modelos estocásticos de predicción de accidentes en combinación con información histórica para la estimación y predicción de accidentes en función del flujo vehicular. Sin embargo, el enfoque utilizado en la práctica es el de tasas promedio.

Otro tema es la estimación del valor de la vida. En ambos documentos citados en el párrafo anterior se utiliza un enfoque de capital humano para el caso de fallecimiento, considerando la productividad perdida por muerte de una persona, mientras que el enfoque actual es de Valor de la Vida Estadístico.

Un tercer punto es que se aprecia que en el caso interurbano se ha explicitado la metodología de estimación de beneficios (MDS, 2017), explicitando el uso de tasas

promedio, mientras que para el caso urbano (MDS-SECTRA 2013) el tratamiento de la reducción de accidentes es genérico, sin recomendar un enfoque de manera explícita.

Dentro de un mismo sector se aprecia un tratamiento diferente de los accidentes según el nivel de complejidad o relevancia del proyecto. En el caso urbano, mientras que en la metodología para proyectos estructurales (MDS-SECTRA 2013) se considera un tratamiento de accidentes, tanto en el diagnóstico como en la estimación de beneficios, en el caso de Vialidad Intermedia (MDS-2, 2017) el tema de accidentes no se menciona, así como tampoco existe en la metodología de proyectos de vialidad local (MDS-2, 2016). En los proyectos interurbanos ocurre algo similar, mientras que la metodología interurbana (MDS 2017) hace un desarrollo detallado de como estimar beneficios por reducción de accidentes, la metodología para caminos de bajo estándar no considera el análisis de accidentes en el diagnóstico ni en la estimación de beneficios.

Otro tema a levantar es que existe una metodología que apunta a la estimación de beneficios de reducción de accidentes por la implementación de medidas específicas para el caso interurbano (MDS, 2013), pero que no exista una metodología similar para el caso urbano, siendo que el estudio de SECTRA (2014) levantó la información para implementarla.

Al comparar metodologías por modos, también se observan ciertas inconsistencias. Mientras que en los proyectos viales se utilizan tasas promedio por macrozona geográfica, en la metodología ferroviaria se utilizan tasas específicas estimadas por proyecto. En este sentido, es recomendable utilizar tasas específicas, en la medida que la información para el sector en que se emplaza el proyecto cuente con información histórica.

La revisión y análisis de los antecedentes metodológicos se sintetiza en los siguientes puntos:

- Tanto en el estudio de accidentabilidad interurbana (SECTRA, 2007) como urbana (SECTRA, 2014) se recomienda el uso de modelos econométricos para la estimación de la cantidad de accidentes, complementado con información histórica de accidentes, cuando esta última exista, por sobre el uso de tasas de accidentabilidad promedio, esto porque la relación entre accidentes y flujos vehiculares es no lineal. Sin embargo, la práctica actual en Chile, es utilizar tasas de accidentes para la estimación de beneficios por reducción de accidentes, asociadas a características de la vía y a la zona geográfica; el problema del uso de tasas es que, en el caso de flujos bajos, se está subestimando o, en el caso de flujos vehiculares altos, sobrestimando los accidentes asociados a la situación base o con proyecto; además, el uso de tasas promedio no recoge las características particulares de un proyecto, un diseño geométrico y/o de una zona específica (por ejemplo, dentro de una misma macrozona, la accidentabilidad en la zona cordillerana no debiera ser la misma que en la costa o en la depresión intermedia.
  En este sentido, es recomendable avanzar hacia el establecimiento de modelos econométricos predictivos de accidentes, recogiendo las características particulares de cada modelo. Se debe analizar a futuro la realización de estudios y/o investigaciones para estimar los parámetros asociados a este tipo de

modelos. Como punto de partida, en el estudio de SECTRA (2014) se estiman parámetros para el caso urbano.

- En lo que respecta a la evaluación de obras viales específicas, los estudios SECTRA (2014) (caso urbano) y MDS (2013) (caso interurbano) establecen los porcentajes de reducción de accidentes de cada una de este tipo de medidas , en base a la experiencia internacional. En este sentido, es recomendable actualizar los porcentajes de reducción de accidentes recogiendo información del impacto de la implementación de este tipo de medidas para el caso chileno.
  Para ello, se puede realizar una evaluación ex post de estas medidas, mediante información existente en el Ministerio de Obras Públicas (MOP) (por ejemplo, en infraestructura concesionada) u otros organismos, o información histórica de accidentes (SIEC-2) y flujo vehicular (MOP). Otra opción es realizar un análisis comparado entre un sector con una medida especifica implementada con otro sector de similares características (zona geográfica, TMDA, flujo peatonal).
  Sin perjuicio de lo anterior, se pueden actualizar los porcentajes de reducción de accidentes con información de experiencia internacional más reciente.

- Sin perjuicio de lo expuesto en el primer punto, para el caso actual de la evaluación de proyectos viales interurbanos, la metodología para la estimación de beneficios por reducción de accidentes se basa en un enfoque de uso de tasas por tipo de infraestructura y macrozona; este enfoque se puede entender como una metodología "simplificada", la que puede utilizarse para el análisis de alternativas. Para la evaluación de la alternativa definitiva se pueden determinar tasas específicas para el sector en que se ubica el proyecto en base a mediciones de tránsito y el plan de censos de la Dirección de Vialidad, además de la información de la base SIEC-2 de Carabineros; en el caso que no se cuente con información de accidentes, se podrían utilizar las tasas definidas en la metodología de MDS.

- En la metodología de evaluación de obras anexas (MDS, 2013) se presentan metodologías para estimación de reducción de accidentes para varias medidas, considerando los beneficios asociados. Sin embargo, en el caso específico de las ciclovías, solo se consideran beneficios si en la estadística histórica se reportan fallecidos; al respecto, se considera apropiado que en el caso de las ciclovías se amplíe la consideración de los beneficios de manera similar que para las otras medidas.

- En algunas metodologías no se consideran los beneficios por reducción de accidentes, siendo que puede ser una fuente de beneficios. Es el caso de la metodología de vialidad intermedia y la metodología de caminos de bajo estándar (para proyectos específico).

- En el caso de los proyectos de ciclovías y ciclo-rutas, una de las justificaciones para el desarrollo de estos proyectos es la seguridad de los usuarios de ciclos, sin embargo en la metodología de planes maestros de ciclo-rutas no se consideran beneficios por disminución de accidentes. Actualmente, la base de

datos de accidentes SIEC-2 de Carabineros tiene datos que permiten contar con información histórica de accidentes que involucran ciclos, con lo que se pueden estimar los ahorros por reducción de accidentes.

- En el caso de los proyectos ferroviarios, uno de los problemas que se presenta con la metodología propuesta es el caso en que, para la situación con proyecto, no existan tramos con características similares al tramo en estudio. En este caso, se debiera contar con información histórica del impacto de la intervención específica en diferentes tramos de la red ferroviaria, de manera de poder utilizar un valor promedio de acuerdo a la dimensión del flujo vehicular (y/o peatonal) y el flujo ferroviario; este enfoque debiera utilizarse solo en el caso que no se pueda determinar la existencia de un tramo de similares características en que se haya implementado la intervención analizada.

- En el caso del transporte aéreo, la estadísticas de accidentes aéreos puede ser relevante para el análisis de proyectos viales y ferroviarios. Sin embargo, el último accidente importante de la aviación comercial en territorio nacional data del año 1968 de la ruta Puerto Montt – Coyhaique[16][17], por lo que su consideración es poco relevante, dado los estándares de seguridad de la aviación comercial. Donde sí puede ser relevante la consideración de los accidentes aéreos son en rutas a localidades aisladas o zonas extremas, donde este tipo de accidentes, si bien poco frecuentes, se presentan con mayor asiduidad.

- Sin perjuicio de lo anterior, dentro de la evaluación de proyectos aeroportuarios y de pequeños aeródromos se pueden incluir beneficios por reducción de accidentes viales, debido a que este tipo de proyectos tienen un impacto en los flujos vehiculares. La habilitación de aeropuertos y aeródromos para vuelos comerciales debieran producir una disminución en los flujos vehiculares por la infraestructura vial, con lo que también debiera producirse una disminución de la cantidad de accidentes.

En la Tabla 10 se presenta un resumen de la consideración de beneficios por accidentes para las metodologías de evaluación de proyectos de transportes que integran el Sistema Nacional de Inversiones.

Tabla 10. Resumen Análisis de Metodologías Sector Transporte del SNI

Metodología	Sigla	Considera accidentes			Recomendación general	otro
		enfoque	beneficios	diagnóstico		
Metodología para la Valoración de Beneficios de	MDS, 2013	Genérico Con tasa de reducción de	sí	Sí	Actualizar tasas de reducción de accidentes por medida	

[16] https://www.lanacion.cl/los-accidentes-aereos-mas-tragicos-en-la-historia-de-chile/
[17] No se considera el accidente aéreo en la ruta Santiago Montevideo de 1972, por ser en una ruta internacional.

Metodología	Sigla	Considera accidentes			Recomendación general	otro
		enfoque	beneficios	diagnóstico		
Obras Anexas en Proyectos de Vialidad Interurbana		accidentes por tipo de proyecto				
Metodología Simplificada de Beneficios Sociales por Disminución de Accidentes en Proyectos de Vialidad Interurbana	MDS-2, 2013	Tasas promedio	Sí	Sí	Actualizar tasas promedio	
Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano	MDS, 2017	Tasas promedio	sí	Sí	Actualizar tasas promedio Considerar tasas por etapa de ciclo de vida Considerar modelos econométricos	
Metodología de Evaluación de Proyectos de Caminos de Bajo Estándar	MIDEPLAN, 1996	-	no	no	Considerar reducción de accidentes para proyectos de mejoramiento de infraestructura existente o proyectos que se insertan en una red existente	
Manual de Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana	MDS-SECTRA, 2013	genérico	sí	Sí	Implementar de manera concreta la reducción de accidentes por etapa del ciclo de vida Considerar modelos econométricos	
Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Intermedia	MDS-2, 2017	-	no	no	Incluir diagnóstico y beneficios por accidentes	
Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Local	MDS-2, 2016	-	no	no	Por el tipo de proyectos, no considerar accidentes	
Metodología para la Formulación y Evaluación de Planes Maestros de Ciclo-Rutas	MDS-3, 2013	-	no	no	Considerar diagnóstico y beneficios por accidentes	Considera accidentes para la selección de ejes

Metodología	Sigla	Considera accidentes			Recomendación general	otro
		enfoque	beneficios	diagnóstico		
						para el plan
Metodología para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Transporte Ferroviario	MDS, 2016	genérico	sí	sí	Utilizar modelos econométricos	
Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria	MDS, 2014	-	no	no	Incluir diagnóstico y beneficios de accidentes viales, especialmente en proyectos que permitan la habilitación de nuevas rutas	
Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Pequeños Aeródromos	MDS-4, 2013	-	no	no	Incluir diagnóstico y beneficios de accidentes viales, especialmente en proyectos que permitan la habilitación de nuevas rutas	
Instructivo Metodológico para Implementar Puntos de Posada para Emergencias y Desastres	MDS-3, 2016	-	no	no	Por el tipo de proyectos, no considerar accidentes (no es relvante)	

Fuente: elaboración propia.

2. Identificación y análisis de las fuentes de información secundaria existentes

Las principales fuentes de información de accidentes viales consultadas son:

- Estadísticas de accidentes de Carabineros de Chile: la unidad OS2 de Carabineros administra el sistema de información de accidentes de tránsito (SIEC2).
- Boletines de la Asociación de Aseguradoras de Chile A.G.
- Estadísticas de fallecimiento del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud.

De un análisis preliminar se descartó la información de la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET), ya que estas estadísticas son generadas con información procesada desde la base de Carabineros, por lo que no aporta nueva información.

2.1. Información de Carabineros de Chile

La principal fuente de información sobre accidentes en Chile corresponde a la información estadística que maneja Carabineros de Chile. Esta información es pública y descargable en el sitio web de la institución[18]. Carabineros de Chile, por medio de la unidad OS2, administra un sistema de información, denominado SIEC2, en donde se registran los accidentes de tránsito con sus principales características. De este sistema se derivan tres bases de datos:

- Siniestros viales según tipo de accidente.
- Siniestros viales según personas involucradas.
- Siniestros viales según tipo de vehículo involucrado.

En las tres bases los accidentes tienen un código identificador (ID) que permite generar relaciones entre ellas. Los elementos comunes a las tres bases son:

- Fecha del siniestro.
- Hora de ocurrencia.
- Comuna y región.

Entre estas, la más relevante es la de tipo de accidentes, por la información detallada que contiene. Esta base, además de la información común, contiene la siguiente información:

- Tipo de accidente, clasificados en:
  - Atropello
  - Caída
  - Choque

[18] https://www.carabineros.cl/transparencia/tproactiva/rpro_os2.html

    - Colisión
    - Volcadura
    - Otros
- Causa del accidente
- Cantidad de involucrados, categorizados en:
    - Muertos
    - Lesionado grave
    - Lesionado menos grave
    - Leve
    - Ileso
- Zona del accidente (urbano o rural).
- Localización.

En lo que se refiere a la base de datos de tipo de personas, ésta contiene, además de los datos comunes, la siguiente información:

- Calidad de la persona (conductor, pasajero, peatón)
- Género
- Edad
- Tipo de lesión

La base de daros de vehículos, además de la información común, contiene lo siguiente:

- Tipo de vehículo
- Tipo de servicio (particular, transporte público)

Las ventajas de la base de datos de Carabineros están en su riqueza y completitud de la información, pudiendo establecerse las causas de un siniestro vial, características del siniestro y de las personas involucradas, entre otros. Además, al ser público y de fácil acceso, facilita análisis y clasificaciones de accidentes.

No obstante, esta fuente también tiene algunos problemas, dentro de los cuales se destaca:

- Sobre la clasificación del tipo de lesión de los involucrados, ya que se registra el estado al momento del accidente, no existiendo un seguimiento posterior al estado de los involucrados, más allá de 24 horas. Esto hace prever una subestimación en el número de muertes producto de un accidente.
- Existe un subreporte en la cantidad de accidentes, ya que la mayoría de los accidentes sin lesionados no son reportados en la base SIEC-2.
- Sobre la localización de accidentes:
    - La localización no es exacta y no está georreferenciada, además de responder al criterio de la persona que realiza la constancia del accidente, por lo que muchas veces se anotan ubicaciones aproximadas.
    - Existe una proporción de accidentes sin información de localización, lo que no permite su georreferenciación.
- La base no registra la relación entre vehículos y sus ocupantes, por lo que no es posible identificar en qué vehículo se encontraba cada lesionado.
- Varios de los campos de la base de datos suelen estar incompletos o vacíos, especialmente en accidentes en localidades pequeñas.

- Existen accidentes que están reportados con más de un registro.

Sin perjuicio de lo anterior, la base de datos de Carabineros es la fuente más completa y confiable que existe.

2.2. Boletines Estadísticos de la Asociación de Aseguradores de Chile A.G.

La Asociación de Aseguradores de Chile es una entidad gremial que reúne a las compañías de seguros que operan en el país. Anualmente emiten boletines estadísticos sobre los diferentes seguros que se comercializan en Chile. En particular, para el cumplimiento de los objetivos del presente estudio interesan dos tipos de seguros:

- Seguros voluntarios de vehículos.
- Seguros obligatorios de accidentes personales (SOAP).

Con respecto al seguro voluntario de vehículos, en el boletín se puede encontrar la siguiente información:

- Número de siniestros anuales.
- Costo directo de siniestros.
- Costo directo promedio de siniestros.

Los siniestros incluyen accidentes de tránsito, robos y hurtos de vehículos. En lo que se refiere al costo directo, incluye todos los pagos que tiene que hacer la aseguradora, lo que incluye daños al vehículo y costos de responsabilidad civil.

Al tratarse de un seguro voluntario, no se puede obtener información sobre el número de accidentes, pero si se puede obtener información sobre los costos de los accidentes. Esta información de costos debe tratarse con cuidado debido a:

- El costo del accidente puede tener un sesgo por nivel de ingresos, dado que las personas de menores ingresos tienden a no contratar un seguro para su vehículo.
- En la información no se encuentra un detalle de los costos, por lo que el costo promedio es un costo agregado que incluye los de responsabilidad civil.
- La información no se encuentra desagregada por tipo de siniestro, por lo que se mezcla información de accidentes con la de robos y hurtos.

En lo que respecta al SOAP, la información que se puede encontrar en el boletín es la siguiente:

- Número de siniestros anuales.
- Costo directo de siniestros.
- Costo directo promedio de siniestros.

A diferencia del seguro voluntario, en el caso del SOAP los siniestros son solo accidentes de tránsito en que se ve involucrado un tercero. En lo que se refiere al costo directo, solo considera el daño a personas involucradas y no el daño producido a los vehículos.

En resumen, en el caso de la información de la Asociación de Aseguradoras, lo que puede ser de utilidad para este estudio es la información de los seguros voluntarios de

vehículos, pero se debe tener en consideración las limitantes de esta información por el nivel de agregación que tiene.

2.3. Base de Datos de Fallecimientos del DEIS

EL DEIS genera una base de datos de los fallecimientos del país, reportando sus causas. Esto permite identificar las causas primarias y secundarias de la muerte, lo que permite obtener información sobre los fallecidos en accidentes de tránsito.

Dentro de la información de la base de datos se puede destacar:

- Fecha defunción.
- Edad del paciente.
- Comuna de residencia.
- Información general sobre las causas de fallecimiento.
- Lugar de fallecimiento (casa, hospital u otro).

Lo relevante de esta información es que permite determinar que la base de datos de Carabineros (SIEC-2) subreporta los fallecimientos, debido a que hace un seguimiento a los lesionados que no supera las 24 horas. En ese sentido, la base del DEIS hace el seguimiento completo a los lesionados, por lo que reporta más fallecidos que la base SIEC-2, lo que permitiría estimar factores de corrección para esta última.

3. Caracterización de la Seguridad Vial en Chile

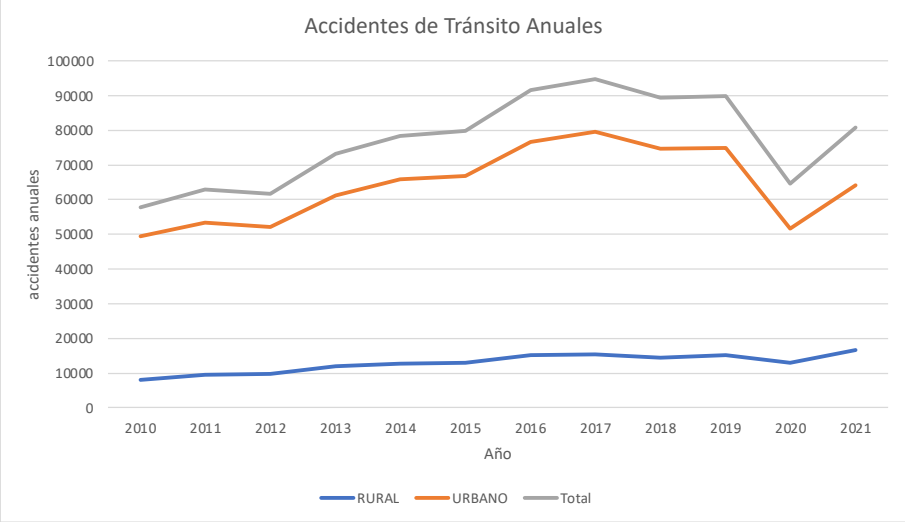
A continuación, se presenta una caracterización de la situación de seguridad vial en Chile, la que fue construida a partir de las estadísticas recopiladas, en particular con la información de la base de datos de Carabineros de Chile.

Además, se hace un análisis comparativo de las estadísticas de fallecimiento de las bases de datos SIEC2 y del DEIS, de manera de poder determinar un factor de corrección del número de fallecimientos reportados por Carabineros.

General

Considerando el período entre 2016 y 2019, los últimos cuatro años prepandemia, en Chile ocurren en promedio aproximadamente 91.500 accidentes de tránsito, de los cuales entre un 80% y 85% ocurren en zonas urbanas.

Figura 1. Evolución accidentes de tránsito en Chile



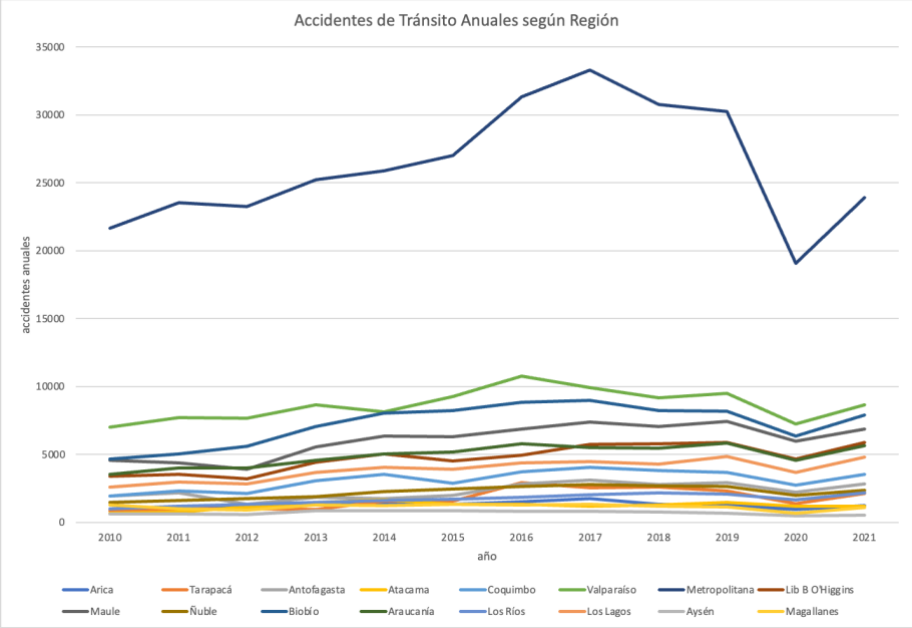
Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl

Sobre la evolución en el tiempo, se aprecia un crecimiento entre 2010 y 2015, con un salto importante entre 2015 y 2016, para mantenerse dentro de un margen entre 90 mil y 95 mil siniestros anuales. En los dos últimos años se aprecia una caída en los años 2020 y 2021, producto de las restricciones de movilidad derivadas del control de la pandemia, impulsado principalmente por los accidentes en zonas urbanas.

En lo que respecta a los accidentes en zonas urbanas, su evolución tiene un comportamiento similar al total nacional. Por otra parte, los accidentes en zonas rurales han tenido un crecimiento sostenido entre 2010 y 2021, salvo una caída en el 2020.

En cuanto a la distribución de accidentes por región, la Metropolitana concentra la mayor cantidad de accidentes, representando un poco más de un tercio del total nacional. Le siguen las regiones de Valparaíso y del Biobío, con lo que las tres regiones con mayor cantidad de siniestros viales son también las de mayor población.

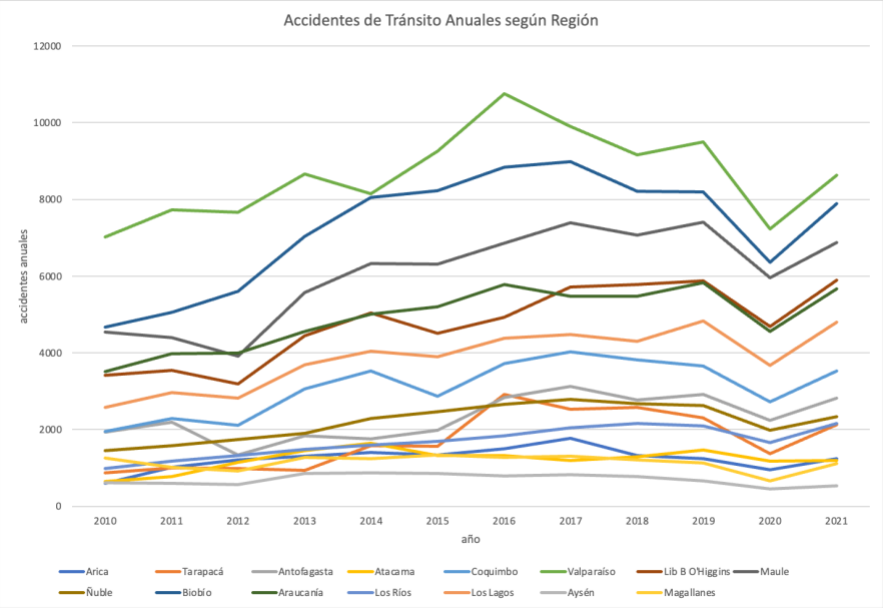
Figura 2. Evolución accidentes de tránsito en Chile por Región



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl

En general, se observa que el orden de las regiones según cantidad de accidentes viales es similar al orden según población. Dado ello, se hizo el ejercicio de calcular para cada región una tasa de accidentes por población (accidentes/mil habitantes) y por parque vehicular (accidentes/mil vehículos motorizados).

Figura 3. Evolución accidentes de tránsito en Chile por Región, excluyendo la Región Metropolitana



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl

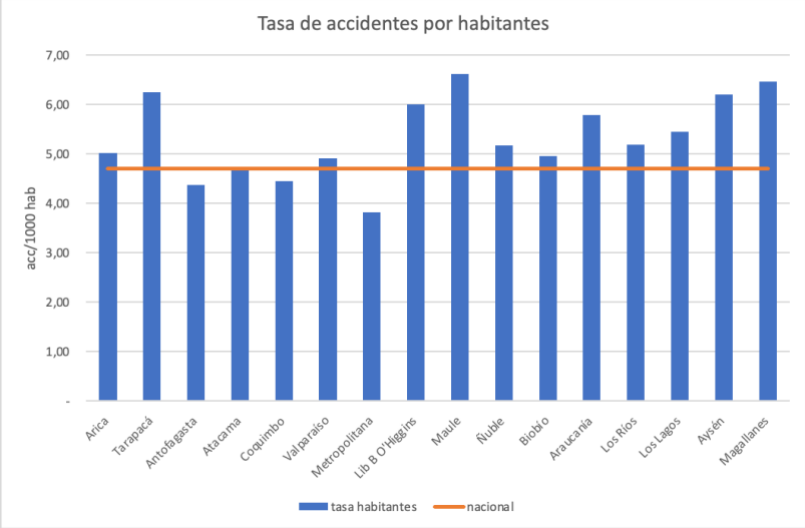
Tabla 11. Tasa de Accidentes por Habitantes por Región (acc/1000 hab)

año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Arica	2,78	4,66	5,44	5,82	6,17	5,82	6,40	7,47	5,44	5,02	3,80	4,89
Tarapacá	2,96	3,32	3,19	2,96	4,91	4,77	8,70	7,39	7,27	6,25	3,58	5,46
Antofagasta	3,45	3,83	2,32	3,13	2,96	3,29	4,61	5,01	4,29	4,37	3,23	4,01
Atacama	2,27	2,66	3,94	4,91	5,52	4,43	4,38	3,91	4,18	4,73	3,73	3,79
Coquimbo	2,75	3,19	2,88	4,13	4,67	3,73	4,77	5,08	4,73	4,45	3,26	4,15
Valparaíso	4,02	4,37	4,29	4,80	4,46	5,02	5,77	5,25	4,79	4,90	3,69	4,36
Metropolitana	3,14	3,37	3,29	3,54	3,59	3,71	4,25	4,44	3,99	3,82	2,34	2,90
Lib B. O'Higgins	3,86	3,97	3,54	4,87	5,47	4,84	5,23	6,00	5,98	6,01	4,72	5,88
Maule	4,48	4,28	3,79	5,33	5,99	5,91	6,36	6,76	6,39	6,62	5,26	6,02
Ñuble	3,05	3,30	3,59	3,90	4,66	5,01	5,35	5,56	5,30	5,17	3,87	4,54
Biobío	2,98	3,21	3,53	4,41	5,01	5,09	5,43	5,50	4,99	4,95	3,82	4,73
Araucanía	3,70	4,17	4,15	4,70	5,14	5,29	5,84	5,51	5,47	5,78	4,49	5,55
Los Ríos	2,60	3,07	3,42	3,81	4,09	4,31	4,64	5,13	5,39	5,18	4,08	5,32
Los Lagos	3,16	3,59	3,38	4,38	4,77	4,56	5,07	5,15	4,91	5,46	4,12	5,35
Aysén	6,16	5,91	5,62	8,36	8,40	8,18	7,55	7,90	7,28	6,20	4,29	4,98
Magallanes	7,82	6,28	5,63	7,69	7,48	8,00	7,49	7,62	6,95	6,47	3,73	6,17
nacional	3,38	3,64	3,54	4,16	4,41	4,44	5,05	5,15	4,76	4,71	3,33	4,10

Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl y proyecciones de población del INE.

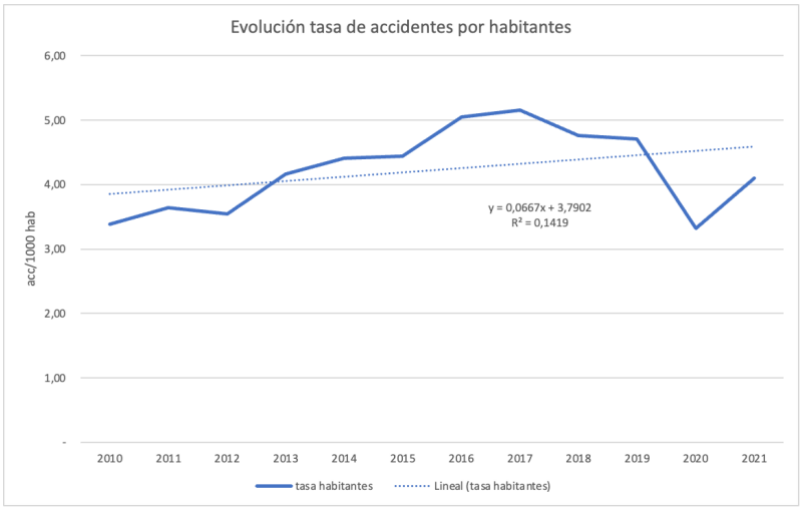
En cuanto a la tasa de accidentes por habitantes, en la Figura 4 se observa que los resultados son disímiles, con todas las regiones de las zonas centro sur, sur y austral por sobre la media nacional, al igual que algunas regiones del norte, donde se destacan las regiones de Tarapacá, Maule, Aysén y Magallanes, que son las con mayores tasas. Por otra parte, la región con menor tasa de accidentes por habitantes es la Metropolitana, lo que influye fuertemente en el promedio nacional. La elección del año 2019 es porque es el último año "normal" para el cual se tiene información completa, dado que los años siguientes están influidos por la menor movilidad producto de la pandemia.

Figura 4. Tasas de accidentes de tránsito según población por Región, año 2019



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl y proyecciones de población del INE.

Figura 5. Evolución tasa de accidentes de tránsito según población



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl y proyecciones de población del INE.

En lo que se refiere a la tasa de accidentes por vehículos, en la Figura 6 se observa que la mayoría de las regiones están en el entorno del promedio nacional. La región de la Araucanía es la que tiene una mayor tasa de accidentes por vehículo, muy por sobre la media nacional, seguida por las regiones de Los Ríos, El Maule y Libertador Bernardo O'Higgins; mientras que las regiones Metropolitana y de Arica y Parinacota muestran las menores tasas.

Al comparar la Figura 4 y Figura 6, se ve que las regiones de Tarapacá, Libertador Bernardo O'Higgins, Maule, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos presentas tasas mayores a la media en ambos gráficos. Por otra parte, las regiones Metropolitana y Coquimbo tienen tasas menores a la media en ambos gráficos.

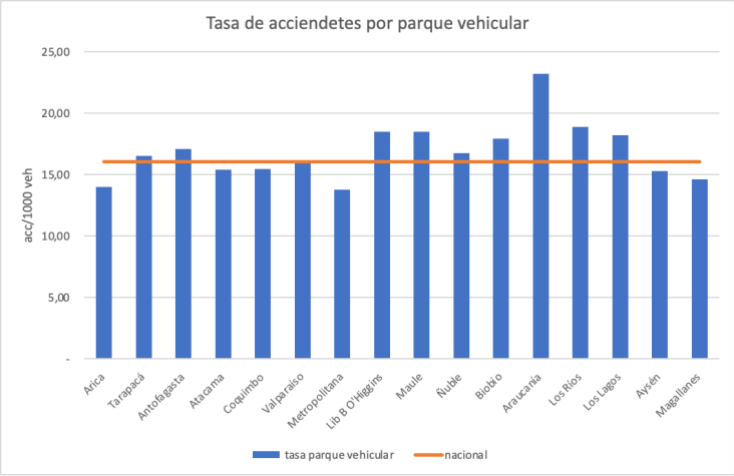
Estos resultado muestran que existe un comportamiento diferente de la siniestralidad vial según la región del país.

Tabla 12. Tasa de Accidentes por Vehículos por Región (acc/1000 veh)

año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Arica	12,07	19,14	20,43	20,37	20,76	18,77	19,92	22,26	15,45	14,02	11,88	13,42
Tarapacá	9,83	10,24	9,35	8,34	13,64	13,13	24,06	19,90	19,29	16,53	10,48	14,34
Antofagasta	15,67	17,41	9,02	11,34	10,89	12,21	17,40	19,43	16,52	17,10	13,23	16,56
Atacama	10,94	11,59	14,85	17,38	18,74	15,27	14,47	12,21	13,27	15,39	11,78	11,91
Coquimbo	15,44	16,17	13,30	17,55	18,77	14,64	18,32	19,13	16,93	15,45	11,47	13,84
Valparaíso	21,36	21,57	19,76	20,11	17,59	19,09	21,00	18,61	16,04	16,06	12,19	12,98
Metropolitana	15,64	15,78	14,55	14,87	14,16	14,39	16,16	16,55	14,47	13,76	8,88	10,65
Lib B. O'Higgins	19,05	18,34	14,99	20,13	21,21	17,93	18,36	19,77	18,95	18,48	14,39	15,67
Maule	20,80	18,63	15,36	20,39	21,33	20,24	20,98	21,11	18,60	18,50	14,23	15,34
Ñuble	18,51	18,54	18,44	18,36	20,33	20,58	20,85	20,67	18,80	16,73	12,30	13,29
Biobío	17,75	17,21	17,66	20,68	22,29	21,75	22,25	21,62	18,91	17,94	13,79	16,43
Araucanía	25,89	27,07	24,95	25,86	26,37	25,39	26,27	23,54	21,89	23,19	17,08	20,45
Los Ríos	17,64	19,30	19,92	20,53	20,67	20,44	20,62	21,61	21,09	18,91	14,17	17,46
Los Lagos	18,90	20,26	17,74	21,18	21,53	19,36	20,38	19,47	17,32	18,23	13,46	16,52
Aysén	29,26	26,19	17,76	30,65	28,08	25,80	21,19	20,31	18,83	15,32	11,00	11,17
Magallanes	25,69	19,70	17,47	21,70	20,27	21,20	18,92	18,40	16,09	14,59	9,22	13,40
nacional	17,50	17,59	15,90	17,58	17,56	17,19	18,90	18,68	16,59	16,07	11,57	13,50

Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl y proyecciones de población del INE.

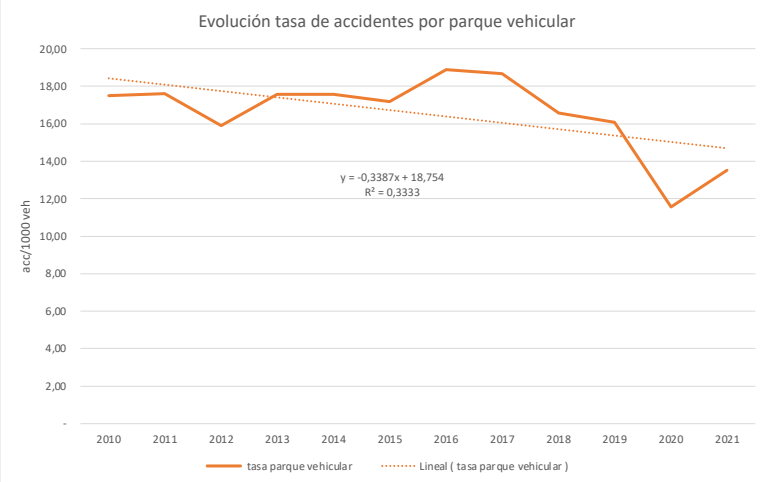
Figura 6. Tasas de accidentes de tránsito según parque vehicular por Región, año 2019



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl y proyecciones de población del INE.

En la Figura 5 se aprecia que la tasa de accidentes por habitante tiene una tendencia al alza, la que se ha atenuado en los últimos dos años debido a la pandemia. Por otra parte, en la Figura 7 se aprecia que la tasa de accidentes por habitantes está estabilizada entre 15,9 acc/1000 veh y 18,9 acc/1000 veh, sin embargo los dos últimos años hacen que la tendencia sea a la baja.

Figura 7. Evolución tasa de accidentes de tránsito según parque vehicular

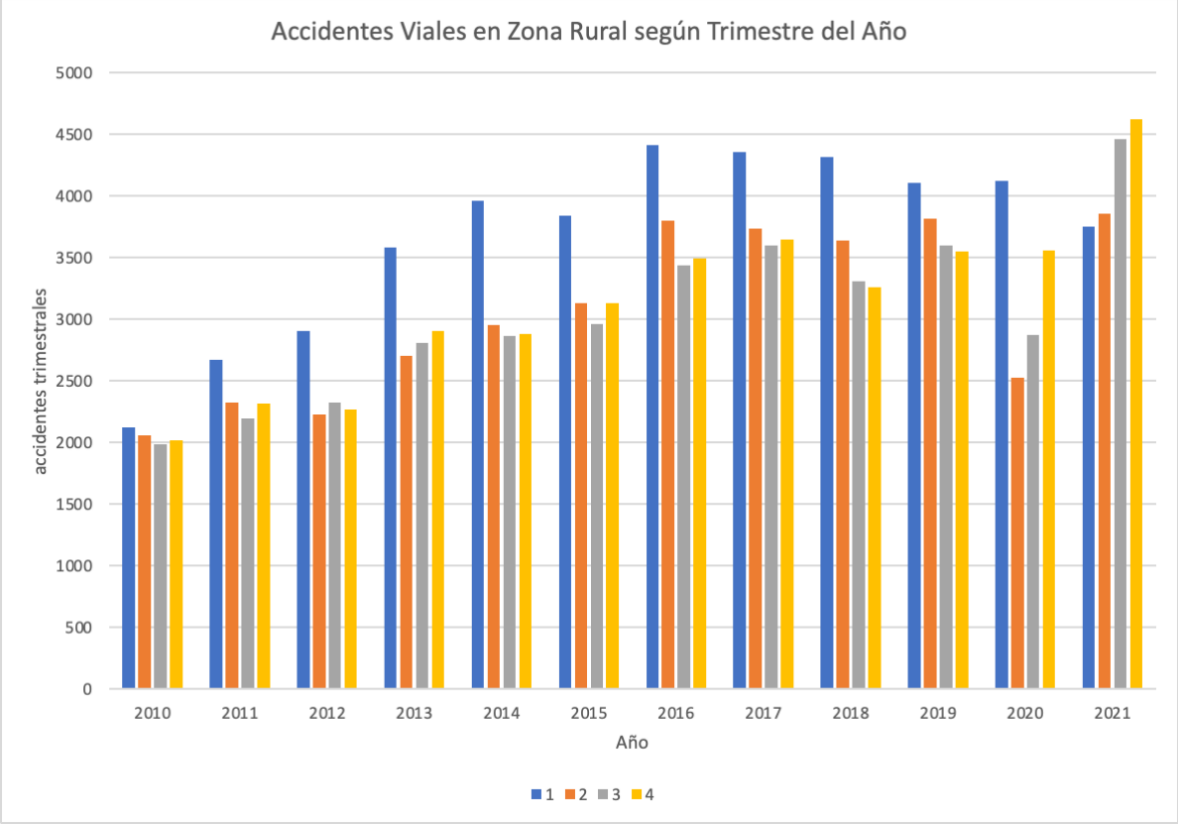


Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl y proyecciones de población del INE.

Accidentes en Zonas Rurales por Trimestre

Se realizó un análisis de la cantidad de accidentes por trimestre del año para el período para el cual se contaba con datos. Se observa que en primer semestre del año (enero a marzo) es el que presenta mayor cantidad de viajes, mientras que, en la mayoría de los años presentados, la cantidad de accidentes en los otros tres trimestres son similares. Este trimestre corresponde al período estival del año, por lo que se concluye que el comportamiento de la accidentabilidad en el período estival en zonas rurales, o zonas no urbanas, es más alto que en temporada normal.

Figura 5. Accidentes de tránsito en zonas rurales por trimestre



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl.

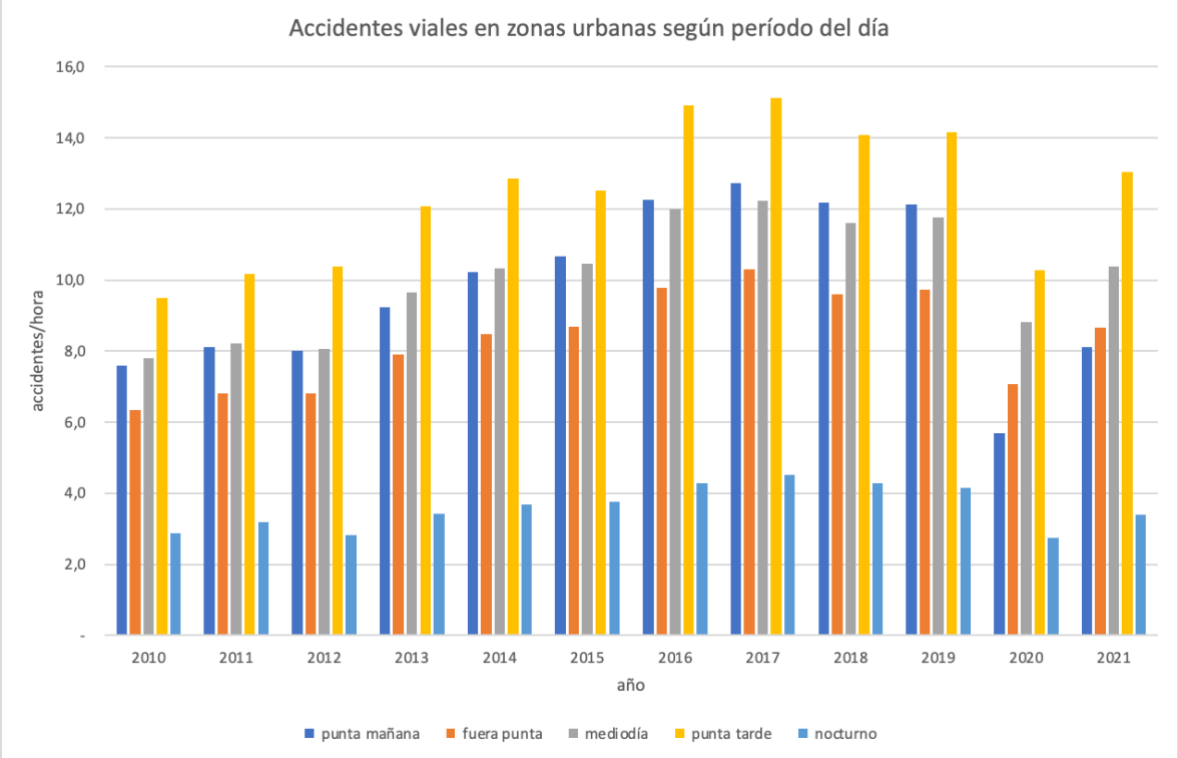
Accidentes en Zonas Urbanas por Período del Día

En el caso de la accidentabilidad en zonas urbanas, se realizó un análisis por período del día, entendiendo que durante el día existen diferentes comportamientos de los patrones de viaje según período.

Se observa que, en general, el período del día con mayor cantidad de accidentes por hora es la punta tarde, mientras que la punta mañana y punta mediodía tienen niveles similares de accidentes. El comportamiento de los años 2020 y 2021 es atípico, debido a las restricciones de movilidad producto de la pandemia

De este análisis se puede concluir que la siniestralidad vial en zonas urbanas se comporta diferente según el período del día.

Figura 6. Accidentes de tránsito en zonas urbanas por período del día

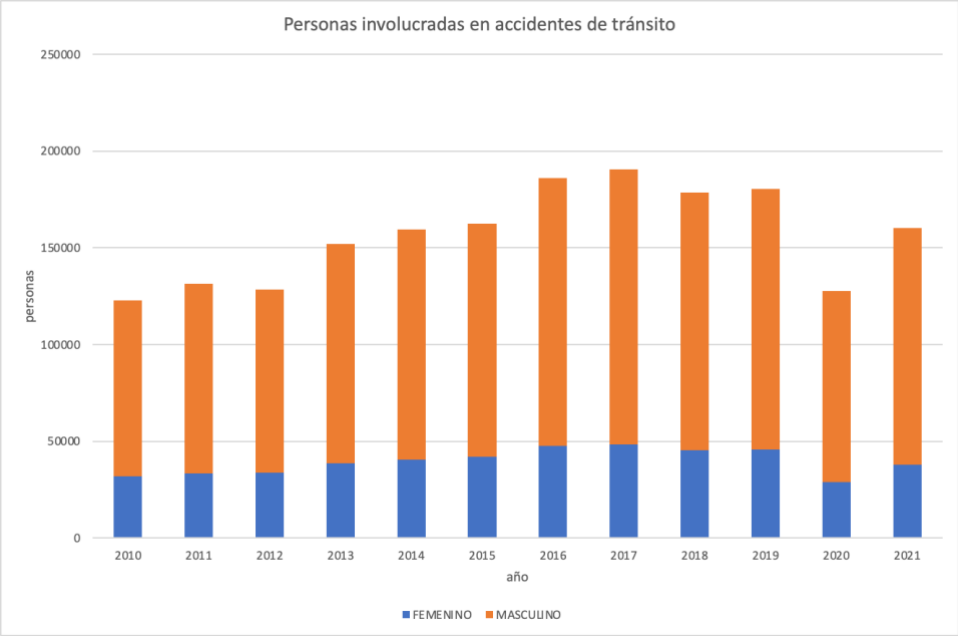


Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl.

Características de las personas involucradas en accidentes

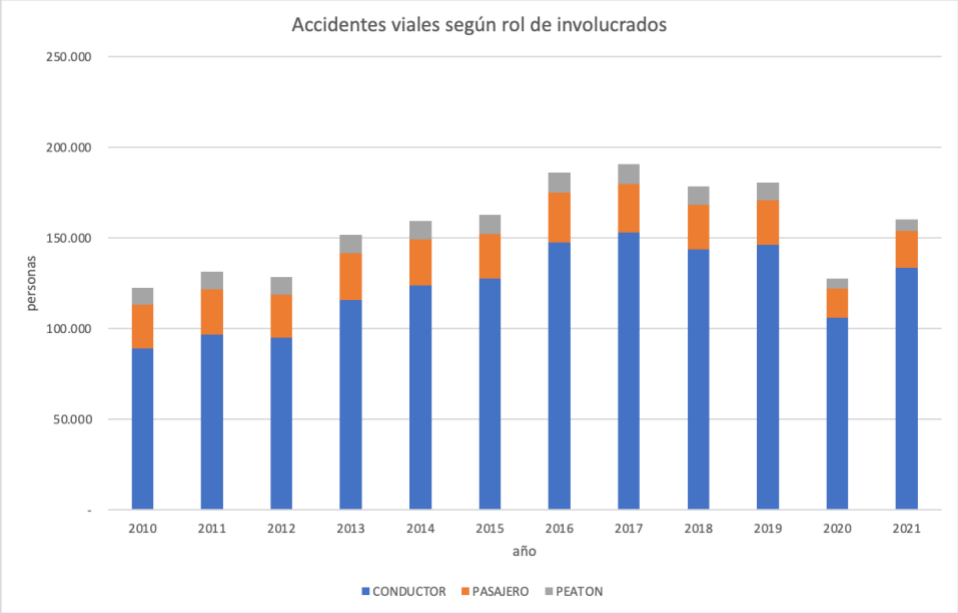
Con respectos a las personas involucrada en accidentes, se aprecia que el número de personas involucradas ha ido creciendo entre 2010 y 2015, para dar un salto el 2016, llegando a un máximo de un poco más de 190 mil personas en 2017. En los dos últimos años se produce una baja debido a los efectos de la pandemia. En cuanto a género, un poco menos del 75% de los involucrados son hombres.

Figura 8. Involucrados en accidentes viales según género



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl.

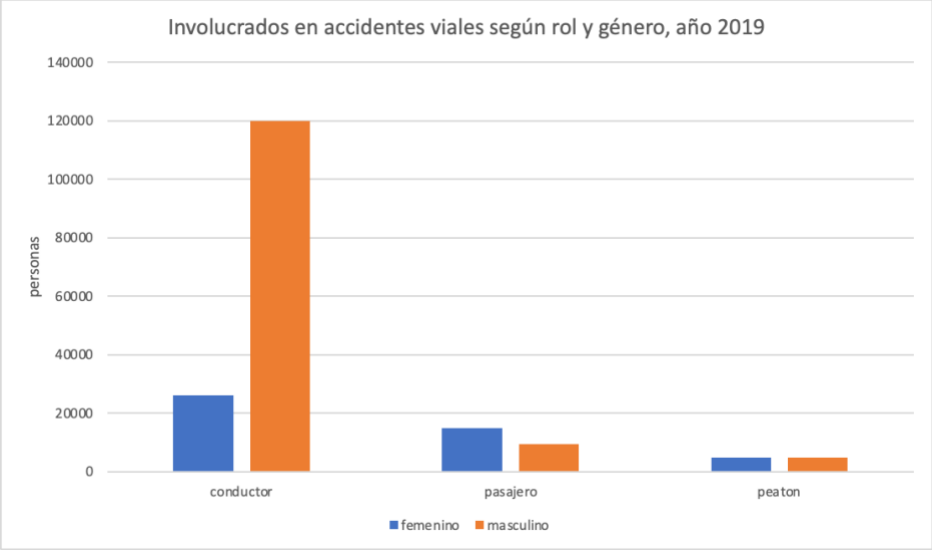
Figura 9. Involucrados en accidentes viales según rol



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl.

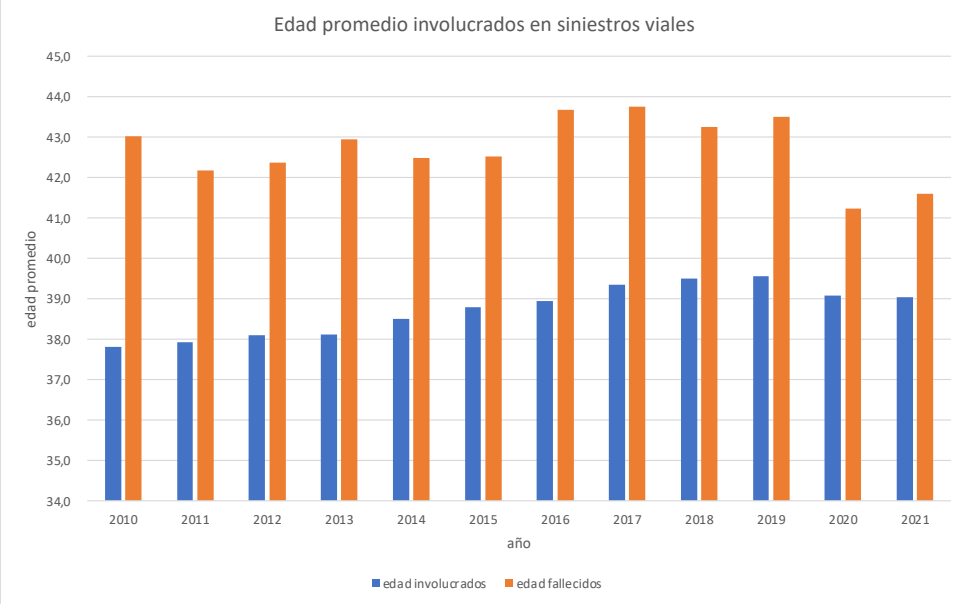
Al analizar el género de los involucrados en accidentes viales según su rol, ejemplificado en el año 2019, se observa que en el caso de los conductores cerca del 82% son hombres, mientras que en el caso de los pasajeros cerca del 60% son mujeres. Para los peatones la situación es más equilibrada, con un 50% de involucradas mujeres.

Figura 10. Involucrados en accidentes viales según rol y género



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl

Figura 11. Edad promedio involucrados en accidentes viales



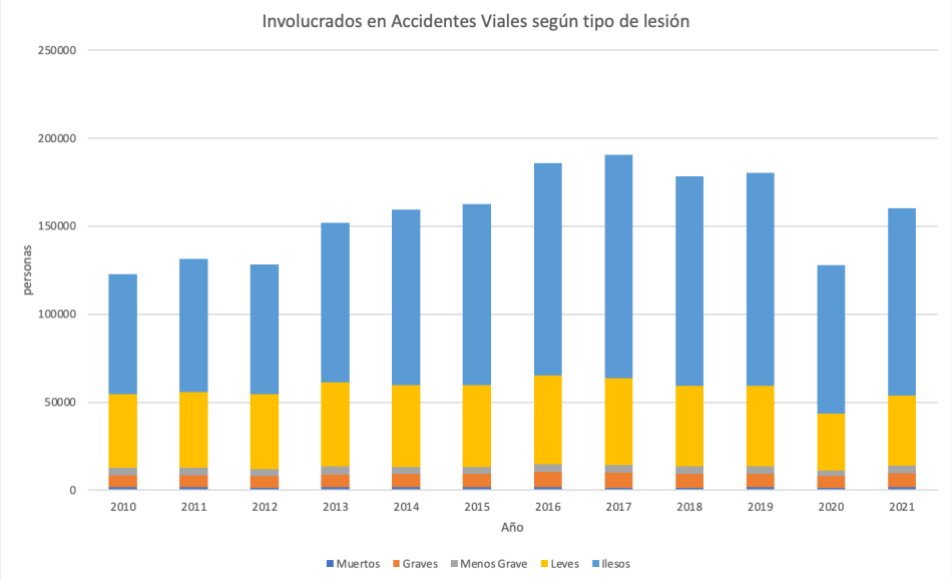
Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl

En cuanto a la edad promedio de los involucrados, esta es de alrededor de 38,7 años, pero en los últimos cinco años se eleva por sobre los 39 años. En el caso de los fallecidos en siniestros viales, la edad promedio es alrededor de 42,7 años, es decir cuatro años mayor.

Tipo de lesión en accidentes viales

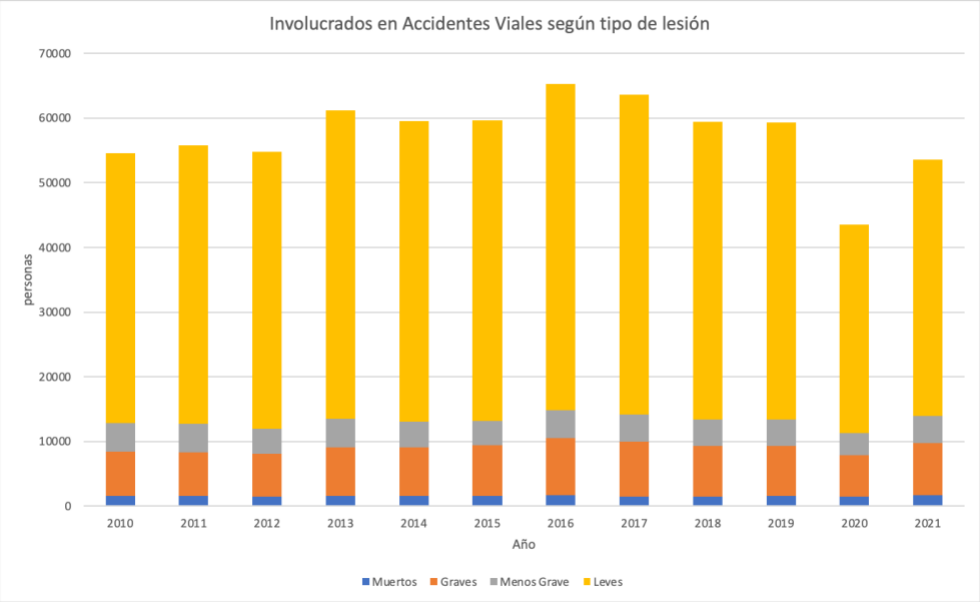
En lo que se refiere a la gravedad de lesiones que se producen en los involucrados en accidentes de tránsito, se observa que la mayoría, alrededor de un 63% resultan ilesos. Un poco más de un 8% resultan con lesiones con un mayor nivel de gravedad, mientras que, dentro de este grupo, alrededor de 1% del total de involucrados fallece en un accidente de tránsito.

Figura 12. Involucrados en Siniestros Viales según Tipo de Lesión



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl

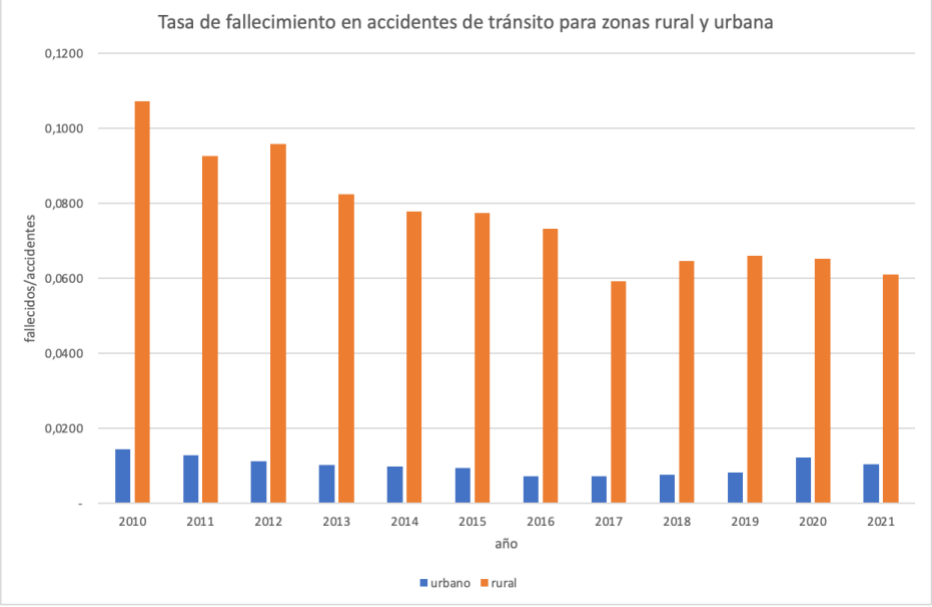
Figura 13. Involucrados en Siniestros Viales según Tipo de Lesión, sin considerar Ilesos



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl

Si se comparan las tasas de fallecimiento por accidente entre las zonas urbanas y rurales, en esta última la tasa es mucho más alta, moviéndose entre 7 a 9 veces la tasa de fallecimiento urbana. Esto se traduce en que los accidentes en áreas rurales son de una mayor gravedad que en las zonas urbanas.

Figura 14. Involucrados en Siniestros Viales según Tipo de Lesión, sin considerar Ilesos



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl

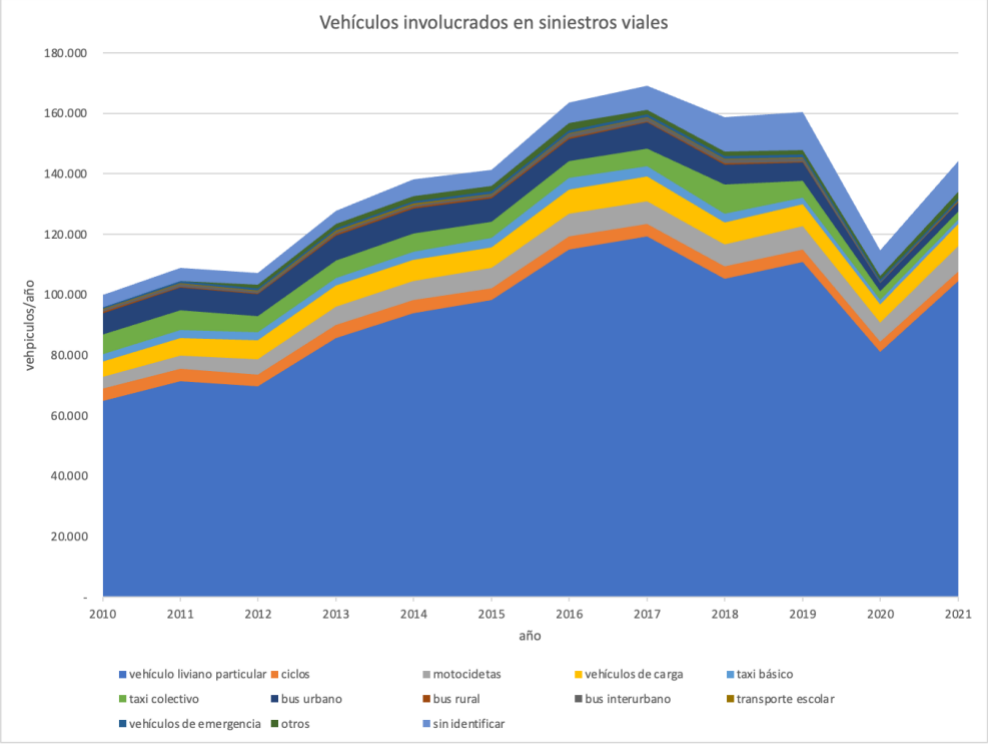
Características de los Vehículos involucrados en Siniestros Viales

En lo que se refiere a vehículos involucrados en accidentes, se aprecia que entre los años 2010 y 2017 tuvieron un sostenido crecimiento para posteriormente, en los años 2018 y 2019, estar en torno a 160 mil vehículos anuales. En el año 2020 tuvo una baja importante, asociada a la disminución de la movilidad por la pandemia.

En cuanto a la composición del parque involucrado en accidentes, en promedio un 68,5% corresponde a vehículos livianos particulares. Un 9,9% corresponde a vehículos de transporte público; dentro de este grupo, 4,9% corresponde a buses urbanos y 4,1% a taxi colectivos. El 5,2% corresponde al tipo "sin identificar", que corresponde a vehículos que se dieron a la fuga.

Un caso particular en el que hay que tener atención es la motocicleta, ya que la cantidad involucrada en accidentes viales ha experimentado un crecimiento sostenido en el período de análisis, incluso considerando el período en pandemia. Si bien el promedio de participación en el parque total de involucrados en siniestros viales es de 4,7%, esta participación tuvo un crecimiento sostenido desde el 3,8% en 2010 a un 5,8% el 2021. En la mayoría de los vehículos el peak de accidentes fue el año 2019, la excepción es la motocicleta que tuvo un peak de vehículos involucrados el 2021.

Figura 15. Vehículos Involucrados en Siniestros Viales



Fuente: elaboración propia en base a datos de www.carabineros.cl

Comparación de estadísticas de fallecimientos del OS2 de Carabineros y el DEIS

En la base de datos del DEIS existe un campo que permite identificar el lugar de fallecimiento de un individuo, identificándose tres posibles localizaciones:

- Casa habitación del individuo.
- Hospital o clínica.
- Otro.

La cantidad de muertes según lugar de fallecimiento se presenta en la tabla siguiente, donde se aprecia que alrededor de un 80% de las muertes se produce en un lugar diferente a la casa, hospital o clínica.

Tabla 13. Lugar Fallecimiento de Individuos por Accidentes de Tránsito[19]

Año	Lugar de fallecimiento			Total fallecimientos
	Casa	Hospital o clínica	Otro	
2016	79	363	1.710	2.152
2017	25	357	1.448	1.830
2018	25	363	1.460	1.848
2019	16	392	1.623	2.031
2020	23	281	1.417	1.721
2021	26	387	1.487	1.900

Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud.

Al comparar las estadísticas de fallecimiento por accidentes de tránsito del DEIS con las estadísticas del OS2 de Carabineros, se observa que hay una diferencia del 21% entre ambas. Esto implica que en la estadística de Carabineros tiene un sub-reporte de fallecidos por accidentes de tránsito, debido a que el OS2 no hace seguimiento a los lesionados en accidentes de tránsito con posterioridad a las 24h, es decir lesionados graves o muy graves pueden fallecer después de un tiempo producto de las lesiones, pero no son registrados por Carabineros, pero sí por el DEIS.

[19] La comparación se realiza entre los años 2016 y 2021 debido a que las estadísticas del DEIS son de ese período.

Tabla 14. Comparación Fallecimientos por Accidentes de Tránsito entre base de Carabineros y DEIS

Año	Fallecidos en accidentes de tránsito		
	Carabineros	DEIS	Diferencia
2016	1.675	2.152	28,5%
2017	1.483	1.830	23,4%
2018	1.507	1.848	22,6%
2019	1.617	2.031	25,6%
2020	1.485	1.721	15,9%
2021	1.688	1.900	12,6%
Total	**9.455**	**11.482**	**21,4%**
Total 2016 - 2019	**6.282**	**7.861**	**25,0%**

Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud y pagina web de Carabineros de Chile.

Si bien la diferencia promedio entre las estadísticas de fallecidos de Carabineros y DEIS es de un 21,4%, se observa que, en los últimos dos años, es coincidente con el período de pandemia, esta diferencia es mucho menor que los años anteriores. Considerando solo el período 2016 – 2019, la diferencia entre ambas bases es del 25%.

Dado lo anterior, se propone un factor de corrección a los fallecidos de la base de Carabineros que debiera estar entre 1,2 y 1,25. La corrección de los fallecidos en la base de carabineros implica que también se debiera corregir la cantidad de lesionados graves; a modo referencial, el aumento de 25% de los fallecidos implica una disminución del 5% de los lesionados graves; en otras palabras, si se corrige la cantidad de fallecidos de la base de carabineros en 1,25, se debe también corregir los lesionados graves con un factor de 0,95.

En lo que se refiere a la edad de los fallecidos, existen diferencias entre lo reportado por el DEIS y la base de Carabineros. Se aprecia que, en promedio, la base del DEIS considera una edad de defunción consistentemente mayor que la base de Carabineros, con una diferencia que va entre 1,1 y 1,7 años, con un promedio de 1,5 años.

Tabla 15. Comparación Edad de Fallecidos por Accidentes de Tránsito entre base de Carabineros y DEIS

Año	Edad de fallecidos en accidentes de tránsito (años)		
	Carabineros	DEIS	Diferencia
2016	43,7	44,7	1,1
2017	43,8	45,5	1,7
2018	43,3	44,7	1,5
2019	43,5	45,1	1,6
2020	41,2	42,7	1,4

Año	Edad de fallecidos en accidentes de tránsito (años)		
	Carabineros	DEIS	Diferencia
2021	41,6	42,8	1,2
Total	**42,8**	**44,2**	**1,4**

Fuente: Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud y pagina web de Carabineros de Chile.

Resumen y Conclusiones

A modo de síntesis y conclusiones de este capítulo, el análisis de caracterización de los accidentes viales en Chile se puede resumir en los siguientes puntos:

- La cantidad de accidentes ha crecido en el período 2010 – 2019, llegando en los últimos años a superar los 90.000 accidentes anuales (cerca de 250 accidentes diarios).
- Las características geográficas son una condición importante en la tasa de accidentabilidad, ya que existe una gran variación de la tasa entre las diferentes regiones del país. Esto sugiere que, al definir tasas de accidentes, se debiera considerar estimación de tasas desagregadas por región.
- En el caso de las zonas rurales, existen diferencias significativas en la cantidad de accidentes entre la temporada estival y el resto del año, lo que sugiere la posibilidad de analizar la implementación de tasas diferenciadas por temporadas.
- En las áreas urbanas existen diferencias en la cantidad de accidentes por hora según el período del día, por lo que a futuro se debiera considerar el análisis y determinación de tasas de accidentes por período del día.
- Uno de cada cuatro involucrados en accidentes de tránsito son mujeres.
- La tasa de fallecimiento por accidente en zonas rurales es siete veces mayor que en áreas urbanas. De esto se concluye que se deben considerar tasas diferenciadas por área urbana y rural.
- Los vehículos particulares representan un 68% de los vehículos involucrados en accidentes viales, mientras que un 10% corresponde a vehículos de transporte público.
- Las motocicletas han tenido un crecimiento sostenido en el período de análisis, pasando de 3,8% del total del parque que se ha visto involucrado en accidentes de tránsito al 2010, hasta 5,8% el 2021.

- Al comparar las bases de datos del DEIS y SIEC-2, se encuentra una diferencia de entre 20% y 25% en la cantidad de fallecidos por accidentes de tránsito, esta diferencia que se explica porque el seguimiento que realiza Carabineros a las víctimas de un accidente de tránsito es de hasta 24 horas; si una víctima muere posterior a ese plazo no es contabilizado por el OS2, pero sí por el Ministerio de Salud. De esto se puede inferir que, si se obtienen tasas de fallecimiento de la estadística de Carabineros, es necesario corregirlas. Por otra parte, una corrección de la tasa de fallecimientos implica también corregir la tasa de lesionados graves.

- Algo similar sucede con la edad promedio de fallecimiento en un accidente de tránsito. La edad promedio en la base de datos de Carabineros es 1,4 años menor que en la base del DEIS. De esto se infiere que se debe corregir la edad promedio de muerte.

4. Actualización de Costos Sociales por Siniestros Viales

Los costos asociados a los accidentes se pueden clasificar en dos grupos:

- Costos asociados a los daños de vehículos.
- Costos asociados a lesiones producidas por siniestros viales.

Actualización Costos Sociales por Daños Vehiculares

En lo que respecta al costo social por los daños materiales de vehículos, en la Tabla 16 se observan los costos sociales asociados a este ítem, provenientes del estudio de SECTRA (2014).

Tabla 16. Costo Medio Social por Daños a Vehículos por Tipo de Accidente (UF)

Tipo de accidente	Vehículo liviano	Vehículo pesado
Atropello	22,5	11,2
Choque	89,6	220,7
Colisión	82,6	331,7
Volcadura	216,8	435,3

Fuente: SECTRA, 2014

Se propone una actualización del costo social de los daños en vehículos, con las siguientes consideraciones:

- Actualizar los costos de acuerdo al cambio en el índice de remuneraciones desde el 2013 al año 2022. En este período el cambio del índice real de remuneraciones es de 10,79%.
- Actualizar los costos por el cambio en el factor de corrección del precio de mano de obra semi calificada entre 2013 y 2022. En el año 2022 se realizó una actualización del factor de corrección de los precios de mano de obra, en el que la mano de obra semi calificada tuvo un alza de 40%.

Con estas correcciones se obtienen los siguientes valores para los costos sociales de daños en vehículos por siniestros viales.

Tabla 17. Costo Medio Social por Daños a Vehículos por Tipo de Accidente (UF)

Tipo de accidente	Vehículo liviano	Vehículo pesado
Atropello	34,9	17,4
Choque	139,0	342,3
Colisión	128,1	514,5
Volcadura	336,3	675,2

Fuente: elaboración propia.

Actualización Costos Sociales de Lesiones por Siniestros Viales

De acuerdo a lo planteado en el capítulo 1.2 de esta sección, en el cuadro siguiente se presentan los costos estimados en el estudio de SECTRA (2014) para las lesiones por accidentes de tránsito, siendo el valor más actualizado que se encuentra en la literatura para el caso chileno.

Tabla 18. Costos Sociales Asociados a Lesiones por Accidentes de Tránsito (UF), año 2013

componente	Tipo lesión			
	Fallecimiento	Grave	Menos grave	Leve
Tratamiento	15,82	87,33	11,67	3,93
Gastos administrativos	95,42	53,63	27,64	26,51
Capital humano	4.383,20	-	-	-
Total	4.494,44	140,96	39,31	30,44

Fuente: Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos, SECTRA (2014)

Al respecto, se debe hacer la salvedad que en la actualidad en Chile no se utiliza el enfoque de capital humano para estimar el costo social de un fallecimiento, si no que se utiliza el vlor de la vida estadístico (VVE), considerando un VVE de 60 mil UF, de acuerdo al Informe de Precios Sociales 2023 del MDSF

Se propone una actualización del costo social de lesiones, con las siguientes consideraciones:

- Para el caso de los fallecimientos, utilizar el enfoque de Valor de la Vida Estadístico. De acuerdo al Informe de Precios Sociales 2023 del MDSF, el VVE para el presente año es de 60.000 UF.
- Actualizar los gastos de tratamientos médicos y gastos administrativos de acuerdo al cambio en el índice de remuneraciones desde el 2013 al año 2022. En este período el cambio del índice real de remuneraciones es de 10,79%.
- Actualizar los gastos de tratamiento y administrativos por el cambio en el factor de corrección del precio de mano de obra calificada entre 2013 y 2022. En el año 2022 se realizó una actualización del factor de corrección de los precios de mano de obra, en el que la mano de obra calificada sufrió una baja de 1%.

Con estas correcciones se obtienen los siguientes valores para los costos sociales de lesiones.

Tabla 19. Actualización Costos Sociales Asociados a Lesiones por Accidentes de Tránsito (UF), año 2022

componente	Tipo lesión			
	Fallecimiento	Grave	Menos grave	Leve
Tratamiento	17,3	95,8	12,8	4,3
Gastos administrativos	104,6	58,8	30,3	29,1
VVE	60.000,0	-	-	-
Total	60.122,0	154,5	43,1	33,3

Fuente: elaboración propia.

Recomendaciones para la Actualización Costos Sociales de Lesiones por Siniestros Viales

Se deben considerar mejoras a ser implementadas en el futuro para el cálculo del costo social. Dentro de estas mejoras se puede considerar:

- En el caso de fallecimientos, actualizar el VVE una vez que se cuente con un nuevo valor debidamente justificado.
- Actualizar los costos administrativos asociados a las lesiones. Para ello puede ser de utilidad la revisión de estadísticas de seguros.
- Actualizar los costos de tratamientos por lesiones. Para este punto se puede realizar un trabajo conjunto con el Ministerio de Salud, de manera de poder tener acceso al costo de tratamientos de lesiones por siniestros viales según la gravedad del paciente.
- Estimar la pérdida social por lesiones en accidentes, exceptuando la fatalidad que se trata mediante VVE.

En este último punto, de acuerdo a lo expuesto en el capítulo 6 de la sección I, es recomendable adoptar un valor para el caso de los lesionados graves de un 25% del VVE de una víctima mortal.

Sección III. Recomendaciones y Propuesta para el Desarrollo de la Etapa II

1. Descripción de criterios y justificación para la selección de enfoques para determinar VVE y costo social de lesiones

1.1. Descripción de Enfoques y Criterios de Selección

La determinación del Valor de la Vida Estadística (VSL) y del costo social de las lesiones es un tema complejo que requiere una combinación de diferentes enfoques y métodos. Debido a que las estimaciones del VSL varían según el contexto y especialmente entre sectores, es importante considerar las estimaciones del VSL específicas para cada contexto, en lugar de una estimación media general del VSL. La innovación metodológica y la normalización son necesarias para maximizar la comparabilidad de las estimaciones del VSL, especialmente porque cada vez se utilizan más los análisis de costos y beneficios para justificar políticas públicas y decisiones de inversión. Por ejemplo, a pesar de la abundancia de publicaciones sobre las estimaciones monetarias del VSL en diferentes países y sectores, actualmente faltan estimaciones del VSL para los niños y adolescentes (con excepciones como Alberini y Scasny (2010)).

Existen dos estrategias principales para estimar el Valor Estadístico de la Vida (VSL) bajo el enfoque de disposición a pagar (WTP) por la reducción del riesgo de muerte y son: las Preferencias Declaradas (SP) y las Preferencias Reveladas (RP). La estrategia SP utiliza encuestas y experimentos para medir la disposición de las personas a pagar por la reducción del riesgo[20]. Por otro lado, la estrategia RP utiliza datos observables del mercado laboral, como salarios y riesgos laborales, para estimar de manera indirecta el VSL. Se considera que las personas revelan su preferencia por el riesgo a través de sus elecciones laborales, permitiendo inferir el valor que le otorgan a la reducción del riesgo en el trabajo a partir de las diferencias salariales entre trabajos con distintos niveles de riesgo. Además del enfoque por reducción del riesgo de muerte, existe también el enfoque basado en la productividad, conocido como enfoque de capital humano, que

[20] Existen dos técnicas de SP; la Valoración Contingente (CV) y los Experimentos de Elección (CE). Ambas se basan en la creación de mercados hipotéticos en los que los encuestados eligen entre un conjunto de alternativas la que más prefieren. Las alternativas varían en el nivel de riesgo de mortalidad y el costo para el individuo, entre otros atributos posibles (Fifer et al., 2014). Mientras que en CV las personas generalmente se enfrentan a una pregunta binaria de tomarlo o dejarlo, en CE se les presentan una serie de preguntas hipotéticas sobre múltiples alternativas. En ambos casos, las respuestas se utilizan para estimar la estructura de preferencias individuales utilizando un modelo de elección discreta (Train, 2009).

evalúa el costo del fallecimiento prematuro de un individuo en términos de la producción perdida debido a una muerte o lesión. Este enfoque resulta útil para estimar los costos económicos de las lesiones en términos de pérdidas de productividad.

El enfoque SP puede considerar atributos no observables y ser representativo si la encuesta está bien diseñada, pero está sujeto a sesgos hipotéticos y efectos de alcance, y puede estar distorsionado por la percepción real de los riesgos. La RP es menos susceptible a estos sesgos, pero está sujeta a problemas econométricos de datos no experimentales.

El método de (SP) tiene problemas para responder consistentemente a cambios pequeños en el riesgo, mientras que el método de (RP) no considera las percepciones individuales de riesgo. La compensación entre riesgo y dinero no se comprende completamente en SP debido a la dificultad de evaluar riesgos marginales, lo que puede llevar a problemas en la precisión de las respuestas. Por otro lado, RP puede verse afectado por la falta de consideración de las percepciones individuales de riesgo, lo que también puede afectar la precisión de las estimaciones.

El enfoque SP tiende a producir estimaciones más altas de VSL que el enfoque RP, aunque las estimaciones de VSL basadas en el comportamiento de consumo permanecen en el rango de estimaciones basadas en el comportamiento evitado en el mercado laboral. Keller et al (2021) argumentan que el enfoque RP puede sufrir sesgos de variables omitidas y errores de medición relacionados con la variable de riesgo, mientras que el enfoque SP tiene limitaciones intrínsecas debido a la naturaleza hipotética de la metodología.

Según Strand (2001), una razón de la popularidad de los métodos SP es que las estimaciones de VSL son más estables que las estimaciones de los estudios de salarios hedónicos. Además, otra razón para preferir los métodos SP que pueden valorar la VSL tanto para proyectos públicos como para reducciones de riesgos privados individuales. Los métodos SP se utilizan para obtener la VSL mediante preguntas hipotéticas a los individuos, lo que permite a los investigadores valorar bienes que no se transan en el mercado o en casos donde no se pueden observar transacciones. Estos métodos incluyen estudios de valoración contingente (CV) y experimentos de elección (CE), que solicitan a los participantes que asignen un valor monetario a una reducción dada del riesgo de mortalidad. En los estudios CV, los encuestados declaran cuánto están dispuestos a pagar por una reducción determinada del riesgo de mortalidad, mientras que, en los CE, hacen comparaciones entre varios escenarios/ conjuntos de opciones para determinar su elección preferida y su disposición a pagar.

Aunque hay diferentes opiniones sobre cuál método es mejor, la revisión sistemática de Keller et al (2021) muestra que las estimaciones de la VSL varían ampliamente según el contexto y el sector en el que se aplican. Además, ambos enfoques tienen sus limitaciones, como el sesgo hipotético en el enfoque SP y el sesgo variable omitida en el

enfoque RP, por lo que se espera que ambos enfoques ofrezcan resultados diferentes y que no sean totalmente comparables. Sin embargo, se encuentra que, en la revisión, solo unos pocos papers describen los métodos utilizados para obtener la VSL y ninguno proporciona una descripción detallada de qué tan comunes son los diversos métodos en diferentes sectores y países y las estimaciones específicas obtenidas.

Es importante tener en cuenta que cada enfoque tiene sus ventajas y limitaciones, y la elección del enfoque dependerá del propósito del análisis y de la disponibilidad de datos. Es común que se utilice una combinación de enfoques para llegar a una estimación más precisa del valor de la vida y del costo social de las lesiones. Sin embargo, dada la revisión realizada en el presente estudio, se recomienda la adopción de un enfoque de preferencias declaradas para realizar simultáneamente un estudio de valoración contingente y experimentos de elección en los grupos y/o zonas previamente seleccionadas. Para lograr esto, es esencial que los atributos de ambos estudios sean compatibles en términos de valores y diseño, incluyendo niveles y tamaños de muestra.

Aspectos innovativos de investigación siempre han sido deseados, como por ejemplo Rizzi et al (2003), quienes desarrollaron una encuesta en la que se hicieron elecciones entre rutas alternativas con diferentes niveles de riesgo, siendo una novedad en el campo del transporte en Chile. La principal contribución fue el tratamiento del riesgo como un atributo hedónico del bien en cuestión, lo que permite simular una elección real de mercado de manera más conveniente que un estudio de valoración contingente. Además, se prestó atención al tiempo de viaje y se consideró que una tasa de accidentes mortales es más comprensible para las personas que las pequeñas probabilidades de muerte.

A continuación, se describen algunos criterios y justificaciones para seleccionar enfoques para determinar VSL y costo social de lesiones, los cuales pueden variar dependiendo del contexto y los objetivos específicos de la investigación. Sin embargo, algunos criterios comunes y justificaciones podrían incluir:

- Validación empírica: El enfoque seleccionado debe tener una base empírica sólida que haya sido validada en estudios previos. Esto ayudará a garantizar que los resultados sean precisos y confiables.

- Coherencia teórica: El enfoque debe estar respaldado por una teoría sólida y coherente que explique cómo se relacionan los diferentes factores que influyen en la determinación del VSL y el costo social de las lesiones.

- Disponibilidad de datos: El enfoque seleccionado debe ser adecuado para los datos disponibles en términos de calidad, cantidad y relevancia. Si no hay datos suficientes o de alta calidad disponibles, el enfoque podría no ser viable.

- Comparabilidad internacional: Si se pretende evaluar el valor obtenido utilizando algún benchmark internacional, es fundamental que los estudios sean

comparables en términos de enfoque, tipo de riesgo, representatividad y otros aspectos relevantes.

- Adaptabilidad: El enfoque seleccionado debe ser adaptable para su uso en diferentes contextos y para diferentes tipos de accidentes de tráfico.

- Sencillez y transparencia: El enfoque seleccionado debe ser fácil de entender y explicar para garantizar que los resultados sean transparentes y puedan ser comunicados claramente a los tomadores de decisiones y al público en general.

- Alineación con los objetivos de la investigación: Finalmente, el enfoque seleccionado debe estar alineado con los objetivos específicos de la investigación, ya sea para informar políticas de seguridad vial, para evaluar los costos y beneficios de las medidas de prevención de accidentes de tráfico, o para otros fines similares.

Es importante tener en cuenta que la mayoría de los estudios sobre el VSL se centran en contextos específicos, como países de ingresos altos y riesgos laborales. Los metaanálisis se utilizan para combinar estimaciones de VSL de varios estudios o calcular la elasticidad del ingreso de la VSL. Sin embargo, el enfoque preferido es la estrategia SP a través de métodos como CE, CV o híbridos, ya que cumple con los criterios comunes y justificaciones anteriores. Mejorar la conciliación de diversas fuentes de información en la determinación del VSL y el costo social de las lesiones es fundamental para obtener estimaciones más precisas y una comprensión más completa de los datos. Esto garantiza que se consideren todos los aspectos relevantes de la valoración y se tengan en cuenta las perspectivas y necesidades de todas las partes involucradas. Al aumentar la transparencia del proceso de valoración, se permite a los usuarios comprender cómo se obtuvieron las estimaciones y qué información se consideró, lo que lleva a decisiones informadas y políticas más efectivas en la prevención y tratamiento de lesiones. En este sentido, se presentan recomendaciones en un capítulo que busca establecer coherencia entre las fuentes de información.

1.2. Recomendaciones para mejorar la conciliación de las distintas fuentes de información

Para mejorar la conciliación de diversas fuentes de información en la selección de enfoques para determinar el VSL y el costo social de las lesiones, es necesario establecer un marco de referencia común, identificar y corregir inconsistencias, aplicar técnicas de análisis de datos, utilizar tecnologías de información y fomentar la colaboración y el intercambio de información.

Por ejemplo, se reportó en el informe anterior las discrepancias existentes entre las bases de datos de los organismos encargados de levantar los datos sobre siniestrabilidad, como carabineros, DEIS, entre otros. En efecto al comparar las bases

de datos del DEIS y SIEC-2, se observa una discrepancia de entre el 20% y el 25% en el número de personas fallecidas en accidentes de tráfico. Esta diferencia se debe a que Carabineros sólo sigue la pista de las víctimas de accidentes de tráfico durante un máximo de 24 horas, por lo que, si una persona muere después de ese período, no se cuenta en los datos del OS2, pero sí en los del Ministerio de Salud. Por lo tanto, deben hacer correcciones si se utiliza una base datos u otra, de manera de homogeneizar los resultados.

Por ello, se propone entre otras actividades, la implementación de un sistema armonizado y estandarizado de registro y recolección de datos en todas las instituciones involucradas en la siniestralidad vial, con procedimientos de validación y verificación constantes para garantizar la calidad y confiabilidad de los datos.

Para establecer mecanismos de coordinación y cooperación entre las instituciones involucradas en seguridad vial se deben seguir pasos sistemáticos, secuenciales o en paralelo, que incluyen identificar las instituciones, establecer una mesa de coordinación, definir roles y responsabilidades, establecer un sistema de información, desarrollar un plan de acción conjunto, implementarlo, evaluar y hacer un seguimiento periódico, y promover la mejora continua.

Seguidamente, se presenta una posible secuencia de las actividades y de otras que pueden realizarse en paralelo:

Secuencialidad:

1. Establecer mecanismos de coordinación y cooperación entre las instituciones involucradas para la generación de información y la toma de decisiones en materia de seguridad vial
2. Establecer un sistema de registro y recolección de datos armonizado y estandarizado en todas las instituciones involucradas MDS-SNI, Carabineros, compañías de seguros, MINSAL-DEIS, Ministerio del Trabajo, etc.),
3. Asegurar la calidad de los datos mediante la validación y verificación constante de los mismos.
4. Actualizar y mejorar constantemente la información y los sistemas de información en función de las necesidades y demandas de los usuarios y las instituciones relacionadas.
5. Integrar y sistematizar la información proveniente de distintas fuentes para obtener una visión más completa y detallada de la siniestralidad vial.
6. Utilizar herramientas de análisis de datos que permitan identificar patrones y tendencias en la siniestralidad vial, así como su relación con otras variables relevantes. Junto con la anterior, se deben realizar estudios y análisis específicos para identificar las principales causas y factores de riesgo de los accidentes de tránsito.

7. Mejorar la comunicación y difusión de los resultados obtenidos y de la información generada sobre siniestralidad vial a la sociedad en general, para crear conciencia y promover la adopción de medidas preventivas.
   r.

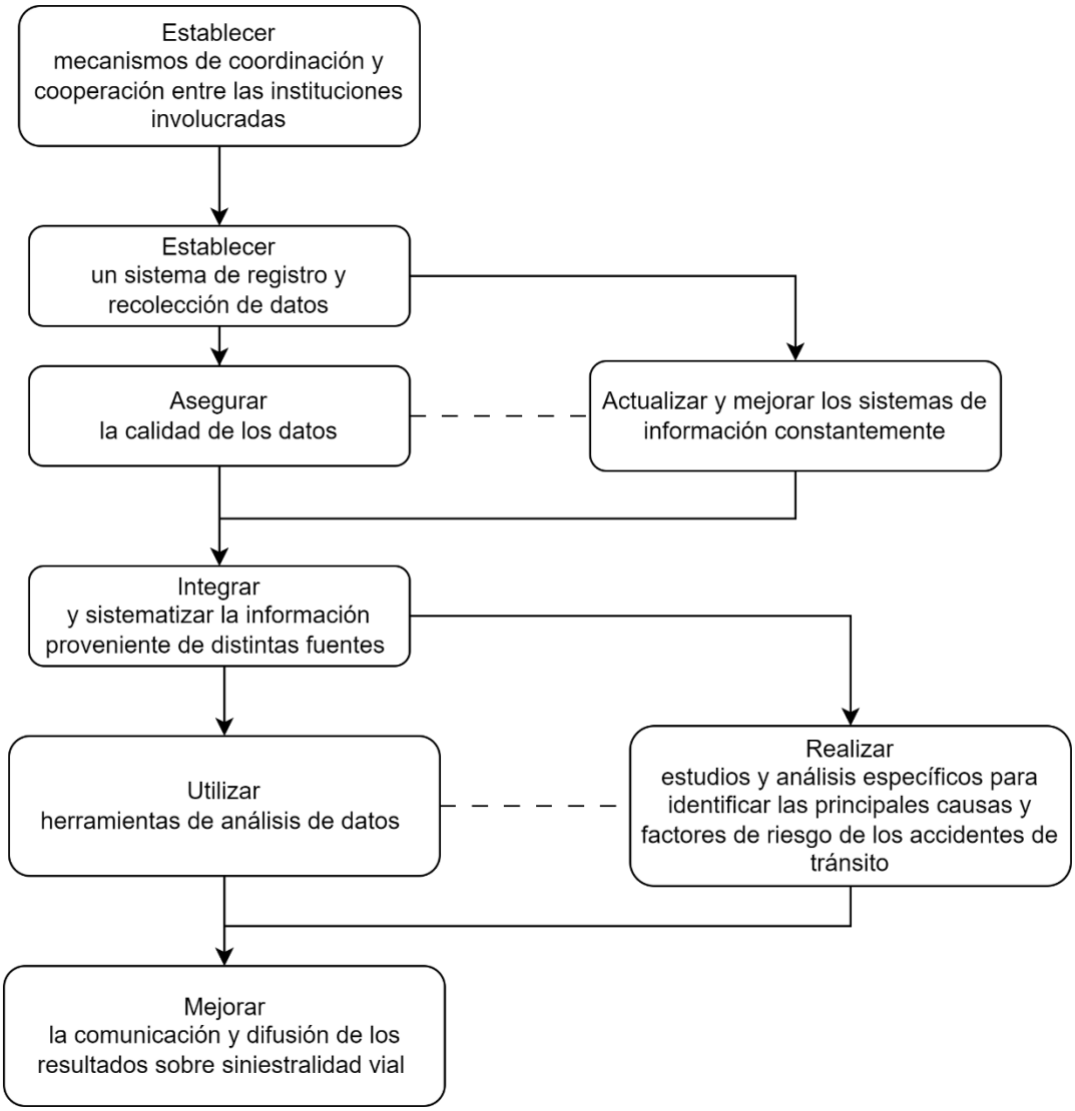
Actividades que pueden desarrollarse en paralelo:

- Asegurar la calidad de los datos mediante la validación y verificación constante de los mismos (actividad 3) junto con actualizar y mejorar constantemente la información y los sistemas de información en función de las necesidades y demandas de los usuarios y las instituciones involucradas (actividad 4).
- Utilizar herramientas de análisis de datos que permitan identificar patrones y tendencias en la siniestralidad vial, así como su relación con otras variables relevantes (actividad 6), junto con realizar estudios y análisis específicos para identificar las principales causas y factores de riesgo de los accidentes de tránsito (actividad 7).

Es importante tener en cuenta que la secuencialidad y la posibilidad de realizar actividades en paralelo pueden variar según los recursos disponibles, las prioridades establecidas y las necesidades específicas del proyecto. Se recomienda analizar detenidamente cada actividad y adaptar la secuencia según las circunstancias.

Lo anterior puede resumirse operativamente en el siguiente diagrama:

Diagrama de actividades para establecer las recomendaciones de conciliación de fuentes de información



Fuente: Elaboración propia

1.3. Mejoras en herramientas metodológicas

Se entrega una propuesta para mejorar las herramientas metodológicas en el Sistema Nacional de Inversiones para identificar, cuantificar y valorizar las diferencias en los niveles de riesgo de fatalidad y lesiones atribuibles a los proyectos. Se proponen varias mejoras, como incluir indicadores específicos de seguridad vial, incorporar modelos de simulación, analizar la interacción de los diferentes modos de transporte, evaluar el impacto en usuarios específicos, desarrollar metodologías específicas y capacitar a los

evaluadores. Estas mejoras fortalecerán el enfoque de seguridad vial en la evaluación de proyectos y mejorarán la capacidad del Sistema Nacional de Inversiones para identificar y mitigar los riesgos asociados con los proyectos de transporte y movilidad.

La seguridad vial requiere intervenciones multisectoriales y estrategias que involucren a los stakeholders. Un programa público exitoso debe integrar los componentes de la institucionalidad pública y disponer de sistemas de evaluación económica y técnicos. Es necesario investigar sobre el cálculo de los costos de los accidentes y utilizar indicadores de rendimiento para evaluar la situación de la seguridad vial. Por ejemplo, de acuerdo con SECTRA (2014), los costos asociados a las lesiones varían significativamente según su gravedad y que el tratamiento y los gastos administrativos son ítems importantes de los costos totales (ver detalle en informe 3).

Un enfoque estratégico integrado para la seguridad vial se basa en la dinámica propia de cada sector para integrar la seguridad vial en diferentes políticas de forma sistemática. Por ejemplo, la Comisión Europea fomenta la integración de la seguridad vial en otras vías políticas relacionadas. Es necesario relacionar las metodologías de formulación y evaluación social de iniciativas de inversión del sector transporte con las propuestas metodológicas validadas en la literatura revisada para establecer una estrategia coherente de estimación del VSL asociada a siniestralidad de tránsito.

A continuación, se enumeran algunas mejoras propuestas en las herramientas metodológicas disponibles en el Sistema Nacional de Inversiones para identificar, cuantificar y valorizar las diferencias en los niveles de riesgo de fatalidad y lesiones atribuibles a los proyectos:

a) Inclusión de indicadores específicos de seguridad vial en la evaluación de proyectos, como el número de accidentes, lesiones y muertes previstas antes y después de la implementación del proyecto.
   Esto es importante porque permite medir y comparar el impacto de los proyectos en la seguridad vial. Los indicadores específicos incluyen el número de accidentes, lesiones y muertes previstas antes y después de la implementación del proyecto. Antes de la implementación del proyecto, se puede realizar una identificación y evaluación de los posibles riesgos de seguridad vial asociados con el proyecto. Esta evaluación incluiría a los usuarios de la vía que pueden estar en mayor riesgo de sufrir lesiones o muertes, como peatones, ciclistas, motociclistas y personas con discapacidad.
   Después de la implementación del proyecto, se puede realizar una evaluación del impacto en la seguridad vial, comparando los indicadores antes y después del proyecto. Si los indicadores muestran una reducción en el número de accidentes, lesiones y muertes, entonces se puede concluir que el proyecto ha tenido un impacto positivo en la seguridad vial. Es importante destacar que estos indicadores deben ser específicos para cada proyecto y no pueden ser utilizados de manera generalizada.

b) La evaluación de proyectos en seguridad vial se beneficia de la utilización de modelos de simulación, análisis de riesgos, auditorías de seguridad vial y herramientas de modelado. Estas herramientas permiten prever el impacto en la reducción de accidentes y lesiones, identificar escenarios de riesgo, proponer medidas de mitigación necesarias y evaluar la eficacia de dichas medidas. Los modelos de simulación utilizan datos reales para simular situaciones de tráfico y evaluar la seguridad en diferentes escenarios, mientras que el análisis de riesgos y las auditorías de seguridad vial ayudan a identificar peligros, evaluar su probabilidad y consecuencias, y revisar diseños desde una perspectiva de seguridad. Al incorporar estas herramientas en la evaluación de proyectos, se fortalece la capacidad de identificar y abordar riesgos, promoviendo una planificación más segura y efectiva de los proyectos viales y optimizando la inversión de recursos. .
c) El desarrollo de metodologías específicas para proyectos de transporte público y privado es esencial para evaluar la seguridad vial en cada tipo de transporte. El transporte público implica riesgos relacionados con el transporte masivo de personas, mientras que el transporte privado se asocia con comportamientos imprudentes y mayor velocidad. Estas metodologías deben considerar las características únicas de cada tipo de transporte, su interacción con otros modos de transporte y factores externos como la infraestructura y las condiciones climáticas.
d) En el contexto de incorporar transversalmente la evaluación de siniestralidad en las metodologías del sector transporte, es importante identificar y valorar los costos y beneficios económicos asociados con las medidas de seguridad vial, como la construcción de pasos peatonales elevados, la instalación de señalización y la realización de campañas de educación vial. Los costos pueden incluir implementación, mantenimiento y operación de medidas de seguridad, mientras que los beneficios económicos abarcan la reducción de costos de accidentes y el impacto positivo en la economía. La disminución de accidentes también conlleva impactos positivos en la economía, como la reducción del tiempo de inactividad laboral y la disminución de los costos de los seguros. Así se dispondrá de antecedentes para determinar la prioridad de proyectos de transporte y movilidad, y asignar de manera efectiva los recursos disponibles. .
e) Es fundamental capacitar y formar a los evaluadores de proyectos en seguridad vial para garantizar una adecuada consideración de este aspecto en la evaluación. Esto implica que los evaluadores deben comprender los conceptos clave relacionados con la seguridad vial, identificar y mitigar los riesgos asociados, y conocer las metodologías y mejores prácticas en esta área. La formación debe incluir la comprensión de factores de riesgo, medidas de mitigación, costos y beneficios económicos, así como el análisis de datos y la interpretación de resultados. Con una capacitación sólida, los evaluadores podrán tomar decisiones informadas y realizar evaluaciones de proyectos más efectivas en términos de seguridad vial.

En síntesis, se propone ayudar a mejorar las herramientas metodológicas del Sistema Nacional de Inversiones para identificar, cuantificar y valorar las diferencias en los niveles de riesgo de fatalidad y lesiones asociados a los proyectos. Estas mejoras incluyen la inclusión de indicadores específicos de seguridad vial, la utilización de modelos de simulación, el análisis de la interacción entre modos de transporte y la evaluación del impacto en la vulnerabilidad de usuarios específicos. La recolección precisa y confiable de datos es fundamental para garantizar que los indicadores reflejen adecuadamente el impacto del proyecto en la seguridad vial. El objetivo de estas mejoras es reducir el riesgo de accidentes y lesiones, y asegurar la seguridad vial en el entorno donde se implementará el proyecto.

1.4. Resumen del capítulo

1.4.1. Sobre los criterios y justificación

P. La determinación del Valor de la Vida Estadística (VSL) y del costo social de las lesiones es compleja y requiere enfoques y métodos combinados. Es importante considerar estimaciones específicas del VSL para cada contexto, en lugar de una estimación general, debido a las variaciones entre sectores. Se utilizan dos estrategias principales: Preferencias Declaradas (SP) y Preferencias Reveladas (RP), que se basan en encuestas y datos observables del mercado laboral, respectivamente. También existe el enfoque basado en la productividad para medir los costos económicos de las lesiones.

El método SP se basa en encuestas y experimentos para medir la disposición a pagar por la reducción del riesgo de mortalidad, mientras que el segundo, aunque igual puede utilizar encuestas, utiliza preferentemente datos del mercado laboral y se basa en la idea de que el costo del fallecimiento prematuro de un individuo se puede medir por el valor presente de los ingresos futuros que una persona esperaría ganar durante su vida. Es común utilizar una combinación de ambos enfoques para una estimación más precisa, y la elección del enfoque dependerá del propósito del análisis y la disponibilidad de datos. Es importante tener en cuenta que las estimaciones de la VSL varían ampliamente según el contexto y el sector en el que se aplican, y ambos enfoques tienen sus limitaciones. Para lograr una estimación más precisa, se recomienda la adopción de un enfoque de preferencias declaradas que permita realizar simultáneamente un estudio de valoración contingente y experimentos de elección en los grupos y/o zonas previamente seleccionadas. Se sugiere realizar un estudio de valoración contingente y experimentos de elección simultáneamente para los grupos y/o zonas seleccionadas previamente. Para lograrlo, es necesario que los atributos de ambos estudios sean compatibles en términos de valores y diseño (niveles y tamaños muestrales), definiendo adecuadamente la población objetivo y utilizando técnicas estadísticas para seleccionar aleatoriamente a los encuestados para obtener resultados precisos y válidos.

1.4.2.Sobre la conciliación de fuentes de información

La siniestralidad vial es un problema importante en Chile, por lo que es necesario contar con información de calidad para la formulación y evaluación de políticas y proyectos en esta materia. Para mejorar la conciliación de las distintas fuentes de información referidas a siniestralidad vial, se proponen las siguientes recomendaciones:

Establecer un sistema de registro y recolección de datos armonizado y estandarizado en todas las instituciones involucradas en la siniestralidad vial. El procedimiento para lograrlo incluye identificar las instituciones involucradas, analizar la información existente, identificar las variables relevantes, diseñar formularios de recolección de datos, capacitar al personal encargado, implementar el sistema, y monitorear y evaluar continuamente el sistema para identificar mejoras y asegurar la calidad de la información.

La propuesta es establecer un sistema armonizado y estandarizado de registro y recolección de datos sobre la siniestralidad vial en todas las instituciones involucradas en este ámbito. Se debe validar y verificar continuamente la calidad de los datos a través de criterios, correcciones, mantenimiento, capacitación y auditorías. La integración y sistematización de información de diferentes fuentes permitirá una visión completa de la siniestralidad vial, y el análisis de datos ayudará a identificar patrones y tendencias.

También se deben identificar las causas y factores de riesgo principales en los accidentes de tráfico y establecer mecanismos de coordinación y cooperación entre las instituciones involucradas en la seguridad vial. La comunicación y difusión de información sobre siniestralidad vial deben ser parte de una estrategia integral de seguridad vial que incluya medidas preventivas y de control de riesgos en el tráfico. Finalmente, se debe actualizar y mejorar constantemente la información y los sistemas de información según las necesidades y demandas de los usuarios e instituciones involucradas.

1.4.3.Sobre la propuesta de mejoras en herramientas metodológicas

La propuesta busca mejorar las herramientas metodológicas en el Sistema Nacional de Inversiones para identificar, cuantificar y valorizar las diferencias en los niveles de riesgo de fatalidad y lesiones atribuibles a los proyectos, con un enfoque en la seguridad vial en la evaluación de proyectos de transporte y movilidad. Se proponen mejoras como la inclusión de indicadores específicos de seguridad vial, la incorporación de modelos de simulación de seguridad vial, el análisis de la interacción de los diferentes modos de transporte, la evaluación del impacto en usuarios específicos, el desarrollo de metodologías específicas y la capacitación de los evaluadores.

Es necesario investigar sobre el cálculo de los costos de los accidentes y utilizar indicadores de rendimiento para evaluar la situación de la seguridad vial. Se debe establecer una estrategia coherente de estimación del VSL asociada a siniestralidad de tránsito relacionando las metodologías de formulación y evaluación social de iniciativas

de inversión del sector transporte con las propuestas metodológicas validadas en la literatura revisada. La integración de la seguridad vial en diferentes políticas de forma sistemática es clave para el éxito de un programa público de seguridad vial.

2. Análisis, criterios y recomendaciones para la modelación econométrica

2.1 Aspectos Generales

El VSL es un concepto clave en la evaluación de políticas públicas, especialmente en la evaluación de riesgos de muerte en situaciones relacionadas al transporte. La WTP es una medida de cuánto están dispuestos a pagar los individuos por reducir su riesgo de muerte en un accidente de tránsito o en un contexto relacionado a la seguridad vial. Por lo tanto, la precisión de la estimación de la WTP en una encuesta es fundamental para la estimación precisa del VSL.

La modelación econométrica es un proceso clave en la obtención de la WTP. Este proceso implica la identificación de variables clave que afectan la WTP, la selección de un modelo adecuado y la estimación de los parámetros del modelo. La elección del modelo adecuado y la selección de las variables clave son fundamentales para obtener una estimación precisa de la WTP.

Para lograr estimaciones precisas y fiables del VSL en encuestas, es fundamental establecer criterios claros para la selección del modelo y la identificación de las variables clave. Para ello, se pueden evaluar diferentes modelos y comparar sus resultados, seleccionando variables basadas en la teoría económica y la evidencia empírica previa. Además, se debe considerar el tamaño y la representatividad de la muestra de la encuesta, el diseño de la encuesta y la forma en que se presenta la información a los encuestados. Al tomar en cuenta estos factores, se pueden obtener estimaciones más precisas y fiables del VSL, lo que a su vez puede mejorar la calidad de la evaluación de políticas públicas y contribuir a una toma de decisiones más informada.

2.2 Antecedentes

La elección del modelo adecuado para la estimación del VSL y el costo social de las lesiones de accidentes de tráfico depende de la metodología utilizada para la obtención WTP La calidad y precisión de los resultados obtenidos a través de la modelación econométrica debe ser evaluada mediante estadísticas de bondad de ajuste y compararlos con los valores reportados en la literatura previa para asegurar que sean coherentes y consistentes.

Existe consenso entre los economistas de que el VSL debe reflejar las preferencias reales de la población afectada, ya sea a través de su WTP o WTA. Sin embargo, hay diferencias significativas en las estimaciones del VSL dependiendo del método utilizado y pueden explicarse por diferentes factores, tales como el contexto y características del estudio,

las variables y supuestos considerados, así como las fuentes de datos y calidad de la información utilizada en cada caso (Alberini y Ščasný, 2011; Chilton et al., 2002; Kniesner et al, 2010, Hammitt y Liu, 2004, Andersson y Treich, 2011; Carlsson et al., 2010; Carlsson et al., 2004). Las diferencias en las estimaciones de VSL también pueden explicarse por errores de muestreo, diferentes datos, decisiones metodológicas y sesgos de publicación (DeBlaeij et al., 2003), Viscusi y Aldy, 2003), Bhattacharya, 2006). Por lo tanto, es importante considerar cuidadosamente la metodología utilizada y tener en cuenta los diferentes factores que influyen en la estimación del VSL al realizar análisis costo-beneficio en el sector público.

El enfoque SP se utiliza para estimar el VSL a través de encuestas diseñadas para determinar la WTP de las personas por una reducción en el riesgo de mortalidad. Estas encuestas se basan en la suposición de que los individuos pueden expresar sus verdaderas preferencias en cuanto a la relación entre la riqueza y una reducción específica del riesgo de mortalidad. Por ejemplo, se les hacen preguntas hipotéticas sobre cuánto estarían dispuestos a pagar por una pequeña reducción en el riesgo de muerte.

El cálculo del VSL implica dividir la disposición a pagar por la reducción del riesgo. Por ejemplo, si 100 personas idénticas estuvieran dispuestas a pagar $10,000 cada una para reducir su riesgo de morir del 1.5% al 0.5%, el valor total de una vida estadística sería:

$$VSL = \frac{\sum_{i=1}^{n} WTP_i}{\Delta R} = \frac{100 \times 10.000}{1{,}5-0{,}5} = 1.000.000 \quad (1)$$

Bajo el enfoque SP, se utilizan modelos econométricos para analizar los datos obtenidos de las encuestas y estimar el VSL. Los modelos más comúnmente utilizados incluyen el modelo de regresión logística, modelos Tobit y modelos de Variable Latente. Estos modelos permiten identificar las relaciones entre la disposición a pagar, la reducción del riesgo y otras variables relevantes, proporcionando estimaciones cuantitativas del VSL.

La literatura sobre estudios que utilizan la metodología de CV reconoce que los diferentes diseños de encuesta pueden afectar en gran medida las respuestas de la encuesta. Se ha demostrado que la pregunta y el vehículo o mecanismo de pago, así como si el bien se describe como privado o público, afectan las estimaciones de la disposición a pagar.

De acuerdo con Wiser (2007), varios investigadores han dedicado esfuerzos a comprender los efectos de los métodos de pago en las respuestas obtenidas en encuestas que utilizan CV. Estos estudios han examinado el impacto del vehículo de pago, como los impuestos sobre las ventas versus las tarifas de agua (Greenley et al., 1981; Randall et al., 1974; Brookshire et al., 1980; Rowe et al., 1980; Blamey, 1998), el momento del pago, ya sea un pago único o pagos mensuales (Brookshire et al., 1981; Stevens et al., 1997), y la confianza en el método de pago como fuente de financiamiento eficiente y garantizada (Johnson et al., 1999). La variación en las respuestas entre diferentes enfoques de valoración contingente (CV) ha sido etiquetada

como "sesgo del vehículo de pago", generando dudas sobre la confiabilidad del método, aun cuando la mayoría de los expertos en CV reconocen que los cambios sutiles en el diseño de la encuesta pueden generar diferentes respuestas sin comprometer su confiabilidad (Wiser, 2007). Por ejemplo, aunque una encuesta típica de CV no aborda directamente la percepción de los encuestados sobre la ineficiencia en la recaudación y el gasto de fondos, es importante considerar que las opiniones pueden variar según el enfoque adoptado para la provisión del bien.

Empíricamente, las preguntas abiertas generalmente producen estimaciones más bajas en comparación con las preguntas de opción dicotómica, y una provisión privada se valora más que una provisión pública del mismo bien para las estimaciones de WTP de reducción del riesgo. Sin duda en el caso nacional debe evaluarse de manera rigurosa la mejora alternativa para presentar el vehículo de pago, dado el perfil nacional que podría rechazar ciertos métodos, tales como pagar a través de un servicio básico, o por medio de cuotas mensuales, un pago único o un pago por uso. Las diferencias en los mecanismos de pago se relacionan con la forma en que se percibe y valora el costo de los beneficios o la reducción de riesgos. Por ejemplo, el pago único promueve una evaluación a largo plazo del valor, el pago anual refleja los costos continuos y el pago por uso está vinculado a la experiencia directa y la valoración personalizada.

Las estimaciones del Valor Estadístico de la Vida (VSL) han generado numerosas revisiones bibliográficas y metanálisis, con una amplia variedad de estimaciones publicadas en diversos estudios (Majumder et al., 2017; Doucouliagos et al., 2012; Viscusi et al., 2017; Kluve y Schaffner, 2008; Kochi et al., 2006). Sin embargo, la mayoría de estos estudios se centran en contextos específicos, como países de altos ingresos y riesgo ocupacional. Aunque los metanálisis suelen combinar estimaciones de varios estudios, hay pocos que describen detalladamente los métodos utilizados para obtener el VSL y su prevalencia en diferentes sectores y países (Keller et al., 2021). Dada la creciente utilización del análisis de costo-beneficio en diversos sectores, es crucial profundizar en el conocimiento de los diferentes métodos disponibles para estimar el VSL.

El método tradicional de CV para medir el valor de la seguridad vial ha sido criticado por especialistas en comportamiento humano y economistas, argumentando que este no refleja la decisión real que toma la gente al elegir entre rutas alternativas (Fischhoff, 1991; 1997, Hausman, 1993; Diamond and Hausman, 1994). Por lo tanto, varios estudios han utilizado técnicas de elección declarada o análisis conjunto, los cuales ofrecen una forma más precisa y detallada de medir las preferencias de los individuos y pueden ayudar a evitar algunos de los problemas de validez asociados con la valoración contingente.

Bahamonde-Birke et al. (2015) concluyen que la metodología CE es la más prometedora de todos los métodos en el enfoque SP, pero se requiere de más investigación empírica para lograr una conexión efectiva entre la investigación y las metodologías aplicadas en

la práctica. Márquez y Avella (2012) realizaron un estudio de CE para estimar el VSL para Bogotá y calibraron varios modelos de elección discreta para determinar la disposición a pagar de las personas para reducir el riesgo de morir en un accidente de tránsito. Recomiendan aplicar el estudio en diferentes situaciones de elección donde esté presente el atributo del riesgo de morir en un accidente de tránsito, tanto en contextos urbanos como viales. Otros autores que han preferido este método son Rizzi y Ortuzar (2003), Alberini y Scasny (2010), Niroomanda et al. (2016), Carlsson et al (2008), entre otros.

Por otro lado, Fluegel et al. (2019), mediante la metodología de CV se encontraron una diferencia en la valoración del riesgo de accidente entre conductores de automóviles y pasajeros de autobuses, pero las estimaciones medias de VSL y VSSI no resultaron estadísticamente significativas. Por lo tanto, no se recomienda utilizar valores de seguridad diferentes para pasajeros de autobuses y conductores de automóviles en la evaluación de proyectos. Se sugiere fomentar la mejora y el desarrollo de nuevos escenarios de preferencia declarada en futuros estudios. Wisutwattanasak et al. (2022) destacan la importancia de considerar cuidadosamente el método de análisis en los estudios de WTP para reducción de accidentes de tráfico. Se destaca la necesidad de considerar la heterogeneidad no observada en el proceso de modelado para obtener resultados más precisos. Ignorar esta característica puede llevar a resultados sesgados, por lo que se sugiere aplicar el concepto de heterogeneidad no observada introducido por Mannering et al. (2016) en la investigación de seguridad vial. Otros investigadors que utilizaron la técnica de CV son Andersson y Lindberg (2008), Leiter (2009); Carlsson et al (2002), entre otros.

Sin embargo, en algunos países no hay una estimación adecuada del valor de una vida estadística (VSL) basado en SP, lo que lleva a los analistas a recurrir a la transferencia de beneficios para obtener una estimación basada en estimaciones derivadas en otros lugares (Dahdah y McMahon, 2008). La OCDE (2012) describe cinco métodos para realizar la transferencia de beneficios, ordenados por la cantidad de información que se incorpora en el proceso de transferencia, y la calidad de una función de transferencia de beneficios se mide utilizando el análisis de errores de transferencia, basándose en Navrud y Ready (2007), Kristofersson y Navrud (2005) y Kristofersson y Navrud (2007).

La función de transferencia desarrollada por Milligan et al. (2014) se basa en datos desagregados por nivel de ingreso y se utiliza para medir el valor de la vida estadística (VSL) en ingeniería de seguridad vial en países en desarrollo. Esta función es adecuada para países con un PIB per cápita entre $1.268 y $20.000 en dólares internacionales de 2005, mientras que se necesitan métodos alternativos para países por debajo de este rango. El estudio encontró diferencias significativas en la elasticidad ingreso VSL y en el efecto del contexto de riesgo de tráfico entre países en desarrollo y de ingresos altos. La incertidumbre cuantificada respalda el análisis de riesgo probabilístico y de sensibilidad para las inversiones en seguridad vial. Luego, esta función de transferencia

es una herramienta útil para evaluar el desempeño de proyectos de seguridad vial en países en desarrollo, considerando la incertidumbre de los datos.

Como conclusión puede argumentarse que la elección del modelo adecuado para estimar el valor de la vida estadística (VSL) y el costo social de las lesiones en accidentes de tráfico depende de la metodología utilizada para obtener WTP. La calidad y precisión de los resultados obtenidos mediante la modelación econométrica debe ser evaluada mediante estadísticas de bondad de ajuste y compararlos con los valores reportados en la literatura previa para asegurar que sean coherentes y consistentes. Hay diferentes enfoques para obtener la WTP, como el enfoque SP que se basa en encuestas diseñadas para determinar cuánto dinero estarían dispuestos a pagar las personas por una pequeña reducción en el riesgo de mortalidad. Los modelos econométricos más comúnmente utilizados bajo este enfoque incluyen el modelo de regresión logística, modelos Tobit, modelos no lineales y modelos de Variable Latente. Las estimaciones del VSL pueden variar dependiendo del método utilizado y otros factores, como los errores de muestreo, diferentes datos, decisiones metodológicas y sesgos de publicación. Es importante entonces considerar cuidadosamente la metodología utilizada y tener en cuenta los diferentes factores que influyen en la estimación del VSL al realizar análisis costo-beneficio en el sector público.

2.3. Procedimiento

Los análisis, criterios y recomendaciones para la modelación econométrica para estimar el valor estadístico de la vida (VSL) y el costo social de lesiones de accidentes de tráfico incluyen:

- Minimización de sesgos: dado que se reconoce en la literatura de investigación (tanto estudios bajo enfoque SP como RP) que los diferentes diseños de encuesta pueden afectar en gran medida las respuestas de la encuesta, se debe procurar establecer un diseño muestral adecuado, una encuesta con la formulación correcta de las preguntas, que incluya una escala de valoración, que sea validada mediante pruebas piloto, y seleccionar una muestra de comparación para evitar sesgos de publicación. Algunos ejemplos en la literatura son:
    - Para el caso nacional Greenlab (2014), en donde se utilizó un diseño muestral probabilístico y estratificado para obtener una muestra representativa, considerando tasas de rechazo más altas en sectores de alto ingreso.
    - Según la evidencia empírica, los investigadores han sugerido que proporcionar información a los encuestados sobre los riesgos y costos de bienes y servicios alternativos en el mercado mejora su capacidad para tomar decisiones racionales en mercados hipotéticos (Bhattacharya, 2006).
    - Norinder et al., (2001) encontraron que cuando los encuestados tienen un punto de referencia y valoran diferentes magnitudes de reducción de

riesgos, la WTP varía internamente según el alcance, por lo que la incertidumbre en las preferencias puede generar sesgos hipotéticos y de escala.
    - Corso et al., (2001) descubrieron que el uso de ayudas visuales de distintos tipos puede ayudar a reducir estos sesgos.
    - Rizzi y Ortuzar (2003) proponen un enfoque alternativo para tratar el problema de la insensibilidad al alcance. Argumentan que las personas perciben los riesgos en términos del número real de accidentes o muertes, en lugar de probabilidades objetivas. Por lo tanto, utilizan el número absoluto de accidentes diarios con al menos una víctima mortal, promediado anualmente, como una medida sustituta del riesgo.
- Elección de variables explicativas: se recomienda incluir variables relacionadas con el nivel de riesgo de muerte, la severidad de las lesiones y la percepción de los individuos sobre el riesgo. También se deben considerar variables socioeconómicas y demográficas. Es decir, variables tales como:
    - Socioeconómicas y demográficas: sexo, edad, nivel educacional, ingreso, estado civil, si tiene hijos, etc. Incluso algunos autores preguntan sobre la tendencia política (Wiser, 2007, Loomis, J. B., & DuVair, P. H., 1993).
    - Comportamiento en la calle y el tipo de usuario a que pertenece para realizar sus labores cotidianas (peatón, automovilista, ciclista, etc.), y los tiempos de desplazamiento promedio.
    - Historial de accidentes y percepciones: tuvo un accidente, que tan severo fue, bajo que modalidad de usuario ocurrió, usaba implementos de seguridad, que usuario cree que es más probable que tenga un accidente, etc.
- Selección del modelo econométrico: se sugiere utilizar modelos de regresión no lineal, y modelos de elección discreta. Todos estos modelos explican la elección (discreta) de un perfil de reducción de riesgo, y permiten estimar la disposición a pagar por cada uno de los atributos y niveles, en particular por el de reducción de probabilidad de muerte. En particular se sugiere:
    - Modelo logit condicional, logit mixto, y variables latentes para el caso de CE
    - Modelo logit binario y probit para CV
- Estimación de los parámetros del modelo: se deben utilizar técnicas de estimación robustas para garantizar que los resultados sean precisos y confiables.
- Validación del modelo: aparte de los tradicionales análisis de la bondad de ajuste del modelo, una propuesta es realizar una validación interna para verificar la capacidad predictiva del modelo. Es decir, que se evalué la predicción del modelo para las respuestas de los encuestados, dadas sus características (variables independientes del modelo). Por ejemplo , que el modelo prediga un Sí, cuando el encuestado correspondiente dijo Sí, es decir, su capacidad para predecir correctamente o discriminación. Y también su capacidad de que las probabilidades predichas se ajustan adecuadamente a las probabilidades observadas en la población de estudio.

- Interpretación de los resultados: se deben interpretar los resultados en términos de las variables utilizadas en el modelo y considerar la validez y fiabilidad de las estimaciones.
- Uso de los resultados: se deben utilizar los resultados para informar la toma de decisiones de políticas públicas relacionadas con la prevención de accidentes y la mejora de la seguridad vial.

De la misma forma, es preciso definir el contexto, el cual se refiere a lo que se está investigado, como la mortalidad, morbilidad, y la seguridad vial; el tema específico, como el grupo de población, como el estatus socioeconómico, la edad y el género; y otras características relevantes, como la intervención privada o gubernamental.

La modelación econométrica es una técnica valiosa para estimar el VSL y el costo social de las lesiones de accidentes de tráfico. Sin embargo, es importante realizar un análisis cuidadoso y riguroso para asegurar la precisión y la calidad de los resultados obtenidos. Por ello se deben considerar cuidadosamente los criterios para la selección de variables explicativas y modelos econométricos, así como la estimación y validación de los parámetros del modelo. Además, es importante interpretar los resultados de manera apropiada y utilizarlos de manera efectiva para informar la toma de decisiones.

Como resumen del capítulo se tienen los siguientes puntos:

i. La estimación del Valor de la Vida Estadística (VSL) y el costo social de las lesiones en accidentes de tránsito dependen de la metodología utilizada para obtener la disposición a pagar (WTP).
ii. Se debe evaluar cuidadosamente el modelo utilizado para la estimación del VSL, considerando estadísticas de bondad de ajuste y comparaciones con valores reportados en la literatura previa.
iii. En el sector público, al realizar análisis costo-beneficio, es importante tener en cuenta la metodología utilizada y los diferentes factores que influyen en la estimación del VSL.
iv. Los enfoques de CE y CV son comúnmente utilizados para obtener la WTP, especialmente a través de encuestas diseñadas para determinar cuánto dinero las personas estarían dispuestas a pagar por una reducción en el riesgo de mortalidad.
v. Las preguntas abiertas suelen producir estimaciones más bajas en comparación con las preguntas de opción dicotómica, y se valora más una provisión privada que una provisión pública del mismo bien en las estimaciones de WTP.
vi. Aunque existen numerosas estimaciones publicadas del VSL, la mayoría se restringen a contextos específicos, como países de altos ingresos. Es necesario que los investigadores comprendan los diferentes métodos disponibles para obtener el VSL y los factores que influyen en su estimación, con el fin de mejorar los análisis de costo-beneficio en varios sectores.

3. Recomendaciones para el diseño y pilotaje de encuestas para estimar la disposición a pagar por reducción de muertes en siniestros de tránsito

3.1 Aspectos generales

El Sistema Nacional de Inversiones de Chile utiliza el Valor de la Vida Estadística (VSL) para evaluar proyectos, que se obtiene a partir de estudios como el de Greenlab UC (2014), que se centró en el Gran Santiago y no incluyó el transporte dado que el objetivo principal del estudio no era estimar el Valor de la Vida Estadística en el contexto del transporte, sino principalmente en el contexto de la contaminación atmosférica[21]. En 2017, se ajustó el VSL a nivel nacional y se estimó en 81.739 UF. La última actualización del MDS son 60.000 UF, para el período 2023-2025.[22] La construcción actual del VSL permite valorizar la disminución del riesgo de muerte y el costo social de lesiones, asociadas a accidentes de tránsito como solución de corto plazo, por lo que se pone de manifiesto la necesidad de desarrollar una metodología integral de evaluación al respecto.

La metodología propuesta debe considerar variables relevantes como edad, ingresos, percepción y actitud frente al riesgo, modo de transporte, entre otras., y minimizar los sesgos inherentes a las encuestas, utilizando dentro de estas herramientas visuales para comprender el contexto. Notar que los riesgos dependen considerablemente del rango etario de las personas, por lo que es aconsejable realizar diseños específicos para cada rango. La metodología debe ser replicable a nivel nacional y permitir derivar resultados para el Sistema Nacional de Inversiones. A priori, se debe entender adecuadamente el por qué las respuestas a los instrumentos de valoración podrían ser distintas entre regiones o ciudades. Entender este problema, al menos a nivel de hipótesis, ayuda a diseñar los estudios de valoración.

A partir de la evidencia recopilada en informes previos, se recomienda el uso de métodos basados en preferencias declaradas para medir la disposición a pagar de los encuestados. Estos métodos han sido más populares que los basados en preferencias reveladas en los últimos años, debido a la estabilidad de las estimaciones VSL que se derivan de los estudios de preferencias declaradas. Y en particular, porque las preferencias declaradas se pueden ajustar a muchos casos en que datos de preferencias reveladas no existen.

Los métodos de preferencias declaradas han avanzado en mitigar problemas como los sesgos de alcance y escala, la falta de respuestas sistemáticas ante pequeños cambios

[21] El enfoque en el transporte se utilizó para identificar posibles diferencias en las disposiciones al pago asociadas al tipo de muerte.
[22] Valor Estadístico de la Vida, MDS, 2017, https://sni.gob.cl/storage/docs/230401_Informe_Precios_Sociales_2023_SNI.pdf

en el riesgo, y la influencia de factores altruistas o egoístas, entre otros. Aunque es difícil obtener una estimación precisa de la disposición a pagar y, por ende, del VSL a través de los métodos de preferencias declaradas, se acepta generalmente como el método más válido para evaluar el valor de la prevención del riesgo vial.

En este sentido, el estudio de Strand et al. (2001) es una referencia importante para comparar los métodos de preferencias declaradas y describir la metodología para obtener el VSL mediante dos métodos y sus combinaciones en relación con bienes públicos y privados, y para distinguir entre causas de muerte. Se enfatiza la importancia del análisis de los diferentes instrumentos de levantamiento de información primaria y se proporciona un ejemplo de preguntas específicas que podrían incluirse en un cuestionario para evaluar el VSL. Finalmente, se menciona una recomendación para modelar las respuestas de la VSL, mediante la consideración de la respuesta a cada cantidad propuesta como una única opción que no implique otros atributos que las víctimas y los costos.

Los estudios bajo el enfoque de SP han enfrentado problemas de sesgos, como el hipotético y el de alcance/escala. El primero se refiere a la tendencia de los encuestados a exagerar su disposición a pagar en un escenario hipotético en comparación con una situación real de mercado, lo que lleva a una sobreestimación del VSL y una presentación errónea de las inversiones públicas. El sesgo de alcance/escala se relaciona con la insensibilidad de la disposición a pagar a la cantidad o tamaño del bien valorado, lo que hace que la disposición a pagar (WTP), por unidad de reducción del riesgo, o VSL, puede fijarse arbitrariamente y hay problemas de sesgo de actitud y percepción de la mejora de seguridad como un bien privado. La superación de estos problemas se vuelve más complicada en mejoras de seguridad donde las reducciones de la probabilidad de mortalidad o lesiones por accidentes son pequeñas. Por lo tanto, se requiere mejorar los diseños de estudio y educar a los encuestados durante el desarrollo de la encuesta para que la forma en que respondan permita contribuir en la reducción del sesgo en este tipo de situaciones.

Para mitigar los sesgos en las encuestas sobre seguridad vial, es necesario tomar medidas como el uso de escalas de certeza y considerar la incertidumbre de las preferencias y limitaciones presupuestarias de los encuestados. Además, se pueden mejorar la calidad del diseño del estudio y utilizar incentivos económicos para aumentar la motivación de los encuestados y reducir el sesgo hipotético. Otro sesgo que debe ser mitigado es el sesgo de alcance/escala. Para ello, es recomendable utilizar diseños de estudio que permitan comparar diferentes niveles de mejora de seguridad y evaluar la disposición a pagar en función de diferentes factores. También es importante hacer preguntas específicas que reflejen la intención real del encuestado e informar sobre la importancia de la seguridad vial para reducir el sesgo de actitud y percepción de la mejora de seguridad como un bien privado.

Se sugiere evaluar la aplicabilidad de las funciones de transferencia como complemento a los estudios basados en el enfoque SP, que se realizan mediante encuestas de gran escala en países de ingresos medios como Chile, junto con la regla general recomendada por iRAP. Esta regla utiliza un enfoque alternativo basado en datos disponibles de SP y RP de una serie de países. No obstante, es importante considerar que los valores hipotéticos de la WTP a menudo superan los valores reales debido a que los encuestados no tienen en cuenta plenamente sus limitaciones presupuestarias, no están seguros de su verdadera valoración o su intención de actuar depende del contexto actual.

En el caso chileno, una referencia importante es el estudio de Rizzi & Ortuzar (2003), quienes desarrollaron un experimento de elección de una ruta hipotética entre Santiago y Valparaíso para la estimación del VSL, señalando que las ventajas de este experimento son que las alternativas son del mismo tipo de riesgo y es posible describir las rutas con varios atributos (por ejemplo, el tiempo de viaje además del riesgo de lesiones y el costo del viaje en rutas alternativas). Además, indica que las conclusiones de esta investigación ofrecen cifras útiles para las autoridades encargadas del diseño de seguridad vial en América Latina y otros países en vías de desarrollo, siendo más apropiadas que las obtenidas de países industrializados.

En cualquier caso, se enfatiza que la aplicación de funciones de transferencia debe ser solo un complemento al estudio de la obtención de la WTP a través de encuestas mediante el enfoque SP, ya sea a través de CV, CE, o una combinación de ambas, con la participación de profesionales de las áreas de la econometría, expertos en seguridad vial, ingeniería de transporte, expertos en métodos de encuesta y muestreo, profesionales del área de las ciencias sociales (psicología, sociología y/o antropología social) y economía de transporte.

De esta forma, se recomienda que la metodología propuesta para medir la disposición a pagar de los encuestados para la valoración de la VSL en el contexto del transporte contemple la minimización de sesgos, el control de variables relevantes y el uso de herramientas visuales para comprender el contexto. También se sugiere el uso de métodos basados en preferencias declaradas, y se recomienda el estudio de Strand et al. (2001) como referencia fundamental. Además, se deben mitigar los sesgos de alcance y escala, mediante el uso de escalas de certeza y considerando la incertidumbre de las preferencias y las limitaciones presupuestarias de los encuestados.

CUADRO RESUMEN PROPUESTA METODOLOGICA PARA DISEÑO Y PILOTAJE

Se sugiere que, para estimar el VSL, se utilicen métodos basados en preferencias declaradas a través de una encuesta presencial. El diseño del cuestionario debe incluir preguntas sobre información personal, conocimientos, actitudes y preferencias de los encuestados ante comparaciones por pares de diferentes proyectos hipotéticos que tengan como objetivo reducir la posibilidad de muerte por accidentes de tránsito. Es importante mitigar los sesgos utilizando escalas de certeza y considerando la

incertidumbre de las preferencias, así como las limitaciones presupuestarias de los encuestados. Además, se sugiere evaluar la factibilidad de complementar este estudio bajo el enfoque SP que utiliza la encuesta de gran escala, evaluando la aplicabilidad de funciones de transferencia para países de ingresos medios. En conclusión, se sugiere realizar un estudio de valoración contingente y de experimentos de elección (Choice Experiments) en forma simultánea para los grupos y/o zonas escogidas previamente. Para ello es necesario que los atributos de ambos estudios sean compatibles en términos de valores y de diseño (niveles, y tamaños muestrales).

3.2 Aspectos del análisis cualitativo y los focus group en el pilotaje

El análisis cualitativo implica la exploración de las experiencias, percepciones, actitudes y comportamientos de los participantes en relación con el tema en cuestión. Se refiere al estudio de los aspectos subjetivos de un fenómeno, que permiten comprender la complejidad y diversidad de las perspectivas de los participantes, en este caso específicamente en cuanto a territorio, género, medio de transporte utilizado, edad, entre otros.

Por otro lado, el focus group es una técnica de investigación que implica la participación de un grupo de personas en una discusión guiada sobre un tema específico, lo que permite recopilar opiniones y percepciones más profundas y variadas sobre el tema. Al integrar el análisis cualitativo y focus group en el proceso de diseño y pilotaje de encuestas para medir la disposición a pagar por la disminución de muertes y lesiones en la siniestralidad vial, se puede obtener una comprensión más completa y detallada de los factores que influyen en las decisiones de pago de los participantes. Esta integración permite identificar elementos significativos que podrían no haberse considerado o subestimado en una encuesta cuantitativa solamente.

Además, al obtener una comprensión más profunda en cuanto a significaciones y actitudes relativas a la dimensión vial, se pueden diseñar encuestas que sean más efectivas para medir la disposición a pagar por la disminución de la fatalidad en el contexto de la siniestralidad. Esto a su vez puede ayudar a diseñar políticas públicas efectivas para reducir los accidentes de tránsito y la fatalidad en las carreteras.

En la literatura, varios autores han usado estos procedimientos previamente a la implementación de la encuesta a gran escala. Por ejemplo, para desarrollar la encuesta de CV y redactar los escenarios a presentar, Carlsson et al (2002), Strand (2001) utilizaron tanto focus groups como pilotaje previo a implementar la encuesta final. Bhattacharya (2006) llevó a cabo focus group y entrevistas individuales, seguidos de una prueba preliminar, además de cuatro estudios piloto que incluyeron la implementación de un cuestionario provisional antes de realizar la encuesta final. Alberini et al (2011) encontraron evidencias en los focus group y entrevistas que algunas personas desconfían de que el gobierno pueda implementar los programas propuestos

en los escenarios, y en cambio confían en tomar medidas privadas para reducir los riesgos bajo su propio control.

En definitiva, esta técnica es esencial para entender mejor los factores que influyen en las decisiones de pago de los participantes y obtener una comprensión más profunda en cuanto a temas significativos para este estudio, como las actitudes de riesgo de las personas en sus respectivos territorios y opiniones/percepciones en cuanto a su disponibilidad de pago.

La idea es que antes de realizar el pilotaje de la encuesta, se puedan realizar estos talleres grupales de modo de poder aplicar ajustes al instrumento acordes a la población estudiada, en este caso serían personas naturales distribuidas en el territorio nacional.

A continuación, se presentan algunas sugerencias para integrar estos métodos en el proceso de diseño y pilotaje de encuestas. Se aclara que no existe necesariamente secuencialidad en las sugerencias, pudiendo existir ocurrencias paralelas en dos o más de ellas.

- Antes de diseñar y aplicar una encuesta, es crucial llevar a cabo una exhaustiva revisión bibliográfica y análisis de datos secundarios. Este proceso implica recopilar información relevante, como estadísticas de accidentes de tránsito, estudios de opinión pública, investigaciones cualitativas previas, análisis de casos similares en otros países y revisión de la literatura pertinente. Esta recopilación de datos secundarios proporciona una base sólida para comprender el contexto, identificar brechas de conocimiento y orientar el diseño de la encuesta, asegurando que se aborden de manera efectiva los aspectos clave del tema de interés.
- Identificar los temas y preguntas relevantes: Antes de realizar el focus group, es importante definir los temas y preguntas relevantes para el estudio. Estas preguntas deben estar enfocadas en obtener información sobre los factores que influyen en la disposición a pagar por disminución de muertes o lesiones en el contexto de siniestralidad de tránsito.
- Realizar entrevistas en profundidad: se pueden realizar entrevistas en profundidad a una muestra representativa de la población para explorar en detalle sus percepciones, actitudes y comportamientos en relación con la disminución de la fatalidad en el contexto de siniestralidad de tránsito. También es deseable llevarlas a cabo con expertos en el tema, y representantes de las entidades involucradas en el manejo de información y su registro (carabineros, compañías de seguros, DEIS, etc.).
- Elección de la muestra: es relevante elegir un grupo representativo y diverso de cada territorio, cuestión que permita ver diferencias relevantes en cuanto a la comprensión del instrumento, actitudes de riesgo, caracterización de los modos de movilización del territorio, entre otros. Estos podrían estar compuestos por

personas con diversidad etaria, de género, urbanidad, vehículo de transporte, entre otros.

- Realizar focus groups: El objetivo del focus group es explorar y comprender en profundidad las opiniones, actitudes y percepciones de los participantes sobre los temas relevantes para el estudio. Se pueden llevar a cabo focus groups con grupos específicos de la población que se espera que estén más afectados por los accidentes de tránsito, como conductores jóvenes, ciclistas, motociclistas o peatones. Esto permitirá obtener información valiosa sobre las percepciones, actitudes y comportamientos de estos grupos en particular.
- Analizar los resultados del focus group: Después de realizar el focus group, se debe analizar y sintetizar los resultados. Esto permitirá identificar los patrones, tendencias y factores clave que influyen en la disposición a pagar de los participantes.
- Diseñar la encuesta final: Con los resultados del focus group, se puede diseñar una encuesta que incluya preguntas cerradas y abiertas para obtener información cuantitativa y cualitativa. Las preguntas cerradas pueden ser utilizadas para medir la disposición a pagar de los participantes, mientras que las preguntas abiertas pueden ser utilizadas para obtener información más detallada y profunda sobre los factores que influyen en la disposición a pagar.
- Pilotear la encuesta: Después de diseñar la encuesta, y antes de implementarla a gran escala, es importante probarla en un grupo piloto (grupos de discusión, focus, etc.) para evaluar la efectividad de las preguntas y la comprensión de los participantes. Durante el proceso de pilotaje, es importante incorporar la retroalimentación de los participantes para mejorar la calidad y validez de la encuesta. Con los resultados de la encuesta piloto para hacer ajustes a la encuesta y mejorar su validez y confiabilidad.
- Analizar los resultados de la encuesta de gran escala y comparar con los resultados del análisis cualitativo y focus group: Una vez que se hayan recopilado los datos de la encuesta de gran escala, es importante comparar los resultados con los del análisis cualitativo y focus group. Esto puede ayudar a entender mejor los factores que influyen en la disposición a pagar por disminución de fatalidad y mejorar la precisión y utilidad de los resultados obtenidos.

En resumen, integrar el análisis cualitativo y focus group en el proceso de diseño y pilotaje de encuestas para la estimación de la disposición a pagar por disminución de fatalidad en el contexto de siniestralidad de tránsito es esencial para obtener una comprensión más completa de los factores que influyen en la decisión de pago de los participantes. Esto permitirá diseñar una encuesta más efectiva y precisa para la estimación de la WTP y finalmente del VSL.

4. Guía de orientación para el diseño y pilotaje de instrumentos a llevarse a cabo en la etapa II del estudio de VVE.

Previo a desarrollar los elementos específicos que deben guiar el diseño y pilotaje de instrumentos, a continuación, se presenta un flujograma, que intenta ayudar a visualizar la secuencia de pasos que se deben seguir, desde la planificación de la encuesta hasta la obtención de los resultados finales. Al presentar la secuencia de procesos de manera agregada y luego desagregarlos en subprocesos y actividades, se facilita la comprensión de cómo se organiza y desarrolla cada etapa de la encuesta.

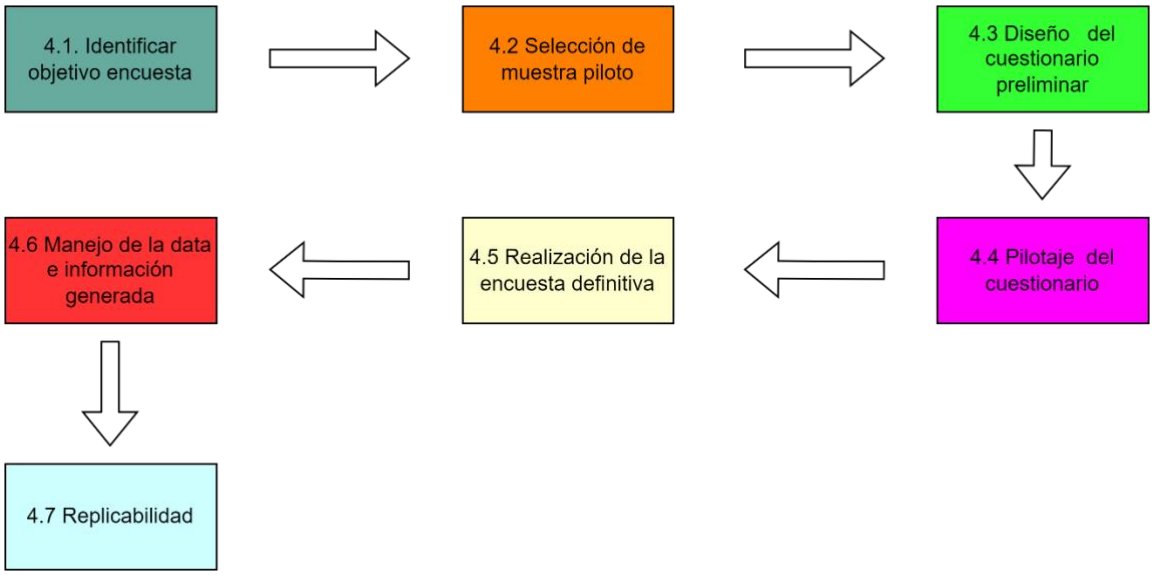
La presentación del flujograma en la guía metodológica es de gran importancia, ya que proporciona una representación visual clara y ordenada de la secuencia de procesos, subprocesos y actividades involucradas en la encuesta. Esto permite a los usuarios comprender de manera rápida y efectiva el flujo de trabajo y la estructura general de la metodología propuesta.

Además, el flujograma proporciona una visión general del problema que se aborda en la guía metodológica, en este caso, la medición de la disposición a pagar por reducir el riesgo de muertes en siniestros de tránsito. Permite identificar de manera clara los pasos necesarios para llevar a cabo una encuesta efectiva y obtener información precisa sobre este tema.

Se debe enfatizar que esto resume las actividades y tareas asociadas a cada proceso y subproceso, por lo que para un mayor detalle o desagregación se debe consultar e capitulo 4.

Primeramente se presenta la secuencia de los procesos generales, los cuales están desarrollados como secciones dentro del presente capítulo 4. El formato de cada uno se presenta de un color difernte para un mejor visualización.

Diagrama Secuencia general de los procesos de la guía metodológica



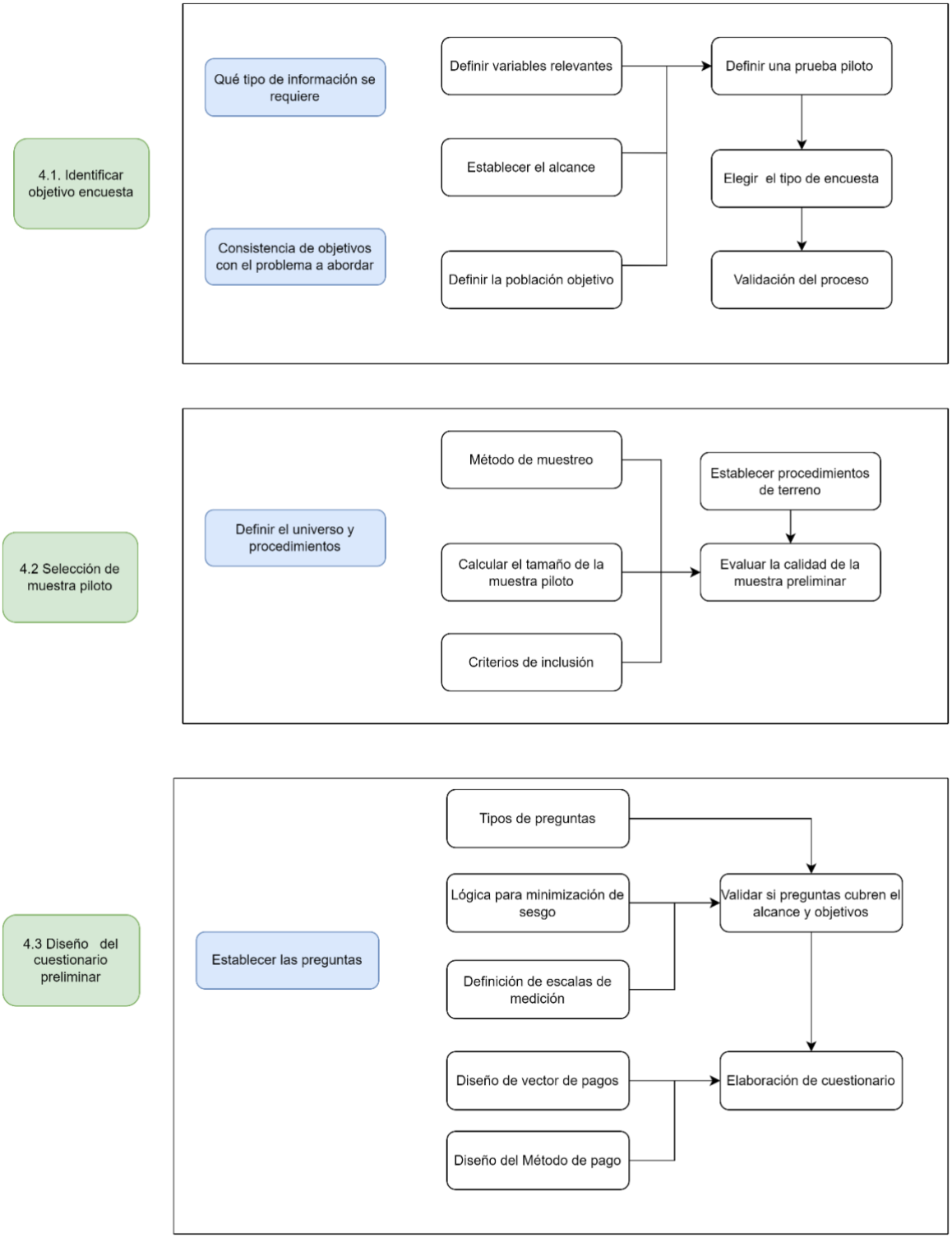
Fuente: Elaboración propia

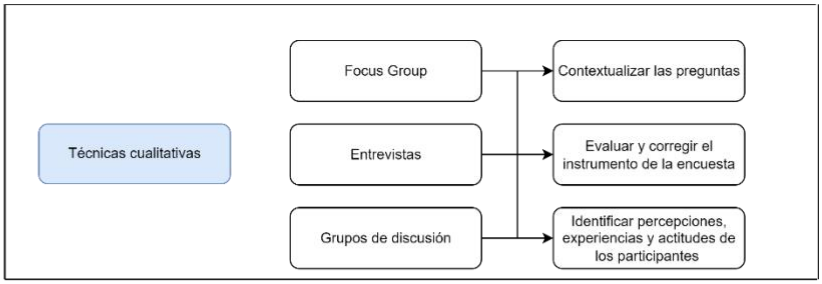
Seguidamente se desagrega cada proceso en sus respectivos subprocesos y actividades o tareas. Para cada proceso, de color verde, se presenta, encerrado en un rectángulo, los subprocesos, en color azul, seguido de la secuencia de tareas o actividades principales, las cuales están sin color, y entre las cuales puede establecerse relaciones de secuencialidad, que se reflejan por las uniones por medio de flechas.

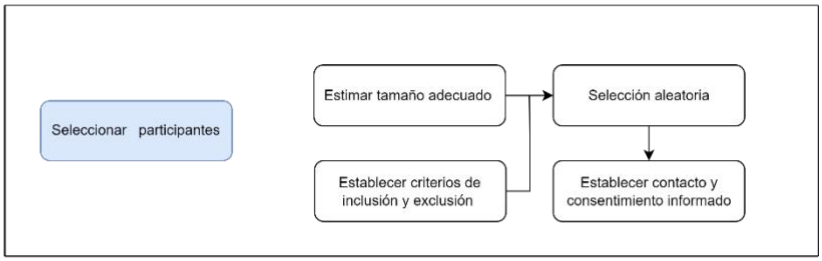
Se reafirma que para un mayor detalle de las actividades y tareas se debe consultar el capítulo 4, dado que, en algunos procesos, como, por ejemplo, en el 4.5 Realización de la encuesta definitiva, no se profundiza mayormente en el proceso de selección de la muestra definitiva, ya que, guardando las proporciones, es similar al que se presenta en el proceso 4.2 selección de la muestra piloto. Esto para no llenar de texto repetitivo en el diagrama.

De la misma forma, el proceso 4.4 de pilotaje, dadas sus dimensiones, se presenta en una hoja aparte, solo para su descripción.

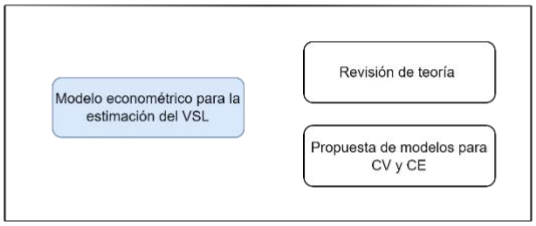
Diagrama Secuencia desagregada de los procesos de la guía metodológica

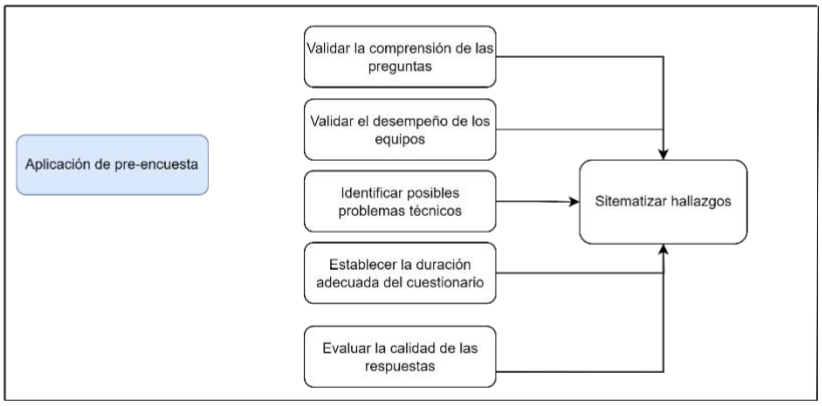


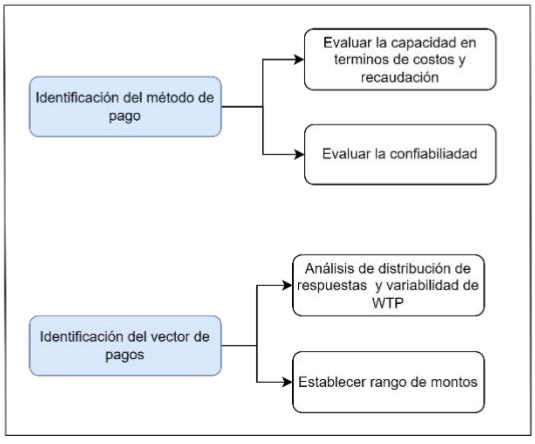


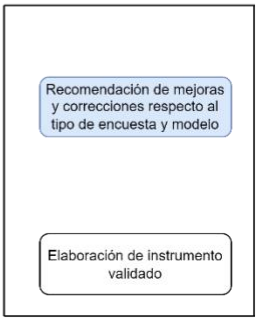


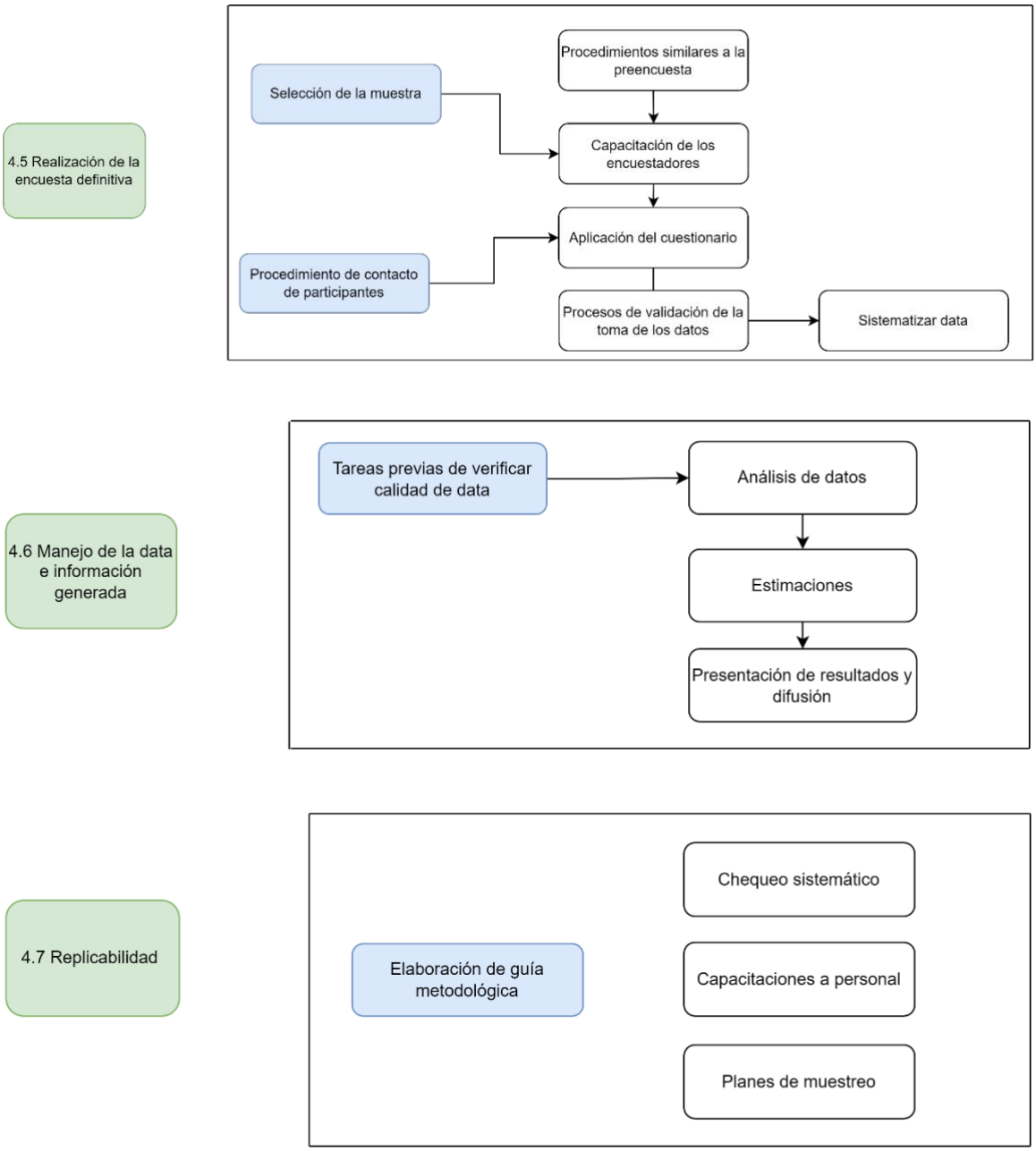
4.4 Pilotaje del cuestionario











Fuente: Elaboración propia

Los aspectos de la metodología propuesta para el diseño y pilotaje de encuestas para estimar la disposición a pagar por reducción de muertes en siniestros de tránsito se presentan a continuación.

4.1. Identificación del objetivo de la encuesta

En esta etapa, se busca determinar el propósito y la finalidad de la encuesta, es decir, lo que se pretende lograr mediante la recopilación de datos y los aspectos o preguntas específicas que se abordarán. Es un paso crítico en el diseño de la encuesta, ya que orienta la selección de los temas a tratar, las preguntas a formular y la metodología de recopilación de información.

Lo anterior está condicionado obviamente a las directrices institucionales que requieren llevar a cabo una evaluación social efectiva de iniciativas de inversión en el sector del transporte, las cuales deben considerar tanto los costos como los beneficios asociados a la reducción o aumento del riesgo de accidentes[23]. En este sentido, se utiliza el VSL como una medida de la valoración monetaria que la sociedad asigna a la disminución del riesgo de fatalidad relacionado con los accidentes de tráfico. En este caso es relevante decidir si se quiere estimar el valor para toda la población o por grupos particulares (niños, adultos, mujeres) o también si se desea que ese valor refleje o responda a otros atributos relevantes que caracterizan a la población como el altruismo (es decir si es la disposición a pagar por la reducción de probabilidad de muerte para un grupo poblacional distinto al del encuestado) o actitudes y percepciones de riesgo. Todas estas definiciones condicionan el diseño de la encuesta, la inclusión de atributos y preguntas y el análisis de datos.

Para obtener finalmente el VSL, la encuesta levanta información mediante la estrategia SP, para lo cual debe obtener respuestas relativas a la WTP de los encuestados por una reducción en el riesgo de muerte o lesiones debidas a accidentes de tráfico. Pero los datos de riesgo presentado en la encuesta dependen del grupo objetivo que se desea estudiar (por ejemplo, jóvenes entre 18 y 26 años que tienen distinta tasa de riesgo a adultos) y del grupo de encuestados (los mismos jóvenes, sus padres, o la población en general)

Aparte de levantar información sobre variables sociodemográficas de los usuarios, tales como el género y edad, es preciso obtener datos relacionados a factores tales como las características geográficas del país y las posibles variaciones en la cantidad de accidentes en diferentes períodos del año y del día, tipo de vehículo y alcance urbano-rural, información puede provenir por ejemplo de las bases de datos de Carabineros de Chile o del DEIS. Esto conduce a establecer los aspectos o preguntas específicas que se abordarán en la encuesta. Esto puede ser complementado con llevar a cabo una consulta a expertos que puedan brindar orientación sobre los datos necesarios para el estudio y las variables clave a considerar, como también con entrevistas o focus group con

[23] Es importante señalar que una reducción del riesgo de fatalidad se traduce en un aumento de la esperanza de vida de la población.

personas que tengan experiencia o estén involucradas en el problema que se está abordando.

Al respecto, la no implementación estandarizada de una metodología para estimar el riesgo de accidentes de tránsito y el costo social de las lesiones asociadas, específicamente en el contexto chileno y desagregado por zona geográfica y tasas de accidentabilidad, constituye un problema importante en la política pública nacional. Esto ha sido restringido por las capacidades institucionales de desplegar el levantamiento de información en los diferentes contextos nacionales, entre otros.

Además, a nivel de objetivos estratégicos ministeriales y de las instituciones del Estado, no se ha establecido como política nacional si las muertes y lesiones en accidentes deben alcanzar un nivel tolerable definido. Para mejorar la evaluación y toma de decisiones en seguridad vial, es necesario investigar el cálculo de los costos de los accidentes y la aplicación de niveles de lesiones, junto con la consideración de otros indicadores de rendimiento. Al clarificar el problema, se pueden abordar aspectos importantes en el desarrollo del estudio, como la identificación de la población objetivo a la que se desea reducir el riesgo, la claridad en los términos utilizados en la encuesta y la consideración de factores que pueden influir en la disposición a pagar. Tomando en cuenta estas consideraciones, se podrá alinear el objetivo de la encuesta con el contexto al cual está sometido el levantamiento de la información, y medir la disposición a pagar de los encuestados, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones y políticas públicas.

Conociendo el objetivo de la encuesta y las limitaciones del contexto, se puede planificar el diseño del cuestionario y otros instrumentos que permita obtener información relevante sobre la disposición de las personas a pagar por reducir el riesgo de lesiones o muerte en accidentes viales, con enfoque específico en la estimación del Valor de la Vida Estadística y el costo social de las lesiones en accidentes de tráfico, considerando factores sociodemográficos y económicos propios de cada área geográfica, entre otros.

A continuación, se desagregan 2 subetapas relacionadas la primera con establecer las condiciones y necesidades para determinar el tipo de información requerida para llevar a cabo un estudio para obtener el VSL, y la segunda con el contexto para la alineación de los objetivos de la encuesta con los problemas a abordar en su desarrollo.

4.1.1. Qué tipo de información se requiere

Para determinar el tipo de información necesario para la encuesta, es importante conjugar los objetivos específicos del estudio con el contexto al cual está sometido para definir qué aspectos del problema se abordarán y qué preguntas se pretenden responder. De ese examen surgen las variables y factores sobre los cuales se precisa recopilar los datos para generar finalmente la información sobre el VSL. Esto requiere revisar la literatura existente, consultando estudios previos y documentos relacionados

con el tema de interés, para identificar las variables relevantes y la información recolectada en investigaciones anteriores.

También es deseable la consulta a expertos en el campo, como académicos o profesionales con experiencia en el tema, quienes pueden brindar orientación sobre los datos necesarios y las variables clave a considerar. Asimismo, es valioso realizar entrevistas y/o focus group con distintos usuarios del sistema vial, para obtener perspectivas y opiniones relevantes sobre la información que debería recopilarse. Además de considerar el contexto específico en el que se desarrolla el estudio, como ubicación geográfica, cultura y políticas públicas, se debe realizar un piloteo del cuestionario para evaluar su claridad y relevancia, y hacer ajustes si es necesario. Al seguir estos pasos, se puede determinar el tipo de información requerida de manera efectiva y adaptada al objetivo de la encuesta.

La disponibilidad de información relevante es fundamental para realizar estimaciones precisas en la estimación de VSL. Para obtener posteriormente indicadores de rentabilidad sólidos y confiables asociados a las políticas públicas en seguridad vial, es esencial estimar adecuadamente el VSL, considerando factores relevantes como la tasa de accidentabilidad según contexto geográfico, período del día, temporada del año, o de variables sociodemográficas como la edad, género, ingreso, entre otros. Además, es importante cuantificar los costos sociales asociados con lesiones no mortales, utilizando costos de lesiones según su gravedad y la tasa de accidentabilidad desagregada por los factores relevantes.

Los factores relevantes mencionados definen en gran medida la información que se necesita para llevar a cabo las estimaciones posteriores, para determinados conjuntos de la población con sus particulares características, por lo que es preciso conocer el estado de su disponibilidad. Por ejemplo, de acuerdo con la base de datos de Carabineros de Chile, en el período 2010-2019, la cantidad de accidentes en el país ha aumentado significativamente, superando los 90.000 accidentes anuales en los últimos años, lo que equivale a casi 250 accidentes diarios. La tasa de accidentes varía según las características geográficas, por lo que se sugiere desagregar las tasas por región y considerar tasas diferenciadas por temporada y período del día. Además, las mujeres representan el 25% de los involucrados en accidentes mientras que la tasa de mortalidad es siete veces mayor en zonas rurales que en urbanas. Los vehículos particulares son los más involucrados en accidentes (68%) y las motocicletas están en aumento (5,8%).

Algunas recomendaciones que surgen del resumen de este punto son las siguientes:

- Es importante contar con datos de contexto que permitan estructurar un instrumento adecuado. Se deben considerar antecedentes como las tasas de accidentes por habitantes en diferentes regiones, basándose, entre otras, en las bases de datos de Carabineros de Chile.

  - Por ejemplo, las regiones de Aysén y Magallanes han mantenido consistentemente las tasas más altas de accidentes por habitantes a lo largo de los años.
  - Algunas otras regiones, como Arica, Tarapacá y Antofagasta, también han experimentado tasas relativamente altas en períodos específicos. Por otro lado, a nivel nacional, la tasa de accidentes por vehículos ha disminuido en todo el país durante el período de 2010 a 2021 (caída del 23% en el período), con algunas fluctuaciones en cada región.
  - En general, las regiones de Tarapacá, Atacama y Metropolitana tienen las tasas más bajas, mientras que Araucanía y Aysén tienen las más altas. Es interesante observar que las regiones del norte grande y Atacama han experimentado un aumento en la tasa de accidentes, aunque siguen siendo más bajas en promedio que la tasa nacional, a excepción de Arica y Parinacota.
- Hay que considerar que estas cifras pueden variar debido a diversos factores, como la densidad de población, la infraestructura vial y la cultura de conducción. Por lo tanto, se debe interpretar con precaución y no tomar como una medida definitiva del nivel de seguridad vial en cada región.
- Pueden utilizarse varias fuentes de información relevantes, como la revisión de literatura existente, la consulta a expertos en el campo y la realización de entrevistas o focus groups con usuarios del sistema vial.
- Se resalta la importancia de considerar el contexto específico del estudio, como la ubicación geográfica y las políticas públicas.

La sistematización de los datos recopilados contribuye a delimitar el alcance del estudio y perfilar la población objetivo hacia a cuál apuntar en la obtención de los datos para finalmente estimar VSL específicos a sus perfiles y contextos, lo cual se desagrega más adelante. Esto se complementa con el desarrollo paralelo de la siguiente subetapa en la que se debe verificar si los objetivos de la encuesta pueden ajustarse con las limitaciones y problemas que se enfrenta el desarrollo del estudio.

4.1.2. Consistencia de objetivos con el problema a abordar

Al enfrentar limitaciones y problemas durante el desarrollo del estudio, es fundamental evaluar si los objetivos establecidos originalmente siguen siendo alcanzables y relevantes. Es posible que las limitaciones logísticas, presupuestarias o de tiempo afecten la viabilidad de ciertos objetivos, por lo que es necesario realizar ajustes para garantizar que la encuesta siga siendo factible y útil.

Frente al contexto nacional de la falta de una metodología precisa para estimar el riesgo de accidentes de tránsito y el costo social de las lesiones asociadas en el contexto chileno y desagregado por zona geográfica y tasas de accidentabilidad, es fundamental diseñar los instrumentos adecuados para recopilar datos precisos y relevantes, cuyos objetivos establecidos puedan abordar la problemática de su contexto.

Esto implica considerar que, si los problemas o desafíos identificados durante la ejecución del estudio pueden requerir una reevaluación de los objetivos de la encuesta, o si surgen nuevas necesidades o se descubren aspectos críticos que no se habían considerado inicialmente, se puedan adaptar los objetivos para abordar esos problemas de manera efectiva y obtener información relevante. Por ejemplo, que una determinada zona no pudiese capturar información adecuada a la población objetivo, la estimación del VSL podría estimarse utilizando otros procedimientos.

Lo anterior es consistente con lo señalado por Rizzi et al (2003) quienes señalan que, en el contexto vial, el Valor de la Reducción del Riesgo debe incluir una gama de valores probables basados en el nivel de riesgo de cada ruta, más que considerar un enfoque basado en un único valor de reducción de riesgo, independientemente del nivel de riesgo inicial. Este enfoque debería conducir a una mejor asignación de recursos para mejoras de seguridad, evitando la sobreinversión en seguridad en determinadas rutas a expensas de la inversión insuficiente en rutas menos seguras, debido a que dichas inversiones pueden no justificarse en carreteras más seguras per se, pero sí pueden estar justificadas en otras vías peligrosas. Sus conclusiones ofrecen una serie de cifras útiles para los planificadores de seguridad vial de América Latina y otros países en vías de desarrollo, siendo estas cifras más apropiadas que las obtenidas de países industrializados.

También debe considerarse que, aún no se ha establecido como política nacional si las muertes y lesiones en siniestros de tránsito deben alcanzar un nivel tolerable. En caso de que se establezcan niveles aceptables, estos podrían variar desde el nivel 0 adoptado por algunos países como Suecia[24], hasta un número consensuado definido como política de Estado. Esto ayudaría a enfocar los esfuerzos y recursos en la recopilación de datos relevantes para la estimación del VSL según categoría que se establezca (localidad, género, etc.), y de los posteriores indicadores que se pueden derivar de dichas estimaciones (indicadores de seguridad vial, disminución de la esperanza de vida, impacto en el PIB, etc.). Sin embargo, esta discusión solo propone su consideración y la necesidad de disponer de la información necesaria y suficiente para llevar a cabo el establecimiento de niveles o rango tolerables de muertes o lesiones por accidentes de tránsito.

[24] En 1997, el Parlamento sueco adoptó la "Visión Cero", un objetivo de seguridad vial a largo plazo que busca proteger a los usuarios de la carretera de accidentes mortales o lesiones graves mediante el diseño de carreteras y vehículos que eviten dichos incidentes. La visión rechaza la idea de que los accidentes graves son inevitables debido al factor humano y establece que se deben minimizar los errores de los usuarios a través del diseño de sistemas de carreteras y vehículos que se ajusten a esta visión. Algunos ejemplos de estos sistemas son los peraltes de las curvas, las barreras de protección, bandas sonoras y los límites de velocidad. En 1999, el gobierno sueco publicó un programa de 11 puntos para implementar la "Visión Cero", seguido por numerosos programas locales y regionales.

Por ello, es necesario seguir investigando sobre el cálculo de los costos de los accidentes y la aplicación de las definiciones de los niveles de lesiones, junto con la utilización de otros indicadores de rendimiento, para mejorar la evaluación y la toma de decisiones en seguridad vial. Además, se sugiere diseñar el cuestionario teniendo en cuenta las consideraciones sobre la variabilidad de las tasas mencionadas anteriormente.

Al clarificar el problema, se pueden abordar aspectos importantes en el desarrollo del estudio, como identificar la población objetivo, definir claramente los términos utilizados en la encuesta, hacer preguntas claras y concisas, incluir opciones de respuesta específicas y realistas, y considerar factores que puedan influir en la disposición a pagar, como el nivel de ingresos y la percepción del riesgo.

Al abordar esta etapa dichas consideraciones, que tomar en consideración el contexto geográfico y las particularidades sociodemográficas y económicas de los territorios, se contribuirá a definir posteriormente el objetivo de la encuesta y enfocarse en medir la disposición a pagar de los encuestados.

Para ser más concretos, supongamos que se identifica como objetivo reducir los accidentes viales (muertes y lesiones) en las tres carreteras más riesgosas de una región, supongamos la región de la Araucanía. Es posible evaluar estos beneficios usando una estimación promedio del VSL estimada en la ciudad de Santiago. Esto obviamente, puede ser cuestionable porque la población objetivo podría no ser la misma. Es decir, asumir que la población de la Araucanía tiene la misma DAP que la población de Santiago por una reducción en la probabilidad de muerte es un supuesto en principio cuestionable. No obstante, si queremos precisar más la población objetivo, necesitamos más información. Primero, debemos saber quiénes son los involucrados en estos accidentes (lugar de origen, edad, sexo, etc.). Luego, debemos definir si es costo efectivo aplicar una encuesta específica a la población de la región. Dependiendo de la respuesta a la primera pregunta, se debe decidir la segunda. Llevando el ejemplo a un extremo, podría ser el caso de que la mayor accidentabilidad sea de visitantes (turistas) en periodo de verano, por lo que la población objetivo podría no ser necesariamente la población regional sino los turistas (en sus lugares de origen). Este ejemplo, muestra la necesidad de definir correctamente el objetivo y su consistencia con el proceso de recolección de datos.

4.1.3. Subprocesos derivados

Al integrar las 2 subetapas anteriores, se estaría abordando y validando el objetivo de la encuesta, por lo que se describe la secuencia de subetapas y sus actividades tendientes a dar cuenta del proceso principal.

4.1.3.1. Definir variables relevantes

En un estudio de determinación del Valor de la Vida Estadística (VSL), y dadas la determinación del tipo de información que se requiere condicionada a los objetivos de la encuesta, algunas variables mínimas que se deben obtener son las siguientes:

- Características sociodemográficas: Es importante recopilar información sobre el género, edad, nivel educativo, ingresos u otros aspectos relevantes de la población estudiada. Estos datos ayudan a comprender cómo factores demográficos pueden influir en la valoración de la vida y en la disposición a pagar por la reducción del riesgo de accidentes.
- Factores del entorno: Considerar las características intrínsecas del territorio en donde se aplicará la encuesta, como la geografía física, clima, flora y fauna, vulnerabilidad natural, etc.
- Factores de accidentabilidad: Se requiere obtener información sobre la exposición al riesgo de accidentes de la población, como la cantidad de veces que utilizan ciertos medios de transporte, la distancia recorrida, tasas de accidentabilidad, tasas de muertes y lesiones, o cualquier otra variable que indique la probabilidad de estar involucrado en un accidente vial.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la inclusión de variables adicionales puede ser necesaria según el contexto específico del estudio y los objetivos planteados.

4.1.3.2. Establecer el alcance

Es importante establecer el alcance de la encuesta, es decir, qué aspectos específicos de la reducción de muertes en siniestros de tránsito se medirán en la encuesta. Por ejemplo, en Chile en promedio entre el 2016 y el 2019 se produjeron 1.965 muertes, y como se mencionó anteriormente, existen diferencias entre las tasas de accidentabilidad entre regiones, en el tramo horario, período de año, género, etc. Luego, se puede dividir en grupos de acuerdo con características relevantes, conformando un perfil en función de las zonas geográficas, género y las otras variables. Tales grupos conformarían la población objetivo, a la cual deberían realizarse las preguntas de caracterización sociodemográficas y económicas, además de establecer el vector de pagos (BID) que permite determinar el valor de dinero que se solicitará en las encuestas, lo que permite posteriormente mediante análisis econométricos obtener la WTP al utilizar las metodologías de CV y/o CE.

Por ejemplo, en los estudios que utilizaron CV como los de Bhattacharya (2006), Leiter (2009), Anderson y Lindberg (2008), utilizaron una pre-encuesta para definir el vector de pago. Por ejemplo, los últimos investigadores preguntaron a los encuestados si estaban dispuestos pagar un precio determinado por el dispositivo de seguridad, es decir, una única pregunta de elección dicotómica acotada. Dicha pregunta tomo la siguiente forma: ¿Arrendaría el dispositivo para su propio uso por 200 coronas suecas

por año? En total se utilizaron seis niveles de oferta, Bi= 200; 1000; 2000; 5000; 10000; 20000.

Se han realizado estudios de elección discreta (CE) en diversos países para estimar el VSL utilizando el enfoque de elección de ruta hipotética introducido por Ortúzar y Rizzi (2001) y Rizzi et al. (2003). En Chile, se llevaron a cabo experimentos de ECD con conductores de automóviles (Iragüen et al., 2004; Hojman et al., 2005; Rizzi et al., 2006), mientras que en otros países como Países Bajos (De Blaeij et al., 2002), Bélgica (de Brabander, 2006), Australia (Hensher et al., 2009), Noruega (Tofte, 2006; Veisten et al., 2013) y España (González et al., 2016) se aplicaron experimentos similares. En estos estudios, se presentó a los participantes, alternativas de viaje con diferencias en tiempo, costo y otros atributos, y se asignaron vectores de pagos BID para cada opción. Además, se han realizado investigaciones específicas sobre ECD en viajes en bicicleta (Flugel et al., 2015) y personas que salen a caminar (Hensher et al., 2011).

De acuerdo con lo anterior, algunas recomendaciones para considerar sobre el alcance en el diseño de un estudio, ya sea de CE o CV se presentan en los siguientes puntos:

- En caso de diseñar un experimento CE para la estimación del VSL, se debe asegurar la ortogonalidad en el diseño del experimento de elección, evitando la correlación entre los atributos evaluados, para obtener estimaciones precisas de las preferencias de los participantes. Ortogonalidad no es la única propiedad que deben tener los experimentos de elección (Balance, eficiencia). El diseño óptimo de un CE es complejo y requiere del uso de software especializado como Ngene o Stata (dcreate).
- Realizar un análisis detallado e integrado de las principales causas de los siniestros de tránsito, priorizando la seguridad vial en comparación con otros temas, para enfocar las preguntas en aspectos relevantes y obtener datos precisos y útiles.
- Incluir preguntas sobre la percepción de los encuestados sobre la gravedad del problema, su conocimiento de las causas de los siniestros y las medidas necesarias para reducir las muertes y lesiones en las carreteras.
- Considerar la implementación de medidas de seguridad vial específicas, como la construcción de infraestructuras seguras, la mejora de la señalización, la promoción de la educación vial y la aplicación de sanciones más severas para conductores imprudentes. Estas medidas deben ser creíbles por los encuestados.
- Evaluar la latencia de los resultados de los accidentes de tránsito y su impacto en la disposición a pagar de los encuestados, considerando tanto los riesgos inmediatos como los latentes. La latencia también es importante para la credibilidad. Escenarios de cambios inmediatos son poco creíbles y reducen el compromiso de los entrevistados con la encuesta.

- Investigar la percepción de los usuarios de las vías sobre el estado de la infraestructura, la existencia de vías peatonales y ciclovías, y la calidad de los servicios de emergencia en caso de accidentes.
- Estudiar la efectividad de las campañas y programas educativos para fomentar el respeto a las normas de tránsito, especialmente dirigidos a niños, niñas y adolescentes.
- Considerar la inclusión de grupos de edad específicos en la estimación del VSL, como los jóvenes, que son especialmente vulnerables a los accidentes de tránsito.
- Diseñar políticas y estrategias específicas basadas en los resultados de la encuesta, con el objetivo de abordar las principales causas de los siniestros de tránsito y reducir la mortalidad en las vías.

4.1.3.3. Definir la población objetivo

Es fundamental definir la población objetivo de la encuesta, es decir, el grupo de personas que se espera que respondan la encuesta. Definir la población objetivo de la encuesta es un paso crítico para garantizar la validez y representatividad de los resultados obtenidos. En este caso, es importante considerar a todas las personas que pueden estar involucradas en un siniestro de tránsito, incluyendo conductores, peatones, pasajeros y otros usuarios de la vía pública. Los aspectos mínimos que debe tener la población objetivo y la muestra serían:

i. Definición clara de la población objetivo: Identificar y delimitar correctamente el grupo de personas que se espera que respondan la encuesta, incluyendo conductores, peatones, pasajeros y otros usuarios de la vía pública.
ii. Considerar diferentes grupos demográficos: Tener en cuenta las características y comportamientos específicos de cada grupo demográfico, como edad, género, nivel socioeconómico, ubicación geográfica, entre otros.
iii. Representatividad geográfica: Considerar las diferencias geográficas en las características y conductas de la población objetivo, teniendo en cuenta las regiones con mayor incidencia de siniestros viales.
iv. Diseño de preguntas adecuadas para cada grupo: Adaptar las preguntas de la encuesta a cada grupo de población, asegurándose de que se sientan identificados y comprendidos en la encuesta.
v. Identificación de perfiles de conductores: Utilizar modelos de variables latentes y modelos de elección híbridos para identificar diferentes perfiles de conductores y tener en cuenta las preferencias asimétricas en la encuesta.
vi. Considerar la tasa de accidentes por habitantes: Tener en cuenta las regiones con tasas de accidentes por encima de la media nacional al determinar la muestra, asegurando que estén representadas adecuadamente.
vii. Tamaño de muestra adecuado: Determinar el tamaño de muestra suficiente para obtener resultados estadísticamente significativos y confiables, considerando el margen de error y el nivel de confianza deseado.

viii. Inclusión de diferentes contextos viales: Considerar la diversidad de entornos viales, como zonas urbanas, rurales, carreteras principales y secundarias, para obtener una visión integral de la seguridad vial.

ix. Enfoque en la calidad de la información: Garantizar que los encuestados proporcionen respuestas precisas y confiables, utilizando técnicas de validación y verificación de datos.

La ponderación de la muestra también puede ser necesaria para asegurar la representatividad de la población objetivo. En el estudio de Green Lab (2014), se utilizó una muestra ponderada mediante el método raking para ajustar los valores de las variables y representar de manera proporcional a la población objetivo. Esto permitió abarcar a grupos específicos de la población y obtener una tasa de rechazo menor. Asimismo, se utilizaron datos demográficos y de distribución geográfica para establecer los estratos y realizar una ponderación adecuada.

Es importante tener en cuenta estos aspectos al definir la población objetivo y seleccionar la muestra, ya que contribuirán a la validez y representatividad de los resultados de la encuesta sobre seguridad vial.

4.1.4. Actividades o tareas asociadas

La realización de estas actividades permite afinar el diseño de la encuesta, seleccionar la metodología más adecuada y garantizar la calidad de los datos, lo que contribuye a la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos en el estudio. Estas actividades pueden darse de manera simultánea dentro de cada uno de los 3 subprocesos derivados anteriores, y su resultado posibilita la identificación del objetivo de la encuesta.

4.1.4.1 Definir una prueba piloto

Antes de llevar a cabo la encuesta completa, se debería realizar algunas pruebas piloto para identificar posibles problemas en el diseño de la encuesta y mejorar su eficacia.

Realizar una prueba piloto es una etapa fundamental en el proceso de diseño de encuestas. Esta prueba permitirá identificar posibles problemas en la formulación de las preguntas y la comprensión de estas por parte de los encuestados, así como la identificación de errores en la recolección de los datos.

Durante la prueba piloto, se puede solicitar a un pequeño grupo de personas que respondan a la encuesta y que proporcionen comentarios y sugerencias sobre el contenido y el formato de las preguntas. De esta manera, se puede determinar si las preguntas son claras y concisas, si los encuestados comprenden lo que se les está preguntando y si las opciones de respuesta son adecuadas. También se complementa con el uso de otras técnicas cualitativas, como focus group, o entrevistas, que permitan explorar los aspectos subjetivos de un fenómeno, tales como las experiencias,

percepciones, actitudes y comportamientos de los participantes en relación con el tema en cuestión.

Además, la prueba piloto permitirá determinar si el tiempo estimado para responder a la encuesta es suficiente, si se requiere de preguntas adicionales para recopilar información adicional y si el diseño de la encuesta es atractivo y fácil de seguir.

Realizar una prueba piloto es una estrategia clave para asegurar que la encuesta sea eficaz en la medición de la disposición a pagar de los encuestados por la reducción de muertes en siniestros de tránsito, y para mejorar su diseño antes de llevar a cabo la encuesta completa.

Para identificar el objetivo de la encuesta enfocado en medir la disposición a pagar de los encuestados por la reducción de muertes en siniestros de tránsito, es importante clarificar el problema, definir el objetivo, establecer el alcance, definir la población objetivo, elegir el tipo de encuesta, diseñar las preguntas y realizar una prueba piloto. Al considerar estos aspectos, se puede garantizar que la encuesta sea efectiva y genere resultados válidos y confiables.

4.1.4.2 Elegir el tipo de encuesta

La elección del tipo de encuesta se basará en la naturaleza de la información que se busca obtener, así como en la población objetivo y los recursos disponibles. i. El objetivo principal de la encuesta es obtener una nueva estimación del Valor Estadístico de la Vida (VSL) y evaluar el costo social de las lesiones en accidentes de tránsito. Esto implicará considerar aspectos como el tipo de preguntas y el enfoque necesario para obtener resultados precisos y útiles.

- Es esencial establecer claramente el objetivo de la encuesta para identificar la población objetivo y determinar una muestra representativa, considerando factores demográficos, socioeconómicos y geográficos.
- Por ello, la elección del método de encuesta adecuado dependerá del objetivo, la población objetivo y la logística. Además, se recomienda integrar componentes institucionales, evaluaciones económicas y capacidad técnica para respaldar las decisiones de inversión en seguridad vial.

En el caso nacional, para la estimación del VSL, Se sugiere realizar un estudio de valoración contingente y de experimentos de elección simultáneamente, asegurando la compatibilidad de los atributos y el diseño de ambos estudios en términos de valores y tamaño muestral. Notar que se requiere especial atención en que ambos diseños sean comparables. En una frase, el estudio de valoración continente, debe ser un subconjunto fácilmente identificable de las combinaciones de alternativas del experimento de elección.

Para seleccionar el tipo de encuesta más adecuado para el objetivo y la población objetivo, pueden seguirse las siguientes recomendaciones:

- Considerar opciones como encuestas en línea o presenciales para llegar a la población objetivo y reducir los costos y el tiempo de recolección de datos (Rizzi; y Ortúzar, 2003), y un control óptimo del proceso de recopilación de información.
- Utilizar el enfoque SP en una encuesta para permitir a los participantes elegir entre diferentes opciones, como la disposición a pagar para reducir el riesgo de lesiones o muertes en siniestros de tránsito.
- Tener en cuenta el acceso a internet y el uso de tecnología para asegurar la inclusión de conductores, peatones, pasajeros y otros usuarios de la vía pública.
- Explorar la opción de encuestas telefónicas para llegar a una amplia población en un período de tiempo más corto, aunque se debe garantizar la representatividad de la muestra (Johannesson et al., 1996, Kartman et al., 1996, Johannesson et al., 1997, Hammitt y Graham, 1999, Subramanian y Cropper, 2000), la accesibilidad y los costos y tiempos de recolección de datos. En todo caso, hay que considerar las particularidades del país, dado que pueden existir dificultades que inviabilicen su aplicación.

4.1.4.3 Validación del proceso

Este proceso implica asegurar la confiabilidad y validez de los resultados de la encuesta. Se realiza a través de análisis estadísticos, pruebas de consistencia interna y comparación con estudios previos o datos existentes. Esta actividad garantiza la calidad de los datos recopilados y la consistencia de los hallazgos, lo que brinda confianza en la interpretación de los resultados y su utilidad para la toma de decisiones. Considera al menos los siguientes hitos:

- Análisis estadísticos para evaluar la consistencia de los datos recopilados. Estos análisis pueden incluir pruebas de correlación, pruebas de significancia y otros métodos estadísticos para verificar la coherencia de los resultados.
- Pruebas de consistencia interna para evaluar la coherencia de las respuestas de los participantes. Esto implica analizar si las respuestas a preguntas similares o relacionadas son consistentes entre sí. Por ejemplo, si un participante indica una alta disposición a pagar por reducir el riesgo de lesiones, pero al mismo tiempo indica una baja valoración de la vida, podría haber una inconsistencia en las respuestas.
- Comparación con estudios previos o datos existentes para validar y contextualizar los hallazgos. Esto permite verificar si los resultados obtenidos son consistentes con la evidencia existente y brinda una mayor confianza en la interpretación de los resultados.
- Garantía de calidad de los datos para verificar la integridad de los datos, identificar posibles errores o sesgos en la recopilación y asegurar que se sigan los protocolos establecidos para la encuesta.

La validación del proceso de la encuesta es crucial para asegurar la confiabilidad y validez de los resultados, brindando confianza en la interpretación de los hallazgos y su utilidad para respaldar la toma de decisiones informadas.

4.1.5. Resumen de proceso de identificación del objetivo de la encuesta

En esta etapa, se busca definir el propósito y la finalidad de la encuesta, estableciendo los temas y preguntas específicas que se abordarán. Esto se realiza en función de las directrices institucionales que requieren una evaluación efectiva de las iniciativas de inversión en el sector del transporte, considerando los costos y beneficios asociados al riesgo de accidentes. Para obtener el Valor de la Vida Estadística (VSL), se recopila información sobre la disposición a pagar (WTP) de los encuestados por una reducción en el riesgo de muerte o lesiones por accidentes de tráfico. Además, se obtienen datos sociodemográficos y variables relacionadas con características geográficas, tipo de vehículo y alcance urbano-rural para tener en cuenta en el estudio.

Es importante destacar que la falta de una metodología estandarizada para estimar el riesgo de accidentes y los costos sociales de las lesiones en el contexto chileno, desagregados por zona geográfica y tasas de accidentabilidad, es un desafío en la política pública. También se menciona la falta de una política nacional que establezca un nivel tolerable de muertes y lesiones en accidentes. Para mejorar la evaluación y toma de decisiones en seguridad vial, se requiere investigar los costos de los accidentes, considerar niveles de lesiones y otros indicadores de rendimiento.

Teniendo en cuenta el objetivo de la encuesta y las limitaciones del contexto, se planifica el diseño del cuestionario y otros instrumentos para obtener información relevante sobre la disposición a pagar por reducir el riesgo de lesiones o muerte en accidentes de tráfico. Además, se consideran factores sociodemográficos y económicos propios de cada área geográfica. Esto permitirá alinear los objetivos de la encuesta con los problemas a abordar y proporcionará información valiosa para la toma de decisiones y políticas públicas.

A continuación, se aborda en la tabla siguiente el resumen del proceso 4.1.

Proceso	
Qué tipo de información se requiere	• Entender claramente los objetivos generales y específicos del estudio y el contexto en el que se desarrolla. El objetivo principal es obtener una nueva estimación del Valor Estadístico de la Vida (VSL) y evaluar el costo social de las lesiones en accidentes de tránsito

	• Conocer que se está realizando en el resto del mundo al respecto, para lo cual es preciso revisar la literatura existente relacionada con el tema, y consultar a expertos en el campo para obtener orientación sobre los datos necesarios.
	• Realizar entrevistas o focus groups con usuarios del sistema vial para obtener perspectivas y opiniones relevantes.
	• Tomar en cuenta factores como la ubicación geográfica, cultura y políticas públicas al definir el tipo de información requerida.
	• Una particularidad al respecto. Se debe tener en cuenta la tasa de accidentabilidad según contexto geográfico, período del día, temporada del año y variables sociodemográficas como edad, género e ingreso.
	  ○ Por ejemplo, según la base de datos de Carabineros de Chile, se observa un aumento de accidentes en el país, con tasas más altas en regiones como Aysén y Magallanes.
	  ○ También se destaca la diferencia en tasas de accidentes entre zonas rurales y urbanas, así como el mayor involucramiento de vehículos particulares y el crecimiento de las motocicletas en los accidentes.

Consistencia de objetivos con el problema a abordar	• Evaluar si los objetivos establecidos originalmente siguen siendo alcanzables y relevantes a pesar de las limitaciones y problemas durante el desarrollo del estudio. • Realizar ajustes en los objetivos de la encuesta para abordar problemas identificados o necesidades emergentes. • Diseñar instrumentos adecuados para recopilar datos precisos y relevantes, considerando la falta de una metodología precisa para estimar el riesgo de accidentes de tránsito y el costo social de las lesiones en el contexto chileno. • Considerar el enfoque de Valor de la Reducción del Riesgo basado en el nivel de riesgo de cada ruta en lugar de un único valor de reducción de riesgo, para una mejor asignación de recursos en mejoras de seguridad vial. • Evaluar la necesidad de establecer niveles tolerables de muertes y lesiones en siniestros de tránsito como política nacional. • Investigar sobre el cálculo de los costos de los accidentes, definiciones de los niveles de lesiones y otros indicadores de rendimiento para mejorar la evaluación y toma de decisiones en seguridad vial.

	• Diseñar el cuestionario considerando la variabilidad de las tasas de accidentabilidad y factores que puedan influir en la disposición a pagar. • Identificar la población objetivo, definir claramente los términos utilizados en la encuesta, hacer preguntas claras y concisas, incluir opciones de respuesta específicas y realistas, y considerar factores como el nivel de ingresos y la percepción del riesgo. • Tomar en cuenta el contexto geográfico y las particularidades sociodemográficas y económicas de los territorios al definir el objetivo de la encuesta y medir la disposición a pagar de los encuestados.
Subprocesos	
Definir variables relevantes	• Características sociodemográficas: Recopilar datos sobre género, edad, nivel educativo, ingresos u otros aspectos relevantes de la población estudiada para comprender cómo influyen en la valoración de la vida y la disposición a pagar por la reducción del riesgo de accidentes. • Factores del entorno: Considerar las características del territorio donde se realizará la encuesta, como geografía física, clima, flora y fauna, vulnerabilidad natural, etc. • Factores de accidentabilidad: Obtener información sobre la exposición al riesgo de accidentes, como frecuencia de uso de medios de transporte, distancia recorrida, tasas de accidentabilidad, tasas de muertes y lesiones, u otras variables que indiquen la probabilidad de estar involucrado en un accidente vial. • Considerar la inclusión de variables adicionales según el contexto y los objetivos específicos del estudio.
Definir la población objetivo	• Establecer el alcance de la encuesta, definiendo los aspectos específicos de la reducción de muertes en siniestros de tránsito que se medirán. • Recopilar datos de características sociodemográficas de la población estudiada, como género, edad, nivel educativo, ingresos, entre otros. • Considerar factores del entorno, como geografía física, clima, flora y fauna, vulnerabilidad natural, etc.

	• Obtener información sobre factores de accidentabilidad, como la exposición al riesgo de accidentes, tasas de accidentabilidad, muertes y lesiones. • Dividir la población objetivo en grupos según características relevantes, como zonas geográficas, género y otras variables. • Establecer el vector de pagos (BID) en la encuesta para determinar el valor de dinero solicitado, utilizando metodologías de CV y/o CE. • Diseñar el experimento CE asegurando la ortogonalidad y evitando la correlación entre los atributos evaluados. • Realizar un análisis detallado de las principales causas de los siniestros de tránsito y enfocar las preguntas en aspectos relevantes. • Incluir preguntas sobre la percepción de los encuestados sobre la gravedad del problema, conocimiento de causas y medidas para reducir las muertes y lesiones. • Considerar medidas específicas de seguridad vial, como infraestructuras seguras, mejora de la señalización, promoción de la educación vial y sanciones para conductores imprudentes. • Evaluar la latencia de los resultados de los accidentes y su impacto en la disposición a pagar. • Investigar la percepción de los usuarios sobre infraestructura, vías peatonales, ciclovías y servicios de emergencia en caso de accidentes. • Estudiar la efectividad de campañas educativas para fomentar el respeto a las normas de tránsito, especialmente dirigidas a niños y adolescentes. • Incluir grupos de edad específicos en la estimación del VSL, como los jóvenes. • Diseñar políticas y estrategias basadas en los resultados de la encuesta para abordar las principales causas de los siniestros de tránsito y reducir la mortalidad en las vías.
Tareas o actividades	
Definir una prueba piloto	• Realizar pruebas piloto antes de la encuesta completa es fundamental para identificar posibles problemas en el diseño y mejorar la eficacia. • La prueba piloto permite obtener comentarios y sugerencias de un pequeño grupo de personas sobre el contenido y formato de las preguntas.

	• Se pueden utilizar técnicas cualitativas adicionales, como focus group o entrevistas, para explorar aspectos subjetivos y obtener información más detallada. • La prueba piloto ayuda a evaluar la claridad y comprensión de las preguntas, la adecuación de las opciones de respuesta y el tiempo estimado de respuesta. • Es importante que el diseño de la encuesta sea atractivo y fácil de seguir. • La prueba piloto es esencial para garantizar la eficacia de la encuesta en la medición de la disposición a pagar por la reducción de muertes en accidentes de tránsito y para mejorar su diseño antes de la implementación completa. • Clarificar el problema, definir el objetivo, establecer el alcance, definir la población objetivo, elegir el tipo de encuesta, diseñar las preguntas y realizar una prueba piloto son pasos esenciales para asegurar la efectividad y validez de la encuesta.
Elegir el tipo de encuesta	• La elección del tipo de encuesta se basa en la naturaleza de la información deseada, la población objetivo y los recursos disponibles. • Es importante establecer claramente el objetivo de la encuesta para identificar la población objetivo y determinar una muestra representativa. • Se sugiere realizar un estudio de valoración contingente y experimentos de elección simultáneamente para la estimación del VSL a nivel nacional. • Considerar opciones como encuestas en línea o presenciales para llegar a la población objetivo y reducir costos y tiempo de recolección de datos. • Utilizar el enfoque de Preferencias Declaradas (SP) en la encuesta para permitir a los participantes elegir entre diferentes opciones, como la disposición a pagar por la reducción del riesgo de lesiones o muertes.
Validación del proceso	• Se realizan análisis estadísticos para evaluar la consistencia de los datos recopilados, como pruebas de correlación y pruebas de significancia, entre otros métodos estadísticos. • Se llevan a cabo pruebas de consistencia interna para evaluar la coherencia de las respuestas de los participantes, verificando si las respuestas a preguntas similares o relacionadas son consistentes entre sí.

	• Se realiza una comparación con estudios previos o datos existentes para validar y contextualizar los hallazgos, asegurando que los resultados sean consistentes con la evidencia existente. • Se garantiza la calidad de los datos para verificar la integridad de los datos, identificar posibles errores o sesgos en la recopilación y asegurar el cumplimiento de los protocolos establecidos para la encuesta. • La validación del proceso de la encuesta es fundamental para garantizar la confiabilidad y validez de los resultados, brindando confianza en la interpretación de los hallazgos y su utilidad en la toma de decisiones informadas.

Tabla con desagregación del proceso 4.1
Fuente: Elaboración propia

4.2. Selección de muestra piloto

La selección de una muestra representativa de la población que se desea encuestar debe ser lo suficientemente grande para obtener resultados confiables, el cual es un proceso crítico en la investigación. A continuación, se describen y explican los aspectos a considerar al seleccionar una muestra representativa de la población que se desea encuestar, con el fin de obtener resultados confiables y representativos.

4.2.1. Definir el universo y procedimientos

La población objetivo puede ser amplia y diversa, ya que cualquier persona que utilice las vías públicas podría tener una opinión sobre el tema. Por lo tanto, es necesario delimitar de manera clara y específica la población de interés. Esto podría incluir enfoques específicos, como conductores de vehículos particulares, peatones, usuarios de transporte público, entre otros. También se podría considerar limitar la población objetivo a un área geográfica específica, como una ciudad o región.

De acuerdo con lo ya visto en el presente capítulo, ya se dispone de la idea las consideraciones que deben realizarse al determinar la población objetivo. Por ejemplo, es importante considerar que la Región Metropolitana registra más de un tercio del total de accidentes a nivel nacional, seguida por las regiones de Valparaíso y Biobío, que también tienen la mayor población y, por ende, conforman las tres regiones con más accidentes viales. Además, las regiones del centro sur, sur y austral del país tienen tasas de accidentes por encima del promedio nacional, junto con algunas regiones del norte, incluyendo Tarapacá, Maule, Aysén y Magallanes, que tienen las tasas más altas.

Por otro lado, en el análisis cualitativo es importante obtener antecedentes relacionados con los siguientes aspectos:

- Diferencias en la percepción de riesgo[25] por accidentabilidad vial entre diferentes segmentos socioeconómicos. Por ejemplo, es necesario recabar información sobre cómo los usuarios de segmentos más bajos perciben el riesgo como peatones y usuarios de transporte público, mientras que los usuarios de segmentos medios-altos tienen una percepción como conductores de automóviles o usuarios del Metro.
- Rutinas de transporte diarias propias y de conocidos como elementos clave en la formación de la percepción de riesgo.
- Especial atención debe darse a la percepción de riesgo de las mujeres en este segmento.

De esta forma, los aspectos mínimos para definir la muestra corresponden a:

i. Definir el universo o población objetivo de la encuesta.
ii. Delimitar de manera clara y específica la población de interés.
iii. Considerar características demográficas y geográficas relevantes.
iv. Identificar grupos específicos dentro de la población objetivo (conductores, peatones, usuarios de transporte público, etc.).
v. Tomar en cuenta la distribución geográfica de los accidentes viales.
vi. Considerar la población objetivo en función de alcance nacional, regional o local.
vii. Diseñar una muestra representativa que refleje la diversidad de la población objetivo.
viii. Obtener resultados precisos y significativos a partir de la muestra seleccionada.

En definitiva, deberá haber quedado claramente la identificación de la población objetivo que mejor se adapte a los objetivos de la encuesta, si será de alcance nacional, regional o local, para poder diseñar una muestra representativa y obtener resultados precisos y significativos.

4.2.1.1. Método de muestreo

Existen varios métodos de muestreo, como el muestreo aleatorio simple, el muestreo estratificado y el muestreo por conglomerados. Es necesario seleccionar el método de muestreo adecuado para la población que se desea encuestar.

La selección del método de muestreo es un paso crítico en el diseño de una encuesta para medir la disposición a pagar por la reducción de muertes y lesiones en siniestros de tránsito. Existen varios métodos de muestreo disponibles, cada uno con sus ventajas y limitaciones.

[25] Las percepciones de riesgo se basan en experiencias cotidianas concretas en contraste con una percepción abstracta o teórica.

Uno de los métodos más comunes es el muestreo aleatorio simple, en el cual se selecciona una muestra de la población objetivo al azar. Este método es fácil de implementar y es útil cuando la población objetivo es homogénea y no hay grandes diferencias entre sus subgrupos.

Un enfoque comúnmente utilizado es el muestreo estratificado, que consiste en dividir la población objetivo en subgrupos o estratos antes de seleccionar una muestra aleatoria de cada estrato. Este método es útil cuando existen diferencias significativas entre los subgrupos de la población objetivo, como la edad o el género. Por ejemplo, las tasas de mortalidad tienden a ser más altas en las personas de mayor edad, quienes representan un porcentaje menor de la población en general. Además, la percepción del riesgo puede variar entre hombres y mujeres. Como se mencionó previamente, también se pueden realizar estratificaciones según el segmento económico, y evaluar la percepción del riesgo de los usuarios de las vías públicas dentro de cada estrato.

También se puede utilizar el muestreo por conglomerados, en el cual la población objetivo se divide en grupos más grandes y heterogéneos llamados conglomerados, y se selecciona una muestra de estos conglomerados en lugar de individuos. Este método es útil cuando es difícil acceder a todos los miembros de la población objetivo, como en áreas rurales o remotas.

Todo lo anterior debe considerarse al momento de definir el objetivo de la encuesta, si es que se está considerando obtener información de territorios más bien acotados, o bien de alcance nacional. Es importante tener en cuenta que cada método de muestreo tiene sus ventajas y desventajas, y la elección del método adecuado dependerá de la población objetivo, el objetivo de la encuesta y los recursos disponibles. En cualquier caso, es fundamental que el método de muestreo seleccionado sea representativo de la población objetivo para asegurar que los resultados de la encuesta sean confiables y precisos.

En el estudio de Alberini y Scasny (2011) se entrevistó a un total de 1.906 encuestados en Italia y 1506 en la República Checa, utilizaron un enfoque de muestra dividida para examinar el VSL de niños y adultos, asignando aleatoriamente a los encuestados a escenarios en los que los perfiles de reducción de riesgos eran para ellos mismos o para uno de sus hijos menores de edad. Las alternativas en el experimento de elección se describieron por 5 atributos: la causa de la muerte, si la reducción del riesgo es pública o privada, la reducción del riesgo, la latencia y el costo. El diseño se presenta en la siguiente tabla:

Atributos	Número de niveles	Niveles
Contexto (causa de muerte)	3	Cáncer Accidentes de tránsito Enfermedades respiratorias

Bien privado o programa público	2	Bien privado (ningún otro beneficiario) Programa público de alcance nacional
Latencia	4	0, 2, 5, 10 años
Tamaño de reducción del riesgo	4	2, 3, 5, 7 en 10.000 por un período de 5 años
Costo único para el encuestado	4	200, 500, 1.000, 2.000 euros en Italia 3200, 8.000, 16.000, 32.000 coronas checas

Tabla Ejemplo de presentación de atributos y niveles en un CE
Fuente: de Alberini y Scasny (2011)

4.2.1.2. Calcular el tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se refiere al número de encuestados que se seleccionarán para participar en la encuesta. Se debe determinar el tamaño de la muestra con precisión, para garantizar que los resultados sean confiables. Para determinar el tamaño de la muestra, se pueden utilizar fórmulas estadísticas que toman en cuenta el tamaño de la población y el nivel de confianza deseado.

Este proceso permite seleccionar un grupo representativo de la población objetivo. El tamaño de la muestra debe ser lo suficientemente grande como para obtener resultados precisos y confiables, pero no tan grande como para aumentar innecesariamente el costo y el tiempo requerido para realizar la encuesta.

Para determinar el tamaño de la muestra, es necesario tener en cuenta el tamaño de la población objetivo, el nivel de confianza y el margen de error que se desea alcanzar. Existen fórmulas y herramientas estadísticas disponibles para calcular el tamaño de la muestra, teniendo en cuenta estos factores.

Además, es importante considerar la representatividad de la muestra, seleccionándola de forma aleatoria para evitar sesgos en los resultados. Se pueden utilizar diferentes técnicas de muestreo, como el muestreo aleatorio simple, el muestreo estratificado o el muestreo por conglomerados, dependiendo del diseño de la encuesta y la población objetivo.

Luego, determinar el tamaño de la muestra es un paso clave para garantizar que los resultados de la encuesta sean representativos y confiables. Es importante utilizar herramientas y técnicas estadísticas adecuadas para calcular el tamaño de la muestra y seleccionar los encuestados de manera aleatoria para evitar sesgos en los resultados.

Hensher et al. (2011) estimaron la WTP y el valor de las mejoras en la seguridad vial mediante combinaciones sistemáticas de niveles de atributos en experimentos de

elección declarada. Este método ayudó a observar las elecciones realizadas por los peatones entre los bloques de niveles de atributos actuales y otros. El método de elección declarada permite la separación de las contribuciones independientes de cada componente, como el tiempo, el costo y las diferencias de calidad. El estudio utilizó diseños experimentales para determinar los niveles de atributos mostrados en el experimento, y es posible capturar los trade-offs entre los atributos tradicionales de viaje y la seguridad en el entorno vial. Se utilizó una revisión de literatura y una encuesta piloto para identificar atributos para un experimento de elección, seguido de una encuesta principal. Los modelos estimados en la encuesta principal permitieron determinar los rangos apropiados de los atributos y la posibilidad de atributos faltantes. El estudio anterior se centró en fatalidades y lesiones graves, pero surgió la preocupación sobre la capacidad de los encuestados para distinguir entre diferentes tipos de lesiones, lo que llevó a una nueva encuesta que pudiera distinguir entre las tres clases de lesiones especificadas en el documento actual.

El tamaño de la muestra dependerá de varios aspectos como el número de tratamientos, el número de atributos, el número de niveles para los atributos, los aspectos de validez que se desee testear, por ejemplo, si se quiere evaluar scope effect, o embedding effect podría requerir tener dos o tres muestras con tratamientos alternativos.

Una expresión apropiada para determinar el tamaño mínimo de la muestra para las encuestas de elección, sugerido por y Kanninen (2002) y Orme (1998), viene dado por:

$$n = 500 * \frac{NLEV}{NALT*NREP} \qquad (2)$$

donde n es el tamaño mínimo de la muestra, NLEV es el mayor número de niveles en cualquier atributo, NALT es el número de alternativas por elección conjunta, y NREP es el número de preguntas de elección en la encuesta. Por ejemplo, Vásquez et al (2016) aplicaron dicha expresión, en donde NLEV = 3, NALT = 3 y NREP = 6; por lo tanto, n = 83 personas que deberían proporcionar, bajo el diseño especificado, un mínimo de 498 respuestas útiles. La encuesta también incluyó un apartado de información sociodemográfica de los entrevistados. No obstante, para fines de políticas públicas es siempre deseable contar con muestras lo más grande posibles. Estos tamaños se incrementan en la medida que se incluyan subtratamientos para evaluar la consistencia de la encuesta. Por ejemplo, si se desea evaluar el impacto de orden de las preguntas, y se usan dos tratamientos, con 500 observaciones, 250 por tratamiento sería un tamaño riesgosamente bajo que podrían no permitir identificar el impacto del tratamiento. Mas tratamientos, reduce el tamaño de cada uno de ellos.

El tamaño muestral en un CE depende de varios factores, como el número de atributos que se quieren evaluar, el número de niveles de cada atributo, la heterogeneidad de la población objetivo y el nivel de precisión que se desea obtener en las estimaciones. Una forma común de determinar el tamaño muestral es a través del cálculo del número mínimo de encuestas necesarias para obtener estimaciones confiables de las

preferencias de la población objetivo. Otro enfoque es la realización de pruebas piloto para estimar la variabilidad de las respuestas y la magnitud de los efectos de los atributos en la elección de los consumidores. En base a estos resultados, se puede calcular el tamaño muestral necesario para obtener estimaciones precisas.

El estudio del Greelab (2014) seleccionó la muestra de la encuesta utilizando el marco muestral urbano de Manzanas (MM2008-B) del INE, el cual está basado en cartografía digital actualizada al segundo semestre de 2008. Las unidades primarias de muestreo son las manzanas, que son delimitaciones geográficas fijas en el área urbana. Se seleccionó una muestra objetivo de 1.103 casos en base a un análisis que considera un nivel mínimo de precisión y la inclusión de variables socioeconómicas relevantes. Además, señalan que el tamaño de muestra necesario para un cierto nivel de ingreso depende del coeficiente de variación de la variable de interés (CV), un nivel de confianza (α) y un margen de error (ε), según la fórmula mencionada por Ortúzar J. de D. & Willumsen L.G. (2011):

$$n = CV\left(\frac{z_\alpha}{\varepsilon}\right)^2 \qquad (3)$$

donde n es el tamaño de la muestra, CV es el coeficiente de variación (desviación estándar/media) de la disposición al pago del hogar y zα el valor de la Normal estándar para el nivel de confianza (α).

La tabla siguiente da cuenta de estos elementos, a fin de mostrar tamaños de muestra tentativos para encuestas por estrato de ingreso.

CV	z_α= 1.64 (90%)		z_α= 1.96 (95%)	
	ε=0.05	ε=0.1	ε=0.05	ε=0.1
0.1	11	3	15	4
0.3	97	24	138	35
0.5	271	68	384	96
1	1.082	271	1.537	384

Tabla Tamaños de muestra según error, nivel de confianza y coeficiente de variación
Fuente: Green Lab (2014)

El tamaño de muestra necesario para estimar la disposición al pago con un margen de error y un intervalo de confianza adecuados. Se menciona que un tamaño de muestra de aproximadamente 271 hogares sería suficiente si el coeficiente de variación (CV) fuese igual a uno, garantizando un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10%. Sin embargo, si el CV fuese 0,5, valor más probable para hogares de niveles bajo y medio, 271 encuestas garantizarían el mismo nivel de confianza, pero un margen de error del 5%. El texto también señala que estos errores pueden variar posteriormente al levantamiento de los datos, debido a la varianza efectiva de las variables críticas y al tamaño del coeficiente asociado al efecto diseño de la muestra. En nuestra opinión que los valores menores a 1000 observaciones son riesgosamente bajos.

De todas formas, a fin de tener representatividad de acuerdo con nivel económico se propuso definir una muestra aleatoria de 1.103 casos, la cual debería haber logrado una adecuada representatividad y la obtención de totales mínimos para la categoría crítica (y, en consecuencia, para cualquiera de las otras).

La muestra objetivo considera ajustes por tasa de no elegibilidad y no respuesta en encuestas con muestreo aleatorio en hogares. Para cumplir con estándares internacionales de calidad, se genera una sobredimensión de la muestra, método utilizado en encuestas nacionales y recomendado por la AAPOR. Por ejemplo, se asumió una tasa del 26% para no respuesta y no elegibilidad, y se incrementa la muestra a seleccionar en 1.500 encuestas.

$$n_{efectivo} = \frac{n_{objetivo}}{Tasa\ de\ respuesta} = \frac{1.103}{74\%} = 1.500 \quad (4)$$

Debe hacerse presente que debe existir una estimación de las tasas de logro para las encuestas completas, rechazadas, no elegibles y con elegibilidad desconocida, de forma tal de retroalimentar los cumplimientos para futuros estudios, y estimar de manera más precisas el tamaño muestral.

4.2.1.3. Criterios de inclusión

Es necesario establecer los criterios de inclusión para determinar quiénes podrán ser seleccionados para participar en la encuesta, lo cual es esencial para garantizar que la muestra seleccionada sea representativa de la población objetivo y los resultados sean confiables. Para medir la disposición a pagar de los encuestados por la reducción de muertes y lesiones en siniestros de tránsito, se deben definir criterios de inclusión que permitan seleccionar, por ejemplo, a personas que tengan experiencia o hayan presenciado accidentes de tránsito y que estén dispuestos a pagar por reducir su ocurrencia.

Green Lab (2014) estableció una definición de la población objetivo, basada en criterios relacionados con la capacidad de pago en situaciones hipotéticas de preferencias declaradas, lo que excluyó a estudiantes universitarios y otros dependientes económicos menores de 25 años. Sin embargo, la encuesta incluyó a personas que realizan labores del hogar, que podrían no tener ingresos directos. También establecieron una edad máxima de 80 años se estableció en función de la capacidad de las personas para responder en términos de funcionalidad cognitiva y de atención durante la entrevista. Hultkrantz et al (2006) estableció un rango etario para los encuestados de 18 a 75 años, mientras que Kniesner et al (2004) utilizaron bases de datos con hombres jefes de hogar de entre 18 y 65 años.

También se pueden incluir conductores, pasajeros, peatones y otros usuarios de la vía pública, de diferentes edades y géneros, que hayan sufrido o presenciado accidentes de tránsito en los últimos 12 meses, y que estén dispuestos a pagar por medidas que

reduzcan la ocurrencia de estos eventos. Además, se pueden establecer criterios de edad, etnia, sexo, género, nivel socioeconómico y lugar de residencia para garantizar una muestra representativa de la población objetivo.

Strand (2001) consideró la preocupación por el sesgo de autoselección en la encuesta, ya que era más probable que aquellos que no están interesados en cuestiones de valoración de la vida o con valoraciones bajas se hubiesen negado a ser entrevistados. Sin embargo, al principio de la encuesta no se mencionó sus objetivos específicos y solo introdujo el tema de VSL más adelante, después de que el encuestado ya haya aceptado participar. El tema inicial presentado a los encuestados fueron temas de interés público en general.

Bhattacharya (2006) seleccionó a los encuestados en función de cinco criterios: residir en Delhi durante al menos tres meses, participar en una actividad económica, estar en el grupo de edad de 18 a 65 años, trasladarse a un lugar de trabajo fijo y completar la educación secundaria o superior. Estos criterios tenían como objetivo garantizar que los encuestados estuvieran al tanto de la situación del tráfico en la ciudad relevante (Delhi), proporcionaran respuestas significativas para la WTP, representaran a la población activa y a las víctimas de accidentes de tráfico, tuvieran una exposición estable al tráfico y pudieran comprender las preguntas relacionadas con la probabilidad. Los criterios se basaron en entrevistas individuales iniciales realizadas durante la preparación del cuestionario.

Es importante tener en cuenta que los criterios de inclusión deben ser claros y precisos, y no deben generar sesgos o exclusiones indebidas en la selección de los encuestados. Por lo tanto, se recomienda definir los criterios en conjunto con expertos en el tema y realizar pruebas piloto para ajustarlos si es necesario, y que sean concordantes con el objetivo de la encuesta definido previamente.

4.2.2.Subprocesos derivados

Se procede a describir la secuencia de subetapas y sus actividades tendientes a dar cuenta del proceso principal de seleccionar la muestra.

4.2.2.1. Establecer procedimientos de terreno

Estos procedimientos contribuyen a garantizar la integridad y validez de los datos recopilados a través de la encuesta, entregando una base sólida para realizar análisis posteriores y tomar decisiones informadas basadas en la información obtenida. Entre los procedimientos a adoptar están los siguientes:

- Capacitación del equipo: garantizar que comprendan los objetivos de la encuesta, los conceptos clave y el protocolo de recolección de datos. Esto les permite familiarizarse con las preguntas, las escalas de medición y los procedimientos de registro, así como los procedimientos para registrar y documentar las respuestas.

- Protocolo estandarizado: proporciona instrucciones claras sobre cómo abordar a los encuestados, realizar preguntas, registrar respuestas y manejar situaciones imprevistas. Un protocolo consistente reduce la variabilidad en la recopilación de datos, asegurando la coherencia y calidad de la información obtenida.

- Supervisión y control de calidad: permiten monitorear el desempeño de los encuestadores a través de visitas periódicas, observando su trabajo, revisando los formularios y proporcionando retroalimentación. Esto garantiza la precisión y consistencia de los datos recopilados, así como la identificación y corrección temprana de posibles errores o sesgos en el proceso de recolección.

- Mantenimiento de registros y documentación: facilitan la verificación de la consistencia y calidad de los datos, así como la realización de análisis adicionales en etapas posteriores. Además, la documentación adecuada permite realizar validaciones y comprobaciones para asegurar la fiabilidad de los resultados obtenidos a partir de la encuesta.

- Monitoreo del avance y cumplimiento de los objetivos: Durante el proceso de recolección de datos, es importante monitorear regularmente el avance del trabajo y asegurarse de que se estén cumpliendo los objetivos establecidos en términos de número de encuestas completadas, cobertura geográfica, representatividad de la muestra, entre otros aspectos relevantes.

Debe destacarse que estos procedimientos serán similares a los que deban utilizarse durante el proceso de definición de la encuesta final.

4.2.2.2. Evaluar la calidad de la muestra.

Una muestra de buena calidad garantiza que los datos recopilados sean generalizables y reflejen con precisión las características de la población objetivo. Los principales aspectos para considerar son:

- Se deben considerar aspectos como la representatividad, el margen de error y el nivel de confianza.
- Verificar si se han cumplido los criterios de selección, analizar la representatividad demográfica y geográfica, y controlar posibles sesgos o errores de muestreo.
- La tasa de respuesta y la precisión de las respuestas también son importantes para evaluar la calidad de la muestra.
- La evaluación de la calidad de la muestra garantiza que los resultados sean representativos y confiables.
- Se deben definir el universo, determinar el tamaño de la muestra, seleccionar el método de muestreo y establecer criterios de inclusión para obtener una muestra representativa.

Debe destacarse que estos procedimientos serán similares a los que deban utilizarse durante el proceso de definición de la encuesta final.

4.3. Diseño del cuestionario preliminar

Una vez que se ha establecido el objetivo, el alcance y la población objetivo de la encuesta, es necesario diseñar las preguntas de la encuesta. Por ejemplo, se deberían diseñar preguntas que permitan medir la disposición a pagar de los encuestados por la reducción de muertes en siniestros de tránsito y con ello finalmente estimar el VSL para la población objetivo.

El diseño del cuestionario para medir la disposición a pagar por la reducción de muertes en siniestros de tránsito requiere de preguntas claras, precisas y relevantes que permitan obtener información confiable. Es fundamental tener en cuenta el contexto socioeconómico y cultural de la población objetivo, así como el tipo de pregunta a utilizar (abierta o cerrada) y la escala de medición (como una escala de Likert). Además, el cuestionario debe incluir preguntas sobre información personal, conocimientos, actitudes y preferencias de los encuestados ante diferentes proyectos hipotéticos. Un diseño claro y conciso del cuestionario garantiza que se pueda medir de manera precisa la disposición a pagar por la reducción de muertes en siniestros de tránsito, obteniendo resultados relevantes y confiables.

Por ejemplo, Carlsson et al. (2002) establecieron un cuestionario de tres partes: la primera parte se centraba en las experiencias de viaje de larga distancia del encuestado dentro de los seis meses anteriores a la encuesta, la segunda parte contenía la pregunta WTP y la tercera parte tenía preguntas socioeconómicas. La encuesta CV y la redacción del escenario se desarrollaron utilizando grupos focales y pruebas piloto. La sección de CV incluía una discusión sobre los pequeños riesgos en la introducción para ayudar a los encuestados a comprenderlos. La literatura analiza los desafíos de comunicar pequeños riesgos a las personas, y Corso et al. (2001) sugieren ayudas visuales para mejorar la comprensión del riesgo.

4.3.1. Establecer las preguntas

Se deben establecer las preguntas que permitan medir la disposición a pagar de los encuestados, por lo que es importante establecer preguntas claras y precisas que permitan obtener una respuesta fiable. Es recomendable utilizar preguntas abiertas y cerradas para abarcar diferentes aspectos del tema y así obtener una visión más completa de la disposición a pagar de los encuestados. Algunas recomendaciones para establecer las preguntas son:

- Utilizar un lenguaje claro y evitar términos técnicos, así como preguntas con doble negación o compuestas
- Proporcionar información precisa y completa antes de hacer las preguntas.

- Formular preguntas claras, neutrales y sin sugerencias de respuesta.
- Realizar revisiones cuidadosas de las preguntas antes de aplicar la encuesta.
- Involucrar a expertos y potenciales encuestados en el diseño de la encuesta para asegurar claridad y pertinencia.
- Realizar pruebas piloto para corregir posibles sesgos o confusiones en la encuesta.

Es importante destacar que el diseño de preguntas debe ser adaptado al contexto y población específica que se desea encuestar, y que la validez y confiabilidad de los resultados dependerá en gran medida de la calidad del diseño de la encuesta y de la adecuada selección de la muestra.

4.3.1.1. Tipos de preguntas

Se pueden utilizar preguntas abiertas y cerradas para medir la disposición a pagar. Según Hammit y Graham (1999), el procedimiento utilizado para obtener información sobre la disposición a pagar puede utilizar preguntas abiertas para conocer el pago máximo que se estaría dispuesto a realizar por reducciones de riesgo específicas, o solicitar a los encuestados que marquen en una tarjeta de pago el precio más alto que estarían dispuestos a pagar entre opciones preseleccionadas, o hacer preguntas dicotómicas en las que se varían los precios (BID) entre subgrupos de encuestados. En este último diseño, es posible construir una curva de demanda a partir de la información proporcionada por los diferentes subgrupos.

Las preguntas cerradas, que ofrecen respuestas limitadas y específicas, pueden proporcionar datos más precisos y fáciles de analizar sobre la cantidad de dinero que las personas estarían dispuestas a pagar por la reducción de riesgos viales. Por ejemplo, se puede proporcionar una lista de diferentes montos de dinero y preguntar a los encuestados cuál es la cantidad que estarían dispuestos a pagar para reducir la probabilidad de sufrir un accidente de tráfico.

Por otro lado, las preguntas abiertas pueden proporcionar información más detallada y contextual sobre las razones detrás de la disposición a pagar de los encuestados. Esto puede ayudar a los investigadores a comprender mejor las actitudes y motivaciones de los encuestados en cuanto a la reducción de riesgos viales. Las preguntas abiertas pueden incluir solicitar a los encuestados que describan por qué están dispuestos o no a pagar por la reducción de riesgos viales, y qué factores influyen en su decisión.

Strand (2001) les solicita a los encuestados que indiquen su disposición a pagar por el proyecto preferido, mediante dos pasos que consisten en una pregunta de opción dicotómica seguida de una pregunta abierta sobre su disposición a pagar utilizando una tarjeta de pago, que es un mecanismo familiar en la literatura de valoración contingente.

En general, combinar preguntas abiertas y cerradas puede proporcionar una visión completa de la disposición a pagar de los encuestados por la reducción de muertes y lesiones en siniestros de tránsito.

4.3.1.2. Lógica para minimización de sesgo.

Se deben tomar medidas para garantizar que las preguntas sean imparciales y neutrales, evitando la inclusión de lenguaje sugestivo o tendencioso. Además, es esencial establecer un orden lógico y coherente en la secuencia de las preguntas, de manera que se facilite la comprensión por parte de los encuestados y se minimice la influencia de respuestas anteriores en las posteriores. Asimismo, se deben considerar técnicas como la inclusión de preguntas de control y la aleatorización de las opciones de respuesta para reducir aún más los sesgos potenciales. Al establecer una lógica rigurosa en la encuesta, se mejora la calidad de los datos recopilados y se garantiza una evaluación más precisa de los aspectos investigados. Los principales aspectos para considerar son:

- Evitar preguntas ambiguas o confusas que afecten la validez de los resultados, con un lenguaje claro, evitar términos técnicos y preguntas con doble negación o compuestas.
- Evitar la inclusión de lenguaje sugestivo o tendencioso en las preguntas para garantizar imparcialidad. Por ejemplo, "este estudio es muy importante para el país"
- Establecer un orden lógico y coherente en la secuencia de las preguntas para facilitar la comprensión y minimizar la influencia de respuestas anteriores.
- Incluir preguntas de control y aleatorizar las opciones de respuesta para reducir sesgos adicionales.
- Involucrar a expertos y potenciales encuestados en el diseño para asegurar claridad y pertinencia.
- Preguntas precisas y comprensibles contribuyen a obtener datos fiables y representativos sobre disposición a pagar por seguridad vial.

4.3.1.3. Definición de escalas de medición

Es recomendable utilizar escalas de medición para medir la disposición a pagar. Las escalas de medición permiten obtener información cuantitativa que puede ser fácilmente analizada y comparada.

Las escalas de medición son herramientas útiles para medir la disposición a pagar por la reducción de fatalidades y lesiones en siniestros de tránsito en una encuesta. Las escalas pueden ser utilizadas para medir tanto la disposición a pagar absoluta (por ejemplo, "¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una reducción del 50% en el número de fatalidades en siniestros de tránsito?") como la disposición a pagar relativa (por ejemplo, "¿Está usted dispuesto a pagar más por una reducción del 50% en el número de

fatalidades en siniestros de tránsito en comparación con una reducción del 50% en el número de lesiones graves?").

Las escalas pueden ser de diferentes tipos, como escalas numéricas, escalas de opciones múltiples, escalas de Likert, entre otras. Es importante diseñar las escalas de manera clara y precisa para evitar confusiones o malinterpretaciones por parte de los encuestados. Además, es importante establecer una escala que permita obtener una respuesta precisa, lo que puede requerir ajustes en la escala para evitar que las respuestas estén muy agrupadas.

Por ejemplo, el estudio de Green LAB (2014) pregunta por la percepción de los siguientes riesgos con preguntas actitudinales (escalas de Likert):

- Caminar por las calles de Santiago es seguro (1_muy en desacuerdo; 5_muy de acuerdo)
- Usar la bicicleta por las calles de Santiago es seguro (1_muy en desacuerdo; 5_muy de acuerdo)
- Conducir por las calles de Santiago es seguro (1_muy en desacuerdo; 5_muy de acuerdo)
- Si yo soy precavido, no tendré ningún accidente vial (1_muy en desacuerdo; 5_muy de acuerdo)
- Mi seguridad no depende tanto de lo que yo haga, sino de las otras personas hacen (1_muy en desacuerdo; 5_muy de acuerdo)
- La seguridad vial depende principalmente del Estado (1_muy en desacuerdo; 5_muy de acuerdo)

Igualmente, Hultkrantz et al. (2006) preguntan sobre la propia confianza del encuestado en su respuesta a la valoración en una escala tipo Likert del uno al diez.

En general, las escalas de medición son una herramienta eficaz para medir la disposición a pagar por la reducción de fatalidades y lesiones en siniestros de tránsito en una encuesta, siempre y cuando se diseñen de manera adecuada y se interpreten de manera cuidadosa.

4.3.1.4. Diseño de vector de pagos

El diseño del vector de pago en estudios de valoración contingente es de vital importancia, ya que tiene un impacto directo en la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos. El vector de pago se refiere a los diferentes montos ofrecidos a los encuestados como opciones para expresar su disposición a pagar por un bien o servicio en particular.

Existen varias consideraciones clave en el diseño del vector de pago que se deben considerar, entre ellas:

- Rango de montos: El vector de pago debe incluir un rango adecuado de montos para capturar la variabilidad de las respuestas de los encuestados. Esto implica ofrecer opciones que abarquen desde montos bajos hasta montos altos, de modo que se pueda obtener una estimación precisa de la disposición a pagar.
- Incrementos graduales: Los montos en el vector de pago deben aumentar gradualmente, de manera que los encuestados puedan expresar su disposición a pagar de forma incremental. Esto permite capturar la sensibilidad de los encuestados ante cambios en el precio y obtener una estimación más precisa de su disposición a pagar.
- Escala de referencia: Es importante establecer una escala de referencia clara en el vector de pago para que los encuestados puedan comparar los montos ofrecidos con su valoración personal. Esto puede incluir el uso de valores monetarios, porcentajes u otras unidades relevantes para el bien o servicio en cuestión.
- Consideraciones contextuales: El diseño del vector de pago debe considerar el contexto específico del estudio y el bien o servicio que se está valorando. Por ejemplo, en estudios de seguridad vial, los montos de pago podrían relacionarse con la reducción del riesgo de accidentes o lesiones.

Un diseño adecuado del vector de pago ayuda a minimizar sesgos y mejorar la validez de los resultados en los estudios de valoración contingente. Además, permite obtener estimaciones más precisas de la disposición a pagar de los encuestados.

Por ejemplo, Alberini (1995) muestra que el uso de los quintiles de la distribución de WTP obtenidos del pretest aporta eficiencia e información para el diseño del vector de pagos, al considerar la forma de la distribución de la WTP.

En algunos casos, Anderson y Lindberg (2008), definieron un vector de pagos general, y en una pregunta específica sobre la seguridad total del hogar, los niveles de oferta mencionados anteriormente se duplicaron, ya que se les preguntó a los encuestados acerca de un dispositivo de seguridad que reduciría el riesgo para más de una persona.

Oviedo y Carrapos (2014) en un experimento de elección establecieron un diseño experimental de efectos principales para identificar el efecto de cada atributo individual en la variable de interés sin tener en cuenta las interacciones entre los atributos. Se seleccionaron 32 combinaciones posibles de atributos, a partir de los cuales establecieron 16 tratamientos. Se establecieron ocho tipos de cuestionarios, en que cada uno de ellos contenía cuatro conjuntos de tratamientos. En cada tipo de cuestionario, se asignaron las alternativas de referencia específicas a cada conjunto de tratamientos, donde existían pagos asociados ya determinados.

En la determinación del vector de pagos para encuestas de valoración contingente relacionadas a la disposición a pagar por dispositivos de seguridad para reducir el riesgo

de muerte o lesiones en siniestros viales, se pueden utilizar diferentes métodos y procedimientos.

Notar que, en términos de diseño, tanto CV como CE siguen un proceso de diseño óptimo basado más o menos en los mismos principios. CV define el vector de pagos y el tamaño de las submuestras por BID (cada valor en la encuesta) dado un tamaño muestral fijo (por ejemplo 1000 observaciones). El diseño minimiza la varianza de la disposición a pagar. CE incluye un diseño que minimiza la matriz de varianza-covarianza de los estimadores, pero considerando todos los atributos, no solo el vector de pagos. No obstante, en la actualidad el diseño óptimo de CE no considera el tamaño de las submuestras, y esto queda al criterio del investigador.

4.3.1.5. Diseño del Método de pago

Es importante definir el método de pago que se utilizará para medir la disposición a pagar de los encuestados. Este puede ser a través de un impuesto específico, un aumento en el precio de los combustibles o en algún servicio básico, o cualquier otro método. La identificación del método de pago que se utilizará para medir la disposición a pagar de los encuestados es un paso crítico en la encuesta. A continuación, se describen los aspectos a considerar al seleccionar un método de pago adecuado.

a) Viabilidad

El método de pago seleccionado debe ser viable desde el punto de vista técnico, económico y legal. Es importante considerar si el método de pago es factible en términos de costos de implementación, capacidad de recaudación y cumplimiento de las normativas legales.

Al medir la disposición a pagar de los encuestados, es importante considerar el método de pago seleccionado para asegurarse de su viabilidad desde el punto de vista técnico, económico y legal. Por ejemplo, si se utiliza un método de pago en línea, se debe considerar la infraestructura tecnológica disponible para garantizar la seguridad y la confidencialidad de los datos financieros de los encuestados. Asimismo, es importante considerar los costos asociados con el procesamiento del pago, incluyendo las tarifas bancarias y los costos de transacción.

Desde el punto de vista legal, se deben considerar las leyes y regulaciones locales que rigen los pagos en línea y las transferencias de dinero. También se deben tomar medidas para garantizar la protección de los derechos de propiedad intelectual y evitar cualquier forma de fraude o robo de información financiera.

Andersson y Lindberg (2009) establecieron como medio de pago por el bien público una cuota anual dirigida a un fondo de seguridad vial en el municipio, y enfatizando que todos los residentes del municipio debían pagar dicha cuota, formulando la siguiente pregunta: ¿Estaría dispuesto a pagar 200 coronas suecas al año para contribuir a un

fondo de seguridad vial en el municipio y así garantizar la implementación de este programa en Örebro?

Al seleccionar el método de pago para medir la disposición a pagar de los encuestados, es importante considerar la viabilidad técnica, económica y legal del método, así como tomar medidas para garantizar la seguridad y confidencialidad de los datos financieros de los encuestados. En Chile, es relevante considerar el estudio de Greenlab (2014) que declara que el método de pago ofrecido a los encuestados fue a través de impuestos en una cuenta básica, donaciones, o peaje en carretera. Sin embargo, también detectó que existe una clara reticencia a pagar a empresas privadas, como autopistas o Isapres en el ámbito de la salud. Se puede apreciar una mayor disposición por parte de los segmentos socioeconómicos más altos para hacer pagos al Estado. Sin embargo, en general, la opinión queda en suspenso y está condicionada por el mecanismo de pago y la entidad receptora de los fondos.

Por ello, es recomendable evaluar previamente, por ejemplo, la precepción de los segmentos al método de pago propuesto ya sea en un servicio básico, un pago único o en cuotas a una entidad u otro. El problema central con el método de pago es la obligatoriedad, si el pago es finalmente discrecional, por ejemplo, al decidir no viajar por una carretera, genera una incompatibilidad de incentivos. En principio, el pago debe ser obligatorio cuando, bajo alguna regla de decisión social (mayoría, por ejemplo) este se impone a la población.

b) Impacto en la población

Se debe evaluar si el método de pago es justo y equitativo, y si el aumento de precios o impuestos afectará de manera desproporcionada a grupos de bajos ingresos.

Es importante considerar el impacto del método de pago en la población, ya que puede tener implicaciones éticas y económicas. Por ejemplo, si se utiliza un método de pago que requiere una tarjeta de crédito, puede excluir a aquellos que no tienen acceso a una tarjeta de crédito o que no pueden permitirse el uso de esta. Esto puede sesgar los resultados de la encuesta y llevar a conclusiones inexactas sobre la disposición a pagar de la población en general.

Además, es importante evaluar si el método de pago es justo y equitativo para todos los participantes. Si se utiliza un método que requiere un pago en efectivo, por ejemplo, podría excluir a aquellos que no tienen acceso a una sucursal bancaria o cajero automático cercano. Por lo tanto, es importante evaluar si el método de pago es accesible y justo para todos los participantes.

También es importante considerar el impacto del aumento de precios o impuestos en grupos de bajos ingresos. Si el método de pago utilizado implica un aumento en los precios o impuestos, es importante evaluar si esto afectará de manera desproporcionada a ciertos grupos de bajos ingresos. Si esto es así, podría ser necesario tomar medidas

para mitigar el impacto y garantizar que los resultados de la encuesta sean equitativos y justos para todos los participantes.

c) Efectividad

El método de pago seleccionado para medir la disposición a pagar de los encuestados debe ser efectivo y confiable para obtener resultados precisos. Dependiendo del método de pago elegido, existen diferentes factores a considerar para evaluar su efectividad en términos de su capacidad para reflejar la verdadera disposición a pagar de los encuestados.

Si el método de pago no se ajusta a las preferencias de los encuestados o no refleja adecuadamente su disposición a pagar, los resultados pueden ser inexactos o poco fiables. Por lo tanto, se debe evaluar cuidadosamente la efectividad del método de pago seleccionado antes de implementar la encuesta para medir la disposición a pagar por la reducción de fatalidades y lesiones en siniestros de tránsito.

En efecto, De Blaeij et al. (2003) llevaron a cabo un metaanálisis de 85 estimaciones puntuales reportadas en estudios publicados entre 1973 y 2001. Descubrieron efectos significativos en las estimaciones puntuales según, entre otros, el vehículo de pago escogido.

El método de pago seleccionado debe ser efectivo para incentivar a los encuestados a responder con sinceridad y proporcionar una respuesta precisa. Si el método de pago no es efectivo, es posible que los encuestados no se sientan motivados para participar en la encuesta o para proporcionar una respuesta honesta, lo que puede distorsionar los resultados.

El método de pago seleccionado también debe ser confiable para garantizar que los resultados sean precisos y representativos de la población objetivo. Si el método de pago no es confiable, es posible que los resultados de la encuesta no sean precisos y no reflejen la disposición real a pagar de los encuestados.

Por lo tanto, es esencial que se realice una selección cuidadosa de la elección del método de pago presentada a los encuestados, para garantizar que la encuesta sea efectiva y confiable. Algunos métodos de pago comunes se incluyen dentro de los impuestos, pagos a través de un servicio básico o cargado al combustible, etc. Cada método de pago tiene sus propias ventajas y desventajas, y la elección del método de pago adecuado dependerá de la naturaleza de la encuesta y de la población objetivo.

En el contexto de nuestro país, encontrar un vehículo de pago adecuado es un desafío importante, que es evidente en estudios de CV pero que queda oculto en estudios de CE. A diferencia de países desarrollados, impuestos generales es un mal vehículo de pago dada la baja proporción de personas que pagan impuestos a la renta. Cuentas de agua o electricidad son generalmente utilizadas, pero las familias tienen diversas

reacciones (negativas) sobre algunas de estas opciones basadas en sus experiencias con estas compañías, que además son privadas, generando en alguna proporción de la población una negativa a entregar más dinero a estas. Opciones estatales también generan reaciones negativas en alguna proporción de la población debido a desconfianzas en el uso de recursos. En nuestra experiencia, la mejor solución es permitir que las personas escojan el vehículo de pago para posteriormente evaluar diferencias estadísticas en la WTP para distintos grupos.

d) Aceptabilidad

El método de pago seleccionado debe ser aceptable para los encuestados. Es importante considerar si los encuestados estarán dispuestos a pagar y si el método de pago es compatible con sus preferencias y hábitos de consumo.

La aceptabilidad del método de pago seleccionado es un aspecto crucial para garantizar la validez y la confiabilidad de los resultados de la encuesta sobre la disposición a pagar por la reducción de fatalidades y lesiones en siniestros de tránsito. Es importante que el método de pago sea percibido como justo y equitativo por la población encuestada y que no genere rechazo o resistencia.

Para evaluar la aceptabilidad del método de pago seleccionado, es recomendable llevar a cabo un análisis previo de las percepciones, actitudes y expectativas de la población encuestada con respecto a los impuestos, los precios y los mecanismos de pago en general. De esta forma, se podrán identificar posibles obstáculos o barreras a la aceptación del método de pago seleccionado y diseñar estrategias de comunicación y sensibilización que permitan superarlos.

Asimismo, es importante considerar la equidad y la justicia en la distribución de los costos y beneficios asociados al método de pago. Si el aumento de precios o impuestos afecta de manera desproporcionada a grupos de bajos ingresos, por ejemplo, puede generar rechazo y resistencia por parte de la población encuestada y socavar la validez y la confiabilidad de los resultados de la encuesta. Por lo tanto, es fundamental garantizar que el método de pago seleccionado sea equitativo y justo para todos los segmentos de la población.

- Para la viabilidad, se debe considerar la percepción y actitudes de los encuestados, así como la equidad en la distribución de costos y beneficios. Es importante diseñar estrategias de comunicación y sensibilización para superar barreras y garantizar la aceptación del método de pago.
- Para el impacto en la población, se debe considerar la infraestructura tecnológica, los costos de implementación, la capacidad de recaudación y el cumplimiento de las normativas legales. La opinión puede estar condicionada por el mecanismo de pago y la entidad receptora de los fondos, por lo que es necesario evaluar previamente las percepciones y preferencias de los encuestados.

- Para la efectividad, se deben considerar factores como la capacidad del método para reflejar la verdadera disposición a pagar de los encuestados y ajustarse a sus preferencias.
- Para la aceptabilidad, se debe evaluar si el método de pago se ajusta a las preferencias y hábitos de consumo de los encuestados. Para evaluar su aceptabilidad, es recomendable analizar las percepciones y actitudes de la población encuestada hacia los impuestos y los mecanismos de pago.

Luego, la identificación del método de pago que se utilizará para medir la disposición a pagar de los encuestados es un paso crítico en la encuesta. Al considerar la viabilidad, el impacto en la población, la efectividad, la sostenibilidad y la aceptabilidad del método de pago, se puede seleccionar un método de pago adecuado y lograr el objetivo deseado de estimar la WTP de los encuestados y finalmente obtener la VSL. De acuerdo con lo debería evaluarse en un piloto, cual es la alternativa más factible, dadas las reticencias manifestadas a nivel nacional, como el pago a instituciones o en un servicio básico (Greenlab, 2014).

4.3.2. Subprocesos derivados

Se procede a describir la secuencia de subetapas y sus actividades tendientes a dar cuenta del proceso principal.

4.3.2.1. Validar si preguntas cubren el alcance y objetivos

En este subproceso interno de comparación, es esencial evaluar si las preguntas de la encuesta cumplen con los criterios definidos en el diseño, abordando los aspectos clave del alcance y los objetivos.

Esta es una primera revisión puede llevarse a cabo dentro de la misma institución, y deberá ser complementada posteriormente los comentarios y retroalimentación que provenga de los participantes en los pretest y otros análisis de terreno, tendientes a evaluar la comprensión de las preguntas, su relevancia y si cubren adecuadamente el alcance y los objetivos definidos. Los aspectos relevantes serían:

- Comparar cada pregunta con los criterios establecidos en el diseño de la encuesta para asegurarse de que aborden los aspectos clave relacionados con el alcance y los objetivos.
- Verificar si las preguntas capturan la información necesaria sobre la disposición a pagar por la reducción de riesgos de muerte y si abarcan los grupos de interés, dimensiones geográficas y temporales establecidas.
- Realizar una revisión interna dentro de la institución para evaluar la adecuación de las preguntas.
- Complementar la revisión con comentarios y retroalimentación de participantes en pretests y otros análisis de terreno para evaluar la comprensión, relevancia y cobertura de las preguntas.

- Utilizar los resultados de la revisión para realizar ajustes y mejoras en el cuestionario antes de su implementación a gran escala

4.3.2.2. Elaboración de cuestionario

Ya establecidos las tareas, actividades y procesos anteriores, e integrado con el subproceso de validación preliminar, se procede a elaborar una primera versión del instrumento de levantamiento de información.

Se ha demostrado que las ayudas visuales, como fotografías y diagramas, son útiles para comunicar los aspectos centrales de la encuesta. En el caso de VSL, el problema más importante es comunicar cambios pequeños en la probabilidad de muerte (por ejemplo, un cambio de 5 en 10000 a 2 en 10000). Para ello se han utilizado cuadrículas que representan la población (10000) donde se destaca en colores la situación actual (5 cuadros) y la situación nueva (2 cuadros). También se ha usado una escalera de probabilidades (Ladder) en que se describen distintas probabilidades de muerte para distintos casos. Últimamente, los entornos virtuales ofrecen nuevas oportunidades para comunicar atributos e información en la valoración de no mercado, aunque su uso aún es limitado debido a los costos y la complejidad del diseño. Sin embargo, la disponibilidad de tecnología como gafas con seguimiento ocular y paneles de realidad virtual en encuestas abre nuevas posibilidades de investigación económica en la valoración de la reducción del riesgo de muerte. La incorporación de técnicas como realidad virtual y realidad aumentada en los cuestionarios puede proporcionar una experiencia más realista y mejorar la precisión de las respuestas.

Aunque la utilización de entornos virtuales en la valoración de no mercado aún es limitada debido a los costos y la complejidad del diseño (Matthews et al., 2017), se observa una tendencia hacia su creciente relevancia en el futuro (Meyer, 2020). A pesar de que existen algunas investigaciones en SP que exploran este tema (Bateman et al., 2009; Fiore et al., 2009; Matthews et al., 2017; Meyer, 2020), los entornos virtuales son poco utilizados en la actualidad. Sin embargo, la rápida reducción de costos y el aumento de las experiencias digitales multisensoriales indican que los entornos virtuales serán cada vez más importantes en aplicaciones futuras de valoración de no mercado.

Queda a criterio de la institución la evaluación de la factibilidad de implementar estás técnicas de entornos virtuales en los cuestionarios.

4.4. Pilotaje del cuestionario

Realizar un pilotaje del cuestionario antes de llevar a cabo la encuesta es una práctica importante para asegurarse de que el cuestionario sea comprensible y válido para los participantes. El pilotaje implica someter el cuestionario a un grupo de personas seleccionado previamente para comprobar la claridad de las preguntas, la adecuación de las respuestas y la coherencia general del cuestionario.

También es necesario llevar a cabo otras técnicas cualitativas tales como focus group, entrevistas o grupos de discusión, que se enfoquen en investigar los aspectos subjetivos de un fenómeno, incluyendo las experiencias, percepciones, actitudes y comportamientos de los participantes en relación con el tema en cuestión. Esta metodología permite comprender la complejidad y diversidad de las perspectivas de los participantes mediante la exploración detallada de estos aspectos subjetivos.

El objetivo principal del pilotaje es detectar cualquier problema en la comprensión de las preguntas, respuestas o instrucciones, que puedan afectar la calidad de los datos. Si el cuestionario no es claro para los participantes, pueden surgir interpretaciones erróneas o respuestas inconsistentes, lo que podría invalidar los resultados de la encuesta.

Además, el pilotaje también permite identificar posibles problemas técnicos o logísticos que puedan afectar la realización de la encuesta en sí misma. Por ejemplo, se pueden identificar problemas con la plataforma de la encuesta en línea, la duración de la encuesta, la cantidad de preguntas, etc.

A continuación, se describen y explican los aspectos a considerar al realizar el pilotaje del cuestionario.

4.4.1.Aplicación de técnicas cualitativas

Antes de realizar el testeo de la encuesta en sí, es necesario llevar a cabo otras técnicas cualitativas tales como focus group, entrevistas o grupos de discusión, que se enfoquen en investigar los aspectos subjetivos de un fenómeno, incluyendo las experiencias, percepciones, actitudes y comportamientos de los participantes en relación con el tema en cuestión. El enfoque y método cualitativo permite comprender la complejidad y diversidad de las perspectivas de los participantes mediante la exploración detallada de estos aspectos subjetivos.

Estas técnicas de investigación cualitativas permitirán la evaluación y corrección del instrumento a aplicar, brindará la contextualización territorial y pertinencia de las preguntas; además de corregir temas relacionados a la comprensión de las preguntas en el cuestionario que pudiesen afectar la calidad de los datos. Si el cuestionario no es claro para los participantes, pueden surgir interpretaciones erróneas o respuestas inconsistentes, lo que podría invalidar los resultados de la encuesta.

Posterior a estos ajustes, se podrá aplicar el pilotaje en cuestión a una población mayor. Este va a permitir identificar posibles problemas técnicos o logísticos que puedan afectar la realización de la encuesta en sí misma. Por ejemplo, se pueden identificar problemas con la plataforma de la encuesta en línea, la duración de la encuesta, la cantidad de preguntas, etc.

4.4.2.Seleccionar participantes

Es importante seleccionar una muestra que sea representativa de la población objetivo de la encuesta. De esta manera, se puede asegurar que el pilotaje proporcione una evaluación precisa del cuestionario. La selección de una muestra representativa para realizar un pilotaje del cuestionario es un proceso crítico que puede afectar la calidad de los resultados y la validez de las conclusiones. Algunos aspectos para considerar en este proceso son los siguientes:

- Estimar el tamaño adecuado de la muestra: Se recomienda un tamaño de muestra de al menos 30 a 50 participantes para un pilotaje, pero esto puede variar dependiendo de la complejidad del cuestionario y de la heterogeneidad de la población. Si se requiere estimar el modelo en esta etapa, el tamaño muestral debería ser mayor. Por esta razón se sugiere dejar la estimación del modelo para el periodo de pre-encuesta.
- Inclusión y exclusión de participantes: Se deben establecer criterios claros de inclusión y exclusión de participantes en la muestra, como la edad, etnia, género, nivel educativo, etc. Esto garantizará que la muestra sea representativa de la población objetivo.
    - Características demográficas: Es importante que la muestra incluya participantes con características demográficas similares a la población objetivo. Por ejemplo, si se desea estimar el VSL de los usuarios de las calles y carreteras de Valdivia en particular, la muestra debe incluir peatones, ciclistas, automovilistas, choferes del transporte público, etc. de esa ciudad
- Selección aleatoria: La selección de los participantes debe ser aleatoria para evitar sesgos y asegurar que la muestra sea representativa de la población objetivo. La selección aleatoria se puede lograr mediante el uso de una lista de la población objetivo y un proceso de muestreo aleatorio.
- Consentimiento informado: Es importante obtener el consentimiento informado de los participantes antes de su inclusión en la muestra. Esto implica explicarles los objetivos del estudio y los procedimientos de la investigación, así como asegurarse de que están dispuestos a participar.

Al considerar estos aspectos al seleccionar una muestra representativa para realizar un pilotaje del cuestionario, se puede garantizar una mayor validez de los resultados y la capacidad de generalizar las conclusiones a la población objetivo.

4.4.3. El modelo econométrico para la estimación del VSL

El proceso de pilotaje permite en entre otros aspectos, realizar estimaciones con cada modelo (según sea CV o CE), y a pesar de que no existe una muestra lo suficientemente grande, pude verificarse con los resultados que los signos de los coeficientes sean consistentes con la teoría y tengan la significancia correcta. Con esta información se

vuelve a rediseñar las combinaciones de atributos en el caso de CE, y el vector de pagos en CV utilizando los parámetros estimados anteriormente y sus errores estándar. Debe hacerse notar que CV y CE no necesariamente son simultáneos, pueden ser separados.

Se presenta una breve revisión de la teoría subyacente en la modelación para estimar el VSL. Dado que serán abordadas las estrategias de CV y CE, se hace una revisión del modelo de utilidad aleatoria que representa las decisiones de los consumidores en las elecciones que les sean presentadas en la encuesta. Este componente es compartido por ambos modelos. A su vez están elecciones están relacionadas a la WTP por la reducción del riesgo de mortalidad en accidentes de tráfico, y de un atributo con varias categorías, entre los cuales se encuentra el precio. Se presenta como se transita desde la descripción de los modelos de utilizada aleatoria, hacia la determinación de la WTP, y luego una vez obtenida, como se estima la VSL.

Modelos de utilidad aleatoria

De acuerdo con la teoría de la utilidad aleatoria (Thurstone, 1927; McFadden, 1974), y dado el contexto en que un consumidor debe elegir una alternativa, se asume que la utilidad asociada con cada alternativa puede ser representada como una función matemática cuyas variables son las características conocidas de las alternativas y términos de error desconocidos.

Tanto la estructura del CE como la estructura del CV pueden ser analizadas utilizando el mismo modelo de utilidad aleatoria. En cada caso, la elección de una alternativa (1 de k escenarios en el experimento de elección o Sí/No en el experimento de valoración contingente) representa una elección discreta de un conjunto de alternativas.

La forma funcional más común en la literatura es la forma funcional lineal. LA razón es que formas funcionales no lineales complican innecesariamente el caculo de la disposición a pagar. Por lo tanto, asumiendo una estructura lineal para esta función (en este caso, los parámetros estimados pueden ser interpretados como utilidades marginales), la utilidad puede ser representada de la siguiente manera:

$$U_i = \sum_k^n \alpha_k \cdot q_{ik} + \varepsilon_i = V_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

donde U_i representa la utilidad asociada con la alternativa *i* y α_k representa la utilidad marginal del atributo *k* (suponiendo que esta utilidad marginal es constante para todas las alternativas). q_{ik} representa el atributo k de la alternativa *i* y ε_i es un término de error que representa todos los elementos desconocidos (para el analista) de la decisión. Vi se denomina utilidad representativa de la alternativa, y corresponde a un componente objetivo. Se hipotetiza que cada alternativa tiene asociada una utilidad de la forma de la ecuación anterior.

Suponiendo que los términos de error son independientes e idénticamente distribuidos siguiendo una distribución Gumbel (distribución de Valor Extremo Tipo I), se llega al conocido modelo Logit Multinomial (McFadden, 1974).

En el CE, el Vi contiene atributos de la situación, mientras que, en el modelo de CV, Vi contiene la "oferta" o bid y una constante la cual puede incluir otras variables explicativas del modelo. De esta manera, suponiendo una distribución de valor extremo tipo I para los términos de error la probabilidad con la que una persona elige la alternativa i en un conjunto de elección de *l* alternativas discretas se puede expresar de la siguiente manera:

$$P_i = \frac{e^{\lambda V_i}}{\sum_j^l e^{\lambda V_j}} \qquad (2)$$

donde P_i es la probabilidad de elección y λ es un factor de escala relacionado con la desviación estándar de los términos de error. Por lo general, el enfoque se centra en las relaciones entre las utilidades marginales y no en los valores reales, ya que este factor de escala no identificable puede normalizarse a 1 sin pérdida de generalidad.

El conjunto de opciones varía entre 1 y l (alternativas en el experimento de elección y sí o no en el modelo de CV). En una muestra única, el parámetro de escala no se puede identificar y, por lo tanto, se asume que es 1. Sin embargo, en muestras separadas (o en diferentes tipos de datos), se puede calcular el parámetro de escala relativo que tiene en cuenta la diferencia en la variación de los efectos no observados.

Dado que cada tipo de tarea de elección (CV o CE) es consistente con la teoría de la utilidad aleatoria y dado que las elecciones se realizan en los mismos tipos de situaciones, también es posible examinar los efectos relativos de escala. En primer lugar, se puede evaluar si los parámetros de los dos modelos son iguales después de considerar la heterogeneidad de la varianza del error. En segundo lugar, al analizar la varianza del componente no observado, se puede determinar cuál modelo tiene una mayor variabilidad y si existen diferencias significativas en las varianzas de error entre ambos enfoques.

En esta etapa piloto se puede usar las estimaciones para asegurarse de capturar adecuadamente el signo y la significancia de los coeficientes. Así en una forma secuencial se usan estos resultados para el diseño de la nueva versión de la encuesta usando un modelo de diseño óptimo bayesiano, disponible en Ngene, que utiliza la estimación de los coeficientes y de sus errores estándar como información a priori.

El problema que puede surgir es que el tamaño de la muestra piloto no permita conseguir la significancia estadística deseada, incluso a veces tampoco el signo. En ese caso el investigador debe decidir si levanta más encuestas pilotos, o simplemente espera que el

aumento del tamaño muestral en la encuesta final resuelva el problema. En nuestra experiencia, esta segunda alternativa a funcionado apropiadamente.

Para estimar la WTP

En el caso de CE, se asume que en las preguntas de elección conjunta los encuestados van a elegir la alternativa con la mayor utilidad indirecta, y que la utilidad indirecta depende de la secuencia descontada de reducciones de riesgo y del ingreso residual. Formalmente,

$$\bar{V}_{ij} = \alpha \cdot DR + \beta\left(y_i - C_{ij}\right) \qquad (3)$$

donde $\bar{V}_{ij}$ representa el componente determinístico de la función de utilidad indirecta, *DR* es el flujo descontado de reducciones de riesgo proporcionadas por el programa *j*, *y* es el ingreso y *C* es el costo del programa para el encuestado. Los coeficientes α y β representan la utilidad marginal del flujo descontado de reducciones de riesgo y la utilidad marginal del ingreso, respectivamente. Se asume un descuento exponencial constante y se define *DR* como:

$$DR = e^{-\delta A}\int_0^T \Delta R \cdot e^{-\delta t}dt = \Delta R \cdot e^{-\delta A}\left[\frac{1-e^{-\delta A}}{\delta}\right] \qquad (4)$$

donde ΔR es la reducción anual de riesgo (que varía para los encuestados, pero es constante a lo largo de los años), δ es la tasa de descuento, A es el número de años que se debe esperar antes de que se observen las reducciones de riesgo y T es el número de años durante los cuales se salvan vidas. La expresión anterior muestra el efecto de un retraso en el inicio de la reducción del riesgo (capturado por el término $e^{-A\delta}$) y el efecto de reducciones de riesgo más o menos permanentes (capturado por $\frac{1-e^{-\delta T}}{\delta}$).

Al agregar un término de error ε_{ij} , la ecuación (3) se convierte en un modelo de utilidad aleatoria, lo cual a su vez resulta en un modelo logit condicional si asumimos además que los términos de error ε_{ij} son independientes entre las diferentes alternativas dentro del mismo encuestado y siguen la distribución estándar de valor extremo de tipo I. Por lo tanto, la probabilidad de que se seleccione la opción *k* de entre *K* alternativas al responder una pregunta de elección es:

$$P(k) = \frac{e^{\bar{V}_{ik}}}{\sum_{j=1}^{K} e^{\bar{V}_{ik}}} \qquad (5)$$

Una vez estimada la probabilidad de elegir la alternativa i, la función de log-verosimilitud de la muestra es:

$$logL = \sum_{i=1}^{n} \sum_{m=1}^{M} \sum_{k=1}^{K_m} y_{mik} \cdot logP_{ikm}$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \sum_{m=1}^{M} \sum_{k=1}^{K_m} y_{mik} \cdot log \frac{e^{\bar{V}_{ikm}}}{\sum_{j=1}^{K_m} e^{\bar{V}_{ijm}}} \qquad (6)$$

donde y_{mik} es un indicador binario que toma el valor 1 si el encuestado *i* selecciona la alternativa *k* en la pregunta de elección *m* (P_{ikm} es la probabilidad respectiva de esa decisión), y 0 en caso contrario, K_m denota el número de alternativas que el encuestado enfrenta en la pregunta de elección *m*, y *M* denota el número total de preguntas de elección realizadas al encuestado. La ecuación anterior describe así un logit condicional no lineal. Se asume que las respuestas de elección son independientes dentro y entre los encuestados.

Las estimaciones de máxima verosimilitud de los coeficientes se pueden utilizar para calcular la WTP:

$$WTP = \frac{\hat{\alpha}}{\hat{\beta}} DR \qquad (7)$$

Esta fórmula es válida tanto para VC como para CE. Aunque hay algunas sutilezas que tener en cuenta al momento de compararlas. Que vienen dadas por la cantidad de alternativas presentes en cada caso. En estricto rigor esta fórmula es válida cuando se cambian todos los riesgos de todas las alternativas en la misma proporción. Si por el contrario en CE se desea cambiar el riesgo solo en un subconjunto de alternativas (por ejemplo, excluyendo el statu quo) se debe recurrir a la clásica formula del "log sum".

$$WTP = \frac{1}{\gamma}\left[ln\left(\sum_i e^{V_i^1}\right) - ln\left(\sum_i e^{V_i^0}\right)\right] \qquad (8)$$

donde γ representa la utilidad marginal del ingreso, que en una especificación lineal es igual al coeficiente de costo. $e^{V_i^1}$ y $e^{V_i^0}$ denotan el componente determinístico de la utilidad asociada a la elección i bajo los estados inicial y alternativo, respectivamente.

Es probable que con la muestra piloto estas estimaciones no sean muy acertadas. Es importante considerar esto porque los resultados no esperados generan incertidumbre en la aplicación de la encuesta. Aquí sugerimos un proceso iterativo en que en la medida que se va levantando más datos de la encuesta final se recalculen tanto los coeficientes como las WTP con el fin de ir viendo su evolución y entender qué es lo que genera los resultados no esperados. Con esta información en la mayoría de los casos es posible

corregir estos problemas. Noté que quizás es necesario detener la recolección de datos 3 o 4 veces para hacer el análisis.

Estimación del VSL

El enfoque de WTP enfatiza la importancia de las preferencias individuales en los cambios de riesgo. WTP se puede definir como la medida monetaria del valor de una pequeña reducción en el riesgo de muerte. A diferencia del enfoque del capital humano, que es una medida ex post, WTP es una medida ex ante. WTP también puede ser definido alternativamente como una medida de excedente compensatorio, es decir, la suma de dinero que se podría quitar al individuo que obtiene el riesgo de mortalidad para que no esté mejor que en la situación sin política actual (Freeman, 2003).

Supongamos que la utilidad de un individuo puede expresarse en términos de W, que representa su riqueza, y p, que representa el riesgo de mortalidad en la sociedad en la que vive (Dreze, 1962; Jones-Lee, 1974). Sea $u_a(W)$ la utilidad condicional de sobrevivir y asumamos que $u_a'(W) \geq 0$ y $u_a''(W) < 0$, lo que implica que la utilidad marginal de este individuo aumenta con la riqueza y que tiene aversión a los riesgos financieros.

Sea $u_d(W)$ la utilidad condicional de la muerte y asumamos que $u_d'(W) \geq 0$ y $u_d''(W) < 0$. También asumamos que $u_a(W) > u_d(W)$ y $u_a'(W) > u_d'(W)$ en todos los valores relevantes de W, lo que implica que más riqueza proporciona más utilidad si el individuo sobrevive en lugar de morir. Si el riesgo de mortalidad base es p_0, entonces la utilidad esperada E[U(p,W)] se puede expresar como:

$$E[U(p,W)]_0 = (1-p_0)u_a(W_0) + p_0 u_d(W_0) \qquad (9)$$

donde W_0 es el nivel inicial de riqueza. Si el riesgo de mortalidad cambia de p_0 a p, y q es la cantidad de riqueza requerida para mantener la utilidad esperada al mismo nivel que antes, la utilidad esperada se puede escribir como:

$$E[U(p,W)]_0 = (1-p)u_a(W_0 - q) + p u_d(W_0 - q) \qquad (10)$$

Se pueden obtener dos tipos de medidas: disposición a pagar (WTP) o disposición a aceptar (WTA). WTP representa la disposición del individuo a pagar una cantidad de dinero por una reducción declarada en el riesgo de mortalidad, mientras que WTA representa la disposición del individuo a aceptar una cantidad de dinero como compensación por un aumento en el riesgo de mortalidad. Si $p < p_0$, es decir, si el riesgo de mortalidad disminuye, entonces $q > 0$ y lo denominamos disposición a pagar (WTP), que es una medida de variación compensatoria.

En otras palabras, es el pago monetario máximo que garantizaría que el bienestar del individuo con una pequeña reducción en el riesgo de mortalidad sea el mismo que su bienestar sin ninguna reducción en el riesgo de mortalidad. Si $p > p_0$, es decir, si el riesgo

de mortalidad aumenta, entonces $q < 0$ y lo denominamos disposición a aceptar (WTA), que son una medida de variación equivalente. Ambas medidas, WTP y WTA, se utilizan en el cálculo del VSL.

Si variamos p marginalmente alrededor de p_0 manteniendo la utilidad esperada constante, entonces obtenemos la tasa marginal de sustitución entre p y la riqueza:

$$VSL_0 = -\frac{dq}{dp}\Big|_{p-p_0} = \frac{u_a(W_0) - u_d(W_0)}{p_0 u_d'(W_0) + (1-p_0) u_a'(W_0)} \qquad (11)$$

La ecuación anterior establece que el VSL es la diferencia en utilidades entre la supervivencia y la muerte dividida por la esperada utilidad marginal de la riqueza. Dadas nuestras suposiciones, el VSL es siempre positivo y aumenta con el riesgo inicial (Jones-Lee, 1974; Eeckhoudt and Hammitt, 2001). En otras palabras, el VSL es la tasa a la cual las personas están dispuestas a intercambiar ingresos por una reducción de riesgo especificada.

Utilizando la ecuación 10, también podemos definir alternativamente el VSL como la WTP marginal para reducir el riesgo de muerte.

$$VSL = \frac{\partial q}{\partial p} = \frac{\partial WTP}{\partial p} \quad (12)$$

donde WTP significa la disposición a pagar por un cambio en el riesgo de morir, y p es el riesgo de morir. Aunque el VSL puede variar entre individuos, ya que depende de W y p, así como de la forma de la función de utilidad, también puede describirse de manera equivalente como la suma total de WTP de un grupo de N personas que experimentan una reducción uniforme de 1/N en su riesgo de morir.

Para ilustrar esto, consideremos un grupo de 10,000 individuos y supongamos que cada uno de ellos está dispuesto a pagar $3.000 para reducir su propio riesgo de morir en 1 de cada 10,000. El VSL implícito en este WTP es de:

$$VSL = \frac{3.000}{\frac{1}{10.000}} = 30.000.000 \qquad (13)$$

Una forma alternativa pero equivalente de ilustrar el concepto de VSL se explica mediante el siguiente ejemplo. Si nuevas medidas de tráfico inducen reducciones en las muertes en carretera de 10^{-5} para cada una de las 100,000 personas en una población, se salvará una vida estadística. Si cada una de estas personas está dispuesta a pagar $10 por la reducción de riesgo de 10^{-5}, entonces el valor de una vida estadística (VSL) es la suma de sus disposiciones individuales a pagar dividida por el número de vidas salvadas. En este caso, el VSL es de $1,000,000, que es el valor que la sociedad asigna a una vida salvada. En otras palabras, el VSL es la suma de las disposiciones de la

sociedad a pagar por n individuos en riesgo para reducir el riesgo uniformemente en 1/n, lo que se agrega a una vida estadística salvada.

De manera equivalente, el VSL es el valor económico de prevenir una muerte estadística en una determinada población. Una muerte estadística es la reducción en la frecuencia estadística de muertes en una vida (Schelling, 1968). Por lo tanto, el término VSL define el valor, no de una vida en particular, sino de las medidas de seguridad que reducen en uno el número estadísticamente esperado de muertes accidentales. Por ello se considera generalmente como la construcción apropiada para análisis de políticas ex ante, cuando aún no se conocen las identidades de las personas cuyas vidas serán salvadas por la política. Los beneficios totales para la sociedad en términos de mortalidad de una política que salva L vidas son iguales a (VSL × L).

En el caso de CE y VC, el VSL, es decir, la disposición a pagar por una reducción marginal de riesgo que se incurra en el año actual es igual a:

$$VSL = \frac{\hat{\alpha}}{\hat{\beta}} \qquad (14)$$

Con las diferencias hechas anteriormente. En la literatura de CV existen otras fórmulas para el cálculo de la WTP que también pueden ser utilizadas en este contexto, pero que no discutimos en esta sección ya que la mayoría de los artículos científicos usan esta fórmula. Notar además que la fórmula 14 es para cambios en el año actual, por eso no requiere considerar un factor de actualización. Si los beneficios o reducciones de riesgo son en el futuro, corresponde usar la ecuación descontada como se presentó anteriormente.

4.4.4.Aplicación de pre-encuesta

Este proceso es clave antes de implementar la encuesta a gran escala, para evaluar su claridad, comprensión y efectividad en medir la disposición a pagar. Esta prueba permite evaluar aspectos como la claridad de las preguntas, la comprensión de los encuestados, la efectividad de la escala de medición utilizada, la calidad de las respuestas obtenidas y la duración de la encuesta. Las tareas de este proceso son más complejas que la prueba realizada para validación de preguntas a nivel institucional, por lo que se demanda una mayor cantidad de recursos físicos y humanos.

La retroalimentación obtenida de este grupo de prueba es importante, ya que permite realizar ajustes y mejoras al cuestionario antes de llevar a cabo la encuesta a gran escala. Además, se pueden identificar posibles preguntas que puedan ser malinterpretadas o sesgadas, lo que podría afectar las respuestas de los encuestados.

La prueba del cuestionario con un grupo de prueba brinda la oportunidad de identificar y corregir cualquier problema antes de llevar a cabo la encuesta a gran escala. Esto contribuye a aumentar la calidad de los resultados obtenidos y asegura una medición

precisa de la disposición a pagar por la reducción de fatalidades y lesiones en accidentes de tráfico. A continuación, se presentan los subproceso y tareas asociadas, la cuales pueden llevarse a cabo de manera paralela.

4.4.4.1. Validar la comprensión de las preguntas

La verificación de la comprensión de las preguntas es un paso crucial en el proceso de pilotaje del cuestionario, ya que permite detectar posibles problemas de comprensión que puedan afectar la calidad y validez de los datos recolectados. A continuación, se presentan algunos aspectos a considerar en este proceso:

- Presentación de las preguntas: Es necesario presentar las preguntas de manera clara y concisa, evitando utilizar un lenguaje técnico o ambiguo que pueda generar confusión en los participantes.
- Retroalimentación: Es necesario solicitar retroalimentación específica sobre cada pregunta, preguntando a los participantes si comprendieron la pregunta, si les resultó confusa o difícil de responder, o si necesitaron más información para responderla adecuadamente.
- Análisis de los resultados: Una vez que se ha recolectado la retroalimentación de los participantes, es necesario analizar los resultados para identificar patrones y tendencias en las respuestas, y determinar si es necesario hacer ajustes en el cuestionario para mejorar su comprensión.
- En esta etapa se debe estimar una versión preliminar del modelo para asegurar que se obtienen los signos esperados y la significancia estadística deseada. En particular el coeficiente del precio (BID) debe ser negativo y significativo. En muchos casos de encuestas piloto esto no se logra debido al número pequeño de replicaciones de cada uno de los diseños de la encuesta. Por ejemplo, con 100 observaciones y 5 precios, se tendrían 20 observaciones por valor, lo que es un número muy bajo para asegurar una función de sobrevivencia monofónicamente decreciente al precio. En este caso se puede aumentar la muestra del piloto o bien esperar a que este fenómeno se corrija en la encuesta final.

En general, es importante tener en cuenta que el proceso de verificación de la comprensión de las preguntas debe ser iterativo, y que puede ser necesario realizar varios ciclos de pilotaje y ajuste para obtener un cuestionario que sea claro y comprensible para los participantes.

Además, es importante evaluar si las preguntas miden lo que se pretende medir. Para ello, se puede comparar las respuestas de los participantes con las respuestas esperadas y analizar si los resultados son consistentes.

Evaluar la validez de las preguntas es un paso fundamental al realizar un pilotaje del cuestionario, ya que esto permitirá garantizar que las preguntas midan lo que se

pretende medir. A continuación, se presentan algunos aspectos a considerar al evaluar la validez de las preguntas:

- Coherencia con los objetivos del estudio: Es importante asegurarse de que las preguntas estén alineadas con los objetivos del estudio y midan la variable de interés de manera precisa.
- Claridad: Las preguntas deben ser claras y comprensibles para los participantes. Para ello, se puede realizar una revisión de las preguntas para identificar términos o conceptos que puedan ser confusos o ambiguos para los participantes.
- Relevancia: Las preguntas deben ser relevantes para el contexto en el que se aplicará el cuestionario y para la población objetivo. Es importante considerar que las preguntas pueden tener diferentes interpretaciones dependiendo del contexto cultural, social y económico.
- Consistencia: Es importante evaluar la consistencia de las preguntas con otras preguntas relacionadas en el cuestionario. Las preguntas deben ser coherentes y no generar confusión o contradicciones.
- Sensibilidad: Las preguntas deben ser lo suficientemente sensibles para poder detectar las variaciones en la variable de interés. En caso de ser necesario, se pueden incluir preguntas adicionales para capturar diferentes aspectos de la variable.
- Prejuicios: Es importante evitar preguntas que puedan generar prejuicios o sesgos en las respuestas de los participantes. Las preguntas deben ser formuladas de manera neutral y objetiva.

Sintetizando, al evaluar la validez de las preguntas para realizar un pilotaje del cuestionario, es fundamental garantizar que las preguntas sean coherentes, claras, relevantes, consistentes, sensibles y no generen prejuicios o sesgos en las respuestas. De esta manera, se puede asegurar la calidad del cuestionario y la validez de los resultados obtenidos.

4.4.4.2. Validar el desempeño de los equipos

Esta tarea implica identificar fortalezas y áreas de mejora en el funcionamiento de las personas encargadas de aplicación del pilotaje en terreno para una implementación exitosa de la encuesta a gran escala.

Es importante establecer criterios claros y específicos para evaluar el desempeño de los equipos de terreno, considerando aspectos tales como la capacidad de seguir instrucciones, la calidad de la interacción con los encuestados, la precisión en la recopilación de respuestas y la capacidad de resolver problemas o situaciones imprevistas.

Además, es deseable realizar una observación directa del trabajo de los equipos de terreno durante el pilotaje de la encuesta. Esto puede implicar acompañar a los encuestadores en el campo y observar su desempeño en situaciones reales, como por ejemplo, la manera en que están cumpliendo los miembros del equipo los protocolos establecidos, la forma de abordar las preguntas y la interacción con los encuestados.

Finalmente se debe analizar las evaluaciones realizadas por los encargados del pilotaje de la encuesta, a partir de los formularios completados, las notas de campo y cualquier otro tipo de documentación que permita evaluar el cumplimiento de los procedimientos, la calidad de los datos recopilados y la coherencia en la aplicación de la encuesta.

4.4.4.3. Identificar posibles problemas técnicos

Durante el pilotaje, se pueden identificar problemas técnicos, como errores de programación o problemas de accesibilidad. Es importante identificar y solucionar estos problemas antes de la aplicación de la encuesta a la muestra final.

Durante el pilotaje de un cuestionario, es importante identificar posibles problemas técnicos que puedan afectar la calidad de los datos recopilados. Algunos aspectos para considerar son:

- Problemas con la redacción de las preguntas: Si durante el pilotaje se identifican preguntas que generan confusión o que no son entendidas por los participantes, es necesario revisar y ajustar la redacción, siguiendo lo recomendado en el punto 4.4.2.1.
- Problemas de formato: Si los participantes tienen dificultades para entender el formato o para responder las preguntas de manera clara y concisa, es necesario ajustar el formato para hacerlo más accesible.
- Problemas con las opciones de respuesta: Si durante el pilotaje se identifican problemas con las opciones de respuesta, como por ejemplo opciones insuficientes o confusas, es necesario ajustarlas.
- Problemas con la longitud del cuestionario: Si e detecta que el cuestionario es muy largo o que algunos participantes no están dispuestos a completarlo, es necesario ajustar la longitud del cuestionario.
- Problemas con la tecnología: Si el cuestionario se aplica mediante una plataforma digital, es necesario verificar que la plataforma funciona correctamente y que los participantes pueden acceder y completar el cuestionario sin problemas. Si se identifican problemas técnicos durante el pilotaje, es necesario solucionarlos antes de la aplicación definitiva del cuestionario.

4.4.4.4. Establecer la duración adecuada del cuestionario

Se debe asegurar que el cuestionario no sea demasiado largo ni demasiado corto, ya que esto puede afectar la tasa de respuesta y la calidad de las respuestas.

Durante el proceso de pilotaje, es importante establecer la duración adecuada del cuestionario para asegurarse de que los participantes puedan completarlo sin experimentar cansancio o aburrimiento. Una duración excesiva del cuestionario puede llevar a que los participantes pierdan interés en responder de manera cuidadosa y detallada. Por otro lado, una duración demasiado corta puede dar lugar a que no se recoja información suficiente para analizar los resultados.

Para establecer la duración adecuada del cuestionario, se pueden considerar algunos factores como la complejidad de las preguntas, la cantidad de preguntas en el cuestionario, el perfil del público objetivo y el contexto en el que se realiza el pilotaje. Es importante asegurarse de que la duración del cuestionario sea razonable y manejable para los participantes, evitando preguntas innecesarias y enfocándose en aquellas que son esenciales para el propósito de la investigación.

Una vez que se establece la duración del cuestionario, se puede realizar un seguimiento de la cantidad de tiempo que los participantes tardan en completarlo. Si la duración del cuestionario resulta ser demasiado larga o corta, se pueden hacer ajustes en la cantidad o complejidad de las preguntas para mejorar la calidad de las respuestas y la eficacia del cuestionario en general.

4.4.4.5. Evaluar la calidad de las respuestas

Es importante evaluar la calidad de las respuestas proporcionadas por los participantes. Esto se puede hacer mediante la revisión de las respuestas y la identificación de patrones y tendencias.

Durante un pilotaje del cuestionario, es importante evaluar la calidad de las respuestas obtenidas para asegurar que sean útiles y confiables. Para hacerlo, se pueden considerar los siguientes aspectos:

- Revisar el porcentaje de respuestas: Se debe revisar el porcentaje de respuestas obtenidas, ya que un bajo porcentaje puede indicar que el cuestionario no fue entendido o que hubo problemas técnicos durante la aplicación.
- Evaluar la consistencia de las respuestas: Se debe evaluar la consistencia de las respuestas, ya que, si hay respuestas contradictorias o incoherentes, puede indicar problemas con la claridad de las preguntas o con la comprensión del encuestado.
- Verificar la variabilidad de las respuestas: Es importante verificar la variabilidad de las respuestas para asegurarse de que las preguntas sean lo suficientemente sensibles para capturar las diferencias entre los participantes. Si las respuestas son demasiado homogéneas, puede ser necesario revisar las preguntas y opciones de respuesta.

- Revisar las preguntas omitidas: Es importante revisar las preguntas omitidas para ver si hay algún patrón en las preguntas que los participantes no respondieron. Si hay preguntas que muchos participantes omitieron, puede ser necesario revisar la claridad de esas preguntas.
- Evaluar la calidad de los datos: Es importante evaluar la calidad de los datos, por ejemplo, revisando si hay valores atípicos, si hay errores de digitación, si hay preguntas que se saltaron o si hay preguntas que se respondieron de manera incompleta.

En general, la evaluación de la calidad de las respuestas durante el pilotaje del cuestionario es fundamental para asegurar la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos.

4.4.5.Identificación del método de pago

Los resultados generados desde el proceso previo de aplicación de la pre-encuesta deben haber establecido las condiciones para seleccionar el método de pago óptimo para medir la disposición a pagar de los encuestados, considerando su viabilidad técnica, económica y legal, así como su impacto en la población, su efectividad y su aceptabilidad.

Como se indicó anteriormente, el método de pago debe ser factible en términos de costos, capacidad de recaudación y cumplimiento de normativas legales. También debe ser justo y equitativo, evitando afectar de manera desproporcionada a grupos de bajos ingresos, es decir, debe considerar el contexto territorial en donde se aplicaría (por ejemplo, puede evidenciarse un rechazo a pagaren las cuentas de servicios básicos, o a pagos mensuales descontados de los ingresos). Además, debe ser efectivo y confiable para obtener resultados precisos, y aceptable para los encuestados, ajustándose a sus preferencias y hábitos de consumo.

4.4.6.Identificación del vector de pago

Al analizar los resultados obtenidos, se deben considerar varios aspectos para definir el vector de pagos apropiado. Es importante examinar la distribución de las respuestas de los encuestados y la variabilidad en sus disposiciones a pagar. Se puede establecer un rango de montos que cubra adecuadamente las preferencias y capacidades de los encuestados, teniendo en cuenta tanto los valores mínimos como los máximos.

También es importante considerar la sensibilidad de los encuestados ante cambios en los montos ofrecidos, y asegurarse de que los incrementos sean graduales y realistas. Además, es necesario tener en cuenta el contexto y la naturaleza de la reducción del riesgo de muerte presentado al establecer los montos del vector de pagos. El apoyo en la literatura es importante para disponer de referencias.

4.4.7.Recomendación de mejoras y correcciones respecto al tipo de encuesta y modelo

Después de llevar a cabo el pilotaje, se deben realizar cambios y mejoras en el cuestionario para garantizar su validez y comprensión.

Después de llevar a cabo el pilotaje del cuestionario, es importante realizar una revisión exhaustiva de los resultados obtenidos y analizar los comentarios y sugerencias recibidos de los participantes en el estudio piloto. Algunos de los aspectos a considerar en la revisión y mejora del cuestionario son:

- Analizar la calidad de las respuestas: revisar las respuestas proporcionadas por los participantes en el pilotaje y evaluar la calidad de estas. Esto incluye identificar posibles patrones de respuesta que puedan indicar problemas en la comprensión de las preguntas o en la forma en que se presentan.
- Evaluar la validez de las preguntas: revisar cada pregunta del cuestionario para evaluar su validez y asegurarse de que se estén midiendo los conceptos que se pretenden medir. Si se identifican preguntas que no están midiendo adecuadamente los conceptos, es necesario modificarlas o eliminarlas.
- Revisar la redacción de las preguntas: si durante el pilotaje se identificaron problemas de comprensión o si los participantes tuvieron dificultades para responder a algunas preguntas, es necesario revisar la redacción de estas para garantizar que sean claras y precisas.
- Ajustar la duración del cuestionario: si durante el pilotaje se identificó que el cuestionario era demasiado largo o corto, es necesario ajustar la duración para garantizar que se está obteniendo la información necesaria sin agotar a los participantes.
- Incluir nuevas preguntas: si durante el pilotaje se identificaron áreas que no se estaban midiendo adecuadamente o que no se estaban considerando, es posible que se deban incluir nuevas preguntas en el cuestionario.
- Eliminar preguntas redundantes o irrelevantes: si durante el pilotaje se identificaron preguntas redundantes o irrelevantes, es necesario eliminarlas para reducir la longitud del cuestionario y evitar confusión en los participantes.

La revisión y mejora del cuestionario después del pilotaje es una parte crucial del proceso de investigación y es necesario realizarla cuidadosamente para garantizar la validez y fiabilidad de los resultados.

Realizar un pilotaje del cuestionario antes de la encuesta puede ayudar a garantizar la calidad de las respuestas y la validez de los resultados. Para ello, es importante considerar aspectos como la selección de una muestra representativa, la comprensión y validez de las preguntas, la identificación de posibles problemas técnicos, la duración adecuada del cuestionario, la evaluación de la calidad de las respuestas y la realización de cambios y mejoras necesarias.

4.5. Realización de la encuesta definitiva

La encuesta final debe ser realizada de siguiendo los protocolos establecidos para la selección de la muestra y la aplicación del cuestionario. Es similar, pero de mayor escala que proceso de selección de la muestra piloto, por lo que sus procedimientos son replicables, como el cálculo del tamaño muestral definitivo, la validación de la muestra y otros. Una vez que se ha realizado el proceso de pilotaje y validación del cuestionario, se pueden seguir los siguientes aspectos a considerar para llevar a cabo el encuestado final:

4.5.1. Selección de la muestra

La selección de la muestra es un paso crítico para obtener datos precisos y representativos de la población objetivo de la encuesta.

- Es importante definir previamente el universo o población que se desea encuestar y establecer criterios de inclusión para seleccionar a los participantes adecuados.
- Se utilizan diferentes métodos de muestreo, como el muestreo aleatorio simple, el muestreo estratificado y el muestreo por conglomerados, para seleccionar la muestra adecuada.
- El tamaño de la muestra debe ser suficientemente grande para garantizar la representatividad de los resultados, pero sin ser excesivamente grande que resulte en costos y esfuerzos innecesarios.
- En ese sentido, es válido lo presentado en el punto 4.2 relacionado a la selección y validez de la muestra.
    - En específico, ver punto 4.2.1.1 para el cálculo de tamaño muestral y 4.2.1.2 para métodos de muestro.
    - La validez de la muestra se refiere a su capacidad para representar de manera precisa a la población objetivo, por lo que es importante comparar las características de los encuestados con las de la población objetivo, recopilando datos demográficos relevantes.
- Se debe garantizar un proceso de selección transparente, que incluya a los diferentes grupos de la población objetivo y minimice el sesgo de selección y de otro tipo, incluyendo a personas de diferentes características relevantes para el tema de la encuesta.
- Se pueden utilizar técnicas como la selección aleatoria simple, la selección sistemática y la selección por cuotas para seleccionar a los participantes de manera aleatoria y equitativa.
- Contar con asesoría de profesionales especializados en encuestas para garantizar la elección adecuada de la muestra.
- El estudio de Green Lab (2014) utilizó tanto el muestreo estratificado como el muestreo probabilístico a nivel multietápico para mejorar la eficiencia del muestreo y obtener estimaciones de la población en sectores de altos ingresos.

Se utilizaron unidades primarias de muestreo (UPM) y unidades secundarias de muestreo (USM) en el proceso de selección de encuestados.

De esta forma, la selección de la muestra es un proceso clave en una encuesta, que requiere definir criterios de inclusión, utilizar métodos de muestreo adecuados, garantizar un proceso de selección justo y transparente, y realizarlo con cuidado para obtener datos precisos y representativos de la población objetivo.

4.5.2.Procedimiento de contacto

Se debe definir el procedimiento para contactar a los encuestados y establecer la forma en que se realizará la entrevista. Se puede realizar la encuesta de manera presencial, telefónica o en línea, según el caso.

Una vez que se ha definido el objetivo de la encuesta y se ha seleccionado una muestra representativa de la población, es necesario definir el procedimiento para contactar a los encuestados y establecer la forma en que se realizará la encuesta.

Existen diferentes formas de contactar a los encuestados, como el correo electrónico, el teléfono, el correo postal o en persona. Cada uno de estos métodos tiene sus ventajas y desventajas en términos de costos, tiempo y tasa de respuesta. Es importante elegir el método más adecuado para el objetivo de la encuesta y la población objetivo.

Además, es importante definir la forma en que se realizará la encuesta. Se pueden utilizar diferentes formas de encuesta, como la entrevista en persona, la entrevista telefónica, la encuesta por correo postal o la encuesta en línea. Cada una de estas formas tiene sus ventajas y desventajas en términos de costo, tiempo y tasa de respuesta. Es importante elegir la forma más adecuada para el objetivo de la encuesta y la población objetivo.

También es importante establecer un cronograma para la realización de la encuesta y definir los plazos para la recolección de datos y el análisis de resultados. Es recomendable establecer un plan de seguimiento para garantizar que se está cumpliendo con el cronograma y para resolver cualquier problema que pueda surgir durante el proceso.

La definición del procedimiento para contactar a los encuestados y establecer la forma en que se realizará la encuesta es crítica para el éxito de la encuesta. Es importante elegir el método y la forma más adecuada para el objetivo de la encuesta y la población objetivo, establecer un cronograma y un plan de seguimiento para garantizar que se está cumpliendo con los plazos y resolver cualquier problema que pueda surgir durante el proceso.

4.5.2.1. Capacitación de los encuestadores

Las principales recomendaciones para la capacitación serían:

- La capacitación adecuada de los encuestadores es crucial para garantizar la calidad de los datos recopilados en una encuesta.
- Los encuestadores deben recibir instrucciones claras y precisas sobre el propósito de la encuesta, el cuestionario y los procedimientos para la recolección de datos.
- La capacitación debe incluir información sobre la población objetivo, la muestra y cómo manejar diferentes situaciones durante el proceso de encuesta.
- Los encuestadores deben practicar la realización de la encuesta antes de comenzar a trabajar en el campo para familiarizarse con el cuestionario y las preguntas.
- Es importante establecer un mecanismo de supervisión y monitoreo para garantizar la calidad del trabajo de los encuestadores durante la encuesta.
- Es importante entender que muchas personas no sirven para encuestar, y habrá una tasa de rechazos importantes, que es creciente al nivel de complejidad de la encuesta.

4.5.2.2. Aplicación del cuestionario

Las principales recomendaciones serían:

- La aplicación del cuestionario debe ser estandarizada para asegurar la comparabilidad de los datos.
- El cuestionario debe ser cuidadosamente diseñado con preguntas claras y opciones de respuesta bien definidas.
- Es importante realizar pruebas piloto del cuestionario para identificar posibles problemas o ambigüedades.
- Los encuestadores deben seguir un protocolo estandarizado para la aplicación del cuestionario.
- Deben evitar cambios o interpretaciones de las preguntas y seguir los procedimientos establecidos para aclaraciones adicionales.
- La aplicación estandarizada del cuestionario garantiza datos confiables y comparables en la encuesta.

4.5.2.3. Procesos de validación de la toma de los datos

Se debe verificar la calidad de los datos durante el proceso de recolección. Se pueden realizar verificaciones aleatorias de las respuestas para asegurarse de que los encuestadores estén realizando la encuesta de manera adecuada.

Durante el proceso de recolección de datos, es importante verificar la calidad de los datos para asegurarse de que sean precisos, confiables y útiles. Esto implica la

implementación de medidas de control de calidad para identificar posibles errores en el proceso de recolección de datos y corregirlos antes de que se complete la encuesta.

Para verificar la calidad de los datos, es necesario revisar periódicamente las respuestas de los encuestados y realizar comprobaciones de coherencia y consistencia en los datos. Esto puede implicar revisar las respuestas para detectar posibles errores, como respuestas inconsistentes, no válidas o faltantes, y hacer un seguimiento de las respuestas incompletas o contradictorias.

Además, es importante que los encuestadores estén capacitados para identificar y corregir posibles errores de manera oportuna y adecuada, para minimizar el riesgo de sesgos en los datos. También se pueden aplicar técnicas estadísticas para detectar posibles errores en los datos, como análisis de outliers o pruebas de hipótesis para detectar patrones inesperados o resultados inconsistentes.

Es fundamental llevar a cabo medidas de control de calidad durante el proceso de recolección de datos para verificar la calidad de los datos y asegurarse de que sean precisos, confiables y útiles. Esto implica la capacitación adecuada de los encuestadores, la revisión periódica de las respuestas de los encuestados y la implementación de técnicas estadísticas para detectar posibles errores y corregirlos oportunamente.

4.6. Manejo de la data e información generada

Una vez finalizada la recolección de datos de la encuesta, se deben seguir procedimientos estándar adecuados de limpieza y análisis de datos, para procesarlos y realizar las estimaciones correspondientes, interpretando los resultados de manera objetiva.

El manejo adecuado de la información generada por la encuesta debe garantizar la confidencialidad y protección de los datos de los participantes. Es esencial cumplir con las normas y regulaciones de privacidad para asegurar que la información personal recopilada se utilice de manera ética y responsable, lo cual fomenta confianza en los encuestados y promueve la participación en futuras encuestas. Algunos aspectos generales para considerar en este proceso son:

- Limpieza de datos: Se deben aplicar procedimientos de limpieza para identificar y corregir posibles errores, inconsistencias o valores atípicos en los datos recolectados. Esto garantiza la calidad de la información y evita distorsiones en los análisis posteriores.
- Privacidad: Aplicar medidas para cumplir con las regulaciones de privacidad para garantizar la confidencialidad de los datos.
- Estándares de codificación y clasificación: Definir categorías y etiquetas claras para las variables y asegurarse de que todos los datos estén correctamente codificados.

- Validación y verificación: Chequear la consistencia de los datos, cruzar información con otras fuentes cuando sea posible y realizar pruebas de coherencia.
- Documentación: Sistematizar de manera detallada todos los pasos del proceso de manejo de la data, desde la recolección hasta el análisis, realizando copias de respaldo regularmente y proteger la información contra pérdidas, daños o accesos no autorizados.
- Análisis de los datos, resultados y difusión: Interpretación objetiva de los datos, a través de las técnicas estadísticas adecuadas, adoptando las medidas para minimizar sesgos o prejuicios. Presentar los hallazgos de manera imparcial y transparente.

4.7. Replicabilidad

Finalmente, para hacer que una metodología sea replicable a nivel nacional y permitir derivar resultados para el Sistema Nacional de Inversiones, es necesario seguir algunos pasos clave:

- Establecer una metodología clara y detallada: Esto debería estar contenido a través de las recomendaciones de la presente guía metodológica, la cual es perfectible de cambios de acuerdo con las dinámicas socioeconómicas y demográficos que se vayan presentando en los territorios. Esto permitirá a otros investigadores replicar el estudio y obtener resultados consistentes.
    - Realizar chequeos de manera sistemáticamente: es recomendable realizar pruebas piloto de validación metodológica en diferentes regiones, provincias o comunas. Esto permitirá levantar información de los territorios, detectar posibles problemas o limitaciones de la metodología y realizar los ajustes necesarios.
    - Capacitar al personal encargado de la recolección de datos: Es fundamental disponer del personal adecuado y para la recolección de datos y capacitarlo de manera adecuada para que sigan la metodología de manera consistente y estandarizada en todo el país.
    - Establecer un plan de muestreo representativo: Es importante definir un plan de muestreo que sea representativo de la población objetivo, según regiones o territorios, según sean definidos.

La metodología debería sea replicable a nivel nacional y local, para permitir derivar resultados representativos para el Sistema Nacional de Inversiones central.

4.8. Resumen de las recomendaciones de capítulo

A continuación, se presenta un resumen de las recomendaciones sugeridas para los procesos presentados anteriormente.

Proceso	Recomendación
4.1. Sobre la identificación del objetivo de la encuesta	• Considerar los costos y beneficios relacionados con la reducción del riesgo de accidentes al evaluar iniciativas de inversión en el sector del transporte. • Considerar factores relevantes al identificar el VSL, como la tasa de accidentabilidad según contexto geográfico, período del día, temporada del año y variables sociodemográficas. • Analizar los factores que influyen en las tasas de accidentes en diferentes regiones, como densidad de población, infraestructura vial, calidad del vehículo y cultura de conducción. • Definir claramente la población objetivo y utilizar técnicas estadísticas para seleccionar aleatoriamente a los encuestados. • Realizar un estudio de valoración contingente y de experimentos de elección simultáneamente para los grupos o zonas seleccionadas previamente. • Realizar una prueba piloto antes de la encuesta completa para identificar problemas y mejorar la eficacia del diseño de la encuesta. • Integrar análisis cualitativos y focus group en el diseño y las pruebas piloto de las encuestas para obtener una comprensión más profunda de las actitudes y percepciones relacionadas con la seguridad vial. • Realizar una revisión bibliográfica y análisis de datos secundarios, entrevistas en profundidad y talleres para identificar temas y preguntas relevantes y ajustar el instrumento de la encuesta. • Elegir una muestra representativa y diversa de cada territorio para obtener resultados más robustos y generalizables.

Proceso	Recomendación
4.2. Sobre la selección de la muestra	• Definir claramente el universo o población objetivo al seleccionar una muestra representativa para la investigación. • Determinar el tamaño de la muestra con precisión utilizando fórmulas estadísticas y considerando el nivel de confianza deseado. • Considerar la representatividad de la muestra y seleccionarla de manera aleatoria para evitar sesgos en los resultados. • Establecer criterios de inclusión en la encuesta en colaboración con expertos en la materia y realizar pruebas piloto para ajustarlos si es necesario. • Utilizar criterios como edad, nivel educacional, género, estatus socioeconómico y lugar de residencia para garantizar una muestra representativa. • Utilizar métodos de muestreo adecuados, como muestreo aleatorio, estratificado y por conglomerados, para seleccionar la muestra. • Realizar un proceso de selección que tienda a minimizar el sesgo de selección.
4.3. Sobre el diseño del cuestionario preliminar	• Diseñar un cuestionario de encuesta claro y preciso que mida con exactitud la disposición a pagar (WTP) por reducir las muertes en accidentes de tráfico. • Incluir preguntas tanto abiertas como cerradas en el cuestionario para obtener información detallada y contextual sobre las actitudes y motivaciones de los encuestados. • Utilizar un lenguaje sencillo y comprensible en las preguntas, evitando preguntas sugerentes y proporcionando opciones de respuesta claras y completas. • Incluir preguntas sobre información personal, conocimientos, actitudes y preferencias de los encuestados para estimar el valor estadístico de la vida. • Adaptar el diseño del cuestionario a la población específica encuestada, considerando sus características demográficas y socioculturales. • Utilizar escalas de medición claras y precisas para medir la disposición a pagar por la reducción de fatalidades y lesiones en accidentes de tráfico. • Validar las preguntas del cuestionario con expertos en la materia. • Realizar pruebas del cuestionario con un grupo de prueba para evaluar su claridad, comprensión y efectividad.

Proceso	Recomendación
4.4. Sobre el pilotaje del cuestionario	• Seleccionar una muestra representativa de la población objetivo para realizar el pilotaje del cuestionario. • Realizar técnicas cualitativas como focus group, entrevistas o grupos de discusión para explorar aspectos subjetivos y comprender las perspectivas de los participantes. • Establecer criterios de inclusión y exclusión de participantes y obtener su consentimiento informado. • Verificar la comprensión de las preguntas por parte de los participantes para detectar posibles problemas de comprensión y mejorar la claridad del cuestionario. • Analizar los resultados del pilotaje para identificar patrones y tendencias en las respuestas y evaluar la calidad de las respuestas proporcionadas. • Establecer la duración adecuada del cuestionario para evitar el cansancio o aburrimiento en los participantes. • Evaluar la calidad de las respuestas y realizar ajustes necesarios a las preguntas para obtener la información requerida. • Repetir el pilotaje si es necesario, para asegurarse de que el cuestionario sea claro y válido antes de llevar a cabo la encuesta completa.

Proceso	Recomendación
4.5. Sobre la encuesta definitiva	• Definir el procedimiento para contactar a los encuestados, ya sea a través de métodos presenciales, telefónicos o en línea, asegurando la accesibilidad y la participación de diferentes segmentos de la población. • Establecer la forma en que se realizará la encuesta, ya sea autoadministrada, asistida por un encuestador o en formato en línea, considerando la comodidad y preferencias de los participantes. • Capacitar adecuadamente a los encuestadores para asegurar una aplicación uniforme de la encuesta y garantizar la calidad de los datos recolectados. • Establecer el alcance de la encuesta, determinando los aspectos específicos que se abordarán y los límites de la investigación. • Validar y verificar la calidad de los datos recolectados, realizando controles de calidad y asegurándose de que se cumplan los estándares establecidos. • Considerar la ética en la investigación, protegiendo la privacidad de los participantes y obteniendo el consentimiento informado de manera adecuada. • Realizar una revisión exhaustiva de la encuesta y los resultados antes de su publicación o presentación, asegurándose de que sean coherentes, precisos y confiables. • Identificar un método de pago adecuado para medir la disposición a pagar de los encuestados, teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos y legales.
4.6 Sobre el Manejo de la data e información generada	• Establecer los procedimientos de limpieza y análisis de datos estandarizados para procesar la información recolectada en la encuesta. • Garantizar la confidencialidad y protección de los datos de los participantes, cumpliendo con las normas y regulaciones de privacidad.
4.7. Sobre la replicabilidad	• Establecer una metodología clara, detallada y fácil de seguir, considerando las recomendaciones previas. • Realizar pruebas piloto en diferentes regiones para detectar problemas y hacer ajustes necesarios. • Capacitar al personal encargado de recolectar datos para asegurar consistencia y estandarización. • Establecer un plan de muestreo representativo de la población objetivo. • Garantizar la calidad de los datos mediante verificación, validación y eliminación de datos atípicos. • Aplicar análisis estadísticos rigurosos para obtener resultados precisos y confiables.

Sección IV. Bibliografía

Objetivo 1

Åberg, L., Larsen, L., Glad, A., Beilinsson, L., 1997. Observed vehicle speed and drivers' perceived speed of others. Applied Psychology: An International Review 46, 287–302.

Adamowicz, W., Dupont, D., Krupnick, A., & Zhang, J. (2011). Valuation of cancer and microbial disease risk reductions in municipal drinking water: An analysis of risk context using multiple valuation methods. Journal of Environmental Economics and Management, 61(2), 213-226.

Adamowicz, W., Louviere, J., & Swait, J. (1998). Introduction to attribute-based stated choice methods.

Adamowicz, W., P. Boxall, M. Williams and J. Louviere. (1998). "Stated Preference Approaches to Measuring Passive Use Values: Choice Experiments versus Contingent Evaluation." American Journal of Agricultural Economics, 80 (1), 64-75.

Aimola, A. (1998). Individual WTPs for reductions in cancer death risks. In Environmental Resource Valuation (pp. 195-212). Springer, Boston, MA.

Alberini, A. (2004). Robustness of VSL values from contingent valuation surveys. Available at SSRN 615664.

Alberini, A. (2019). Revealed versus stated preferences: what have we learned about valuation and behavior? Review of Environmental Economics and Policy.

Alberini, A., & Chiabai, A. (2007a). Discount rates in risk versus money and money versus money tradeoffs. Risk Analysis: An International Journal, 27(2), 483-498.

Alberini, A., & Chiabai, A. (2007b). Urban environmental health and sensitive populations: how much are the Italians willing to pay to reduce their risks?. Regional science and urban economics, 37(2), 239-258.

Alberini, A., & Ščasný, M. (2011). Context and the VSL: evidence from a stated preference study in Italy and the Czech Republic. Environmental and Resource Economics, 49(4), 511-538.

Alberini, A., Cropper, M., Krupnick, A., & Simon, N. B. (2004). Does the value of a statistical life vary with age and health status? Evidence from the US and Canada. Journal of Environmental Economics and Management, 48(1), 769-792.

Alberini, A., Hunt, A., & Markandya, A. (2006). Willingness to pay to reduce mortality risks: evidence from a three-country contingent valuation study. Environmental and Resource Economics, 33(2), 251-264.

Alberini, A., Tonin, S., & Turvani, M. (2007). Willingness to pay for contaminated site cleanup policies: evidence from a conjoint choice study in Italy. Revue d'économie Politique, 117(5), 737-749.

Alberini, A., Tonin, S., Turvani, M., & Chiabai, A. (2007). Paying for permanence: Public preferences for contaminated site cleanup. Journal of risk and uncertainty, 34(2), 155-178.

Aldy, J. E., & Viscusi, W. K. (2007). Age differences in the value of statistical life: revealed preference evidence. Review of Environmental Economics and Policy.

Aldy, J. E., & Viscusi, W. K. (2008). Adjusting the value of a statistical life for age and cohort effects. The Review of Economics and Statistics, 90(3), 573-581.

Andersson, A. (2000). The ancillary benefits and costs of climate change mitigation: a conceptual framework. Ancillary Benefits and Costs of Greenhouse Gas Mitigation. In Proceedings of an Expert Workshop (OECD et al.), Paris.

Andersson, H. (2005). The value of safety as revealed in the Swedish car market: an application of the hedonic pricing approach. Journal of Risk and Uncertainty, 30(3), 211-239.

Andersson, H. (2007). Willingness to pay for road safety and estimates of the risk of death: evidence from a Swedish contingent valuation study. Accident Analysis & Prevention, 39(4), 853-865.

Andersson, H., & Lindberg, G. (2009). Benevolence and the value of road safety. Accident Analysis & Prevention, 41(2), 286-293.

Andersson, H., & Lundborg, P. (2007). Perception of own death risk. Journal of Risk and Uncertainty, 34(1), 67-84.

Andersson, H., & Lundborg, P. (2008). Gender, risk perceptions, and smoking behavior. Journal of health Economics, 27(5), 1299-1311.

Andersson, H., & Treich, N. (2011). The value of a statistical life. In A handbook of transport economics. Edward Elgar Publishing.

Andersson, H., Hole, A. R., & Svensson, M. (2016). Valuation of small and multiple health risks: A critical analysis of SP data applied to food and water safety. Journal of Environmental Economics and Management, 75, 41-53.

Arrow, K., Solow, R., Portney, P. R., Leamer, E. E., Radner, R., & Schuman, H. (1993). Report of the NOAA panel on contingent valuation. Federal register, 58(10), 4601-4614.

Ashenfelter, O. (2006). Measuring the value of a statistical life: problems and prospects. The Economic Journal, 116(510), C10-C23.

Atkinson, S. E., & Halvorsen, R. (1990). The valuation of risks to life: evidence from the market for automobiles. The Review of Economics and Statistics, 133-136.

Bahamonde-Birke, F. J., Kunert, U., & Link, H. (2015). The value of a statistical life in a road safety context—A review of the current literature. Transport Reviews, 35(4), 488-511.

Bahamonde-Birke, F., Raveau, S., Yáñez, M. F., & Ortúzar, J. D. D. (2010). The role of tangible attributes in hybrid discrete choice models. In European Transport Conference (pp. 11-13).

Baillon, A. (2017). Prudence with respect to ambiguity. The Economic Journal, 127(604), 1731-1755.

Baranzini, A., & Luzzi, G. F. (2001). The economic value of risks to life: evidence from the Swiss labour market. Revue Suisse D Economie Politique Et DE Statistique, 137(2), 149-170.

Baron, J. (1997a). Confusion of relative and absolute risk in valuation. Journal of Risk and Uncertainty, 14(3), 301-309.

Baron, J. (1997b). Biases in the quantitative measurement of values for public decisions. Psychological Bulletin, 122(1), 72.

Bateman, I. J., Munro, A., & Poe, G. L. (2005). Asymmetric dominance effects in choice experiments and contingent valuation (No. 05-06). CSERGE Working Paper EDM.

Bateman, I., & Department of Transport Großbritannien. (2002). Economic valuation with stated preference techniques: a manual (Vol. 50, p. 480). Cheltenham: Edward Elgar.

Beattie, J., Covey, J., Dolan, P., Hopkins, L., Jones-Lee, M., Loomes, G., Pidgeon, N., Robinson, A., and 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, 5-2

Bellavance, F., Dionne, G., & Lebeau, M. (2009). The value of a statistical life: A meta-analysis with a mixed effects regression model. Journal of health economics, 28(2), 444-464.

Ben-Akiva, M., & Morikawa, T. (1990). Estimation of switching models from revealed preferences and stated intentions. Transportation Research Part A: General, 24(6), 485-495.

Bhattacharya, S., Alberini, A., & Cropper, M. L. (2007). The value of mortality risk reductions in Delhi, India. Journal of Risk and Uncertainty, 34(1), 21-47.

Bishop, R. C., & Heberlein, T. A. (1979). Measuring values of extramarket goods: Are indirect measures biased?. American journal of agricultural economics, 61(5), 926-930.

Bleichrodt, H., Courbage, C., & Rey, B. (2019). The value of a statistical life under changes in ambiguity. Journal of risk and uncertainty, 58(1), 1-15.

Bliemer, M. C., Rose, J. M., & Hensher, D. A. (2009). Efficient stated choice experiments for estimating nested logit models. Transportation Research Part B: Methodological, 43(1), 19-35

Blomquist, G. (1979). Value of life saving: implications of consumption activity. Journal of Political Economy, 87(3), 540-558.

Blomquist, G. C. (2004). Self-protection and averting behavior, values of statistical lives, and benefit cost analysis of environmental policy. Review of Economics of the Household, 2(1), 89-110.

Blumenschein K, Johannesson M, Blomquist GC, Liljas B, O'Conor RM (1998) Experimental results on expressed certainty and hypothetical bias in contingent valuation. South Econ J 65(1):169–177

Blumenschein, K., Blomquist, G. C., Johannesson, M., Horn, N., & Freeman, P. (2008). Eliciting willingness to pay without bias: evidence from a field experiment. The Economic Journal, 118(525), 114-137.

Bockstael, N. E., & McConnell, K. E. (2007). Hedonic wage analysis. In Environmental and Resource Valuation with Revealed Preferences (pp. 189-242). Springer, Dordrecht.

Botzen, W. W., & van den Bergh, J. C. (2012). Risk attitudes to low-probability climate change risks: WTP for flood insurance. Journal of Economic Behavior & Organization, 82(1), 151-166.

Broberg, T., & Brännlund, R. (2008). An alternative interpretation of multiple bounded WTP data—Certainty dependent payment card intervals. Resource and energy economics, 30(4), 555-567.

Bronfman, N. C., & Cifuentes, L. A. (2003). Risk perception in a developing country: the case of Chile. Risk Analysis: An International Journal, 23(6), 1271-1285.

Cameron, T. A., Poe, G. L., Ethier, R. G., & Schulze, W. D. (2002). Alternative non-market value-elicitation methods: are the underlying preferences the same?. Journal of Environmental Economics and Management, 44(3), 391-425.

Carlsson, F., Daruvala, D., & Jaldell, H. (2010). Value of statistical life and cause of accident: A choice experiment. Risk Analysis: An International Journal, 30(6), 975-986.

Carlsson, F., Johansson-Stenman, O., & Martinsson, P. (2004). Is transport safety more valuable in the air?. Journal of risk and uncertainty, 28(2), 147-163.

Carthy, T., Chilton, S., Covey, J., Hopkins, L., Jones-Lee, M., Loomes, G., & 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(3), 187-214.

Champ, P. A., Bishop, R. C., Brown, T. C., & McCollum, D. W. (1997). Using donation mechanisms to value nonuse benefits from public goods. Journal of environmental economics and management, 33(2), 151-162.

Champ, P. A., Flores, N. E., Brown, T. C., & Chivers, J. (2002). Contingent valuation and incentives. Land Economics, 78(4), 591-604.

Chilton, S., Covey, J., Hopkins, L., Jones-Lee, M., Loomes, G., Pidgeon, N., & Spencer, A. (2002). Public perceptions of risk and preference-based values of safety. Journal of Risk and Uncertainty, 25(3), 211-232.

Connelly, L. B., & Supangan, R. (2006). The economic costs of road traffic crashes: Australia, states and territories. Accident Analysis & Prevention, 38(6), 1087-1093.

Corso, P. S., Hammitt, J. K., & Graham, J. D. (2001). Valuing mortality-risk reduction: using visual aids to improve the validity of contingent valuation. Journal of risk and Uncertainty, 23(2), 165-184.

Cousineau, J. M., Lacroix, R., & Girard, A. M. (1992). Occupational hazard and wage compensating differentials. The Review of Economics and Statistics, 166-169.

Cropper, M., Hammitt, J. K., & Robinson, L. A. (2011). Valuing mortality risk reductions: progress and challenges. Annu. Rev. Resour. Econ., 3(1), 313-336.

Cummings, R. G., Harrison, G. W., & Rutström, E. E. (1995). Homegrown values and hypothetical surveys: is the dichotomous choice approach incentive-compatible?. The American Economic Review, 85(1), 260-266.

De Blaeij A., Florax R.J.G.M., Rietveld P. & Verhoef E., (2003). The value of statistical life in road safety: a meta-analysis. Accident Analysis and Prevention 35 (2003): 973-986.

de Blaeij, A. T., Rietveld, P., Verhoef, E. T., & Nijkamp, P. (2002). The valuation of statistical life in road safety: a stated choice approach. Publication of: Association for European Transport.

Dekker, T., Brouwer, R., Hofkes, M., & Moeltner, K. (2011). The effect of risk context on the value of a statistical life: a Bayesian meta-model. Environmental and Resource Economics, 49(4), 597-624.

DeLeire, T., Khan, S., & Timmins, C. (2013). Roy model sorting and nonrandom selection in the valuation of a statistical life. International Economic Review, 54(1), 279-306.

Delhomme, P., Chappé, J., Grenier, K., Pinto, M., Martha, C., 2010. Reducing air-pollution: a new argument for getting drivers to abide by the speed limit? Accident Analysis and Prevention 42, 327–338.

Diamond, P. A., & Hausman, J. A. (1994). Contingent valuation: is some number better than no number?. Journal of economic perspectives, 8(4), 45-64.

Dickie, M., & Gerking, S. (1996). Formation of risk beliefs, joint production and willingness to pay to avoid skin cancer. the Review of Economics and Statistics, 451-463.

Dickie, M., & Messman, V. L. (2004). Parental altruism and the value of avoiding acute illness: are kids worth more than parents?. Journal of Environmental Economics and Management, 48(3), 1146-1174.

Dionne, G., & Lanoie, P. (2002). How to make a public choice about the value of a statistical life: The case of road safety. HEC Montreal, Risk Management Chair Working Paper Series, (02-02).

Doucouliagos, C., Stanley, T. D., & Giles, M. (2012). Are estimates of the value of a statistical life exaggerated?. Journal of health economics, 31(1), 197-206.

Dreyfus, M. K., & Viscusi, W. K. (1995). Rates of time preference and consumer valuations of automobile safety and fuel efficiency. The Journal of Law and Economics, 38(1), 79-105.

Dubourg, W. R., M. Jones-Lee and G. Loomes (1997), 'Imprecise Preferences and Survey Design in Contingent Valuation', Economica 64, 681–702.

Ebert, S., & Wiesen, D. (2014). Joint measurement of risk aversion, prudence, and temperance. Journal of Risk and Uncertainty, 48(3), 231-252.

Eeckhoudt, L. R., & Hammitt, J. K. (2001). Background risks and the value of a statistical life. Journal of risk and uncertainty, 23(3), 261-279.

Elias, W., & Shiftan, Y. (2012). The influence of individual's risk perception and attitudes on travel behavior. Transportation research part A: policy and practice, 46(8), 1241-1251.

Ellsberg Daniel,"Riak, Ambiguity and the Savaie Axioma," Quarterly Journal of Economics, LXXV, (1961), 643-69

Elvik, R., 2010. A restatement of the case for speed limits. Transport Policy 17, 196–204.

Elvik, R., Vaa, T., Hoye, A., & Sorensen, M. (Eds.). (2009). The handbook of road safety measures. Emerald Group Publishing.

Federico, S. E., & Fischhoff, B. (1998). Scope (in) sensitivity in elicited valuations. Risk Decision and Policy, 3(2), 109-123.

Fetherstonhaugh, D., Slovic, P., Johnson, S., & Friedrich, J. (1997). Insensitivity to the value of human life: A study of psychophysical numbing. Journal of Risk and uncertainty, 14(3), 283-300.

Fifer, S., Rose, J., & Greaves, S. (2014). Hypothetical bias in Stated Choice Experiments: Is it a problem? And if so, how do we deal with it?. Transportation research part A: policy and practice, 61, 164-177.

Fischhoff, B. (1990). Understanding long-term environmental risks. Journal of Risk and Uncertainty, 3(4), 315-330.

Fischhoff, B. (1991). Value elicitation: Is there anything in there?. American psychologist, 46(8), 835.

Fischhoff, B. (1997). What do psychologists want? Contingent valuation as a special case of asking questions. In Determining the value of non-marketed goods (pp. 189-217). Springer, Dordrecht.

Fischhoff, B., & Furby, L. (1988). Measuring values: A conceptual framework for interpreting transactions with special reference to contingent valuation of visibility. Journal of risk and uncertainty, 1(2), 147-184.

Fischhoff, B., & Furby, L. (1988). Measuring values: A conceptual framework for interpreting transactions with special reference to contingent valuation of visibility. Journal of risk and uncertainty, 1(2), 147-184.

Fischhoff, B., Slovic, P., & Lichtenstein, S. (1979). Subjective sensitivity analysis. Organizational behavior and human performance, 23(3), 339-359.

Fischhoff, B., Slovic, P., Lichtenstein, S., Read, S., & Combs, B. (1978). How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes towards technological risks and benefits. Policy sciences, 9(2), 127-152.

Fisher, A., Chestnut, L. G., & Violette, D. M. (1989). The value of reducing risks of death: A note on new evidence. Journal of Policy Analysis and Management, 8(1), 88-100.

Flügel, S., Veisten, K., Rizzi, L. I., de Dios Ortúzar, J., & Elvik, R. (2019). A comparison of bus passengers' and car drivers' valuation of casualty risk reductions in their routes. Accident Analysis & Prevention, 122, 63-75.

Foster, V., & Mourato, S. (2003). Elicitation format and sensitivity to scope. Environmental and resource economics, 24(2), 141-160.

Foster, V., & Mourato, S. (2003). Elicitation format and sensitivity to scope. Environmental and resource economics, 24(2), 141-160.

Freeman III, A. M., Herriges, J. A., & Kling, C. L. (2014). The measurement of environmental and resource values: theory and methods. Routledge.

Fujii, S., & Gärling, T. (2003). Application of attitude theory for improved predictive accuracy of stated preference methods in travel demand analysis. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 37(4), 389-402.

Fuller, R., Gormleya, M., Stradlingb, S., Broughtonb, P., Kinnearb, N., O'Dolanb, C., Hannigana, B., 2009. Impact of speed change on estimated journey time: failure of drivers to appreciate relevance of initial speed. Accident Analysis and Prevention 41, 10–14.

Gerking, S., De Haan, M., & Schulze, W. (1988). The marginal value of job safety: a contingent valuation study. Journal of risk and uncertainty, 1(2), 185-199.

GreenLab, U.C. (2014). Estimación del valor de la vida estadística asociado a contaminación atmosférica y accidentes de tránsito. Informe Final preparado para el Ministerio del Medio Ambiente, 1-217.

Greenstone, M., Ryan, S. P., Yankovich, M., & Greenberg, K. (2012). The value of a statistical life: evidence from military retention incentives and occupation-specific mortality hazards. Unpublished manuscript.

Guignet, D., & Alberini, A. (2015). Can property values capture changes in environmental health risks? Evidence from a stated preference study in Italy and the United Kingdom. Risk Analysis, 35(3), 501-517.

Haab, T. C., & McConnell, K. E. (1997). A simple method for bounding willingness to pay using a Probit or Logit model. Journal of Environmental Economics and Management, 32(2), 251-270.

Haglund, M., Åberg, L., 2000. Speed choice in relation to speed limit and influences from other drivers. Transportation Research Part F 3, 39–51.

Hakes, J. K., & Viscusi, W. K. (2004). The Rationality of Automobile Seatbelt Usage: The Value of Statistical Life and Fatality Risk Beliefs. The Rationality of Automobile Seatbelt Usage: The Value of Statistical Life and Fatality Risk Beliefs (May 2004).

Hakes, J. K., & Viscusi, W. K. (2007). Automobile seatbelt usage and the value of statistical life. Southern Economic Journal, 73(3), 659-676.

Hammerton, M., M.W. Jones-Lee, and V Abbott (1982), "Attitudes to physical risk", Journal of Transport Economics and Policy, May, 181-199.

Hammitt, J. K. (1990). Risk perceptions and food choice: An exploratory analysis of organic-versus conventional-produce buyers. Risk Analysis, 10(3), 367-374.

Hammitt, J. K. (2000). Valuing mortality risk: theory and practice.

Hammitt, J. K. (2002). QALYs versus WTP. Risk Analysis: An International Journal, 22(5), 985-1001.

Hammitt, J. K. (2020). Valuing mortality risk in the time of COVID-19. Journal of Risk and Uncertainty, 61(2), 129-154.

Hammitt, J. K. and Lisa A. Robinson. 2011. "The Income Elasticity of the Value per Statistical Life: Transferring Estimates between High and Low Income Populations." Journal of Benefit-Cost Analysis 2(1): Art. 1.

Hammitt, J. K., & Graham, J. D. (1999). Willingness to pay for health protection: inadequate sensitivity to probability?. Journal of risk and uncertainty, 18(1), 33-62.

Hammitt, J. K., & Herrera-Araujo, D. (2018). Peeling back the onion: Using latent class analysis to uncover heterogeneous responses to stated preference surveys. Journal of Environmental Economics and Management, 87, 165-189.

Hammitt, J. K., & Liu, J. T. (2004). Effects of disease type and latency on the value of mortality risk. Journal of Risk and Uncertainty, 28(1), 73-95.

Hanemann, M. W., & Kanninen, B. (1999). Statistical Analysis of Discrete Response CV Data, in «Valuing Environmental Preferences-Theory and Practice of the Contingent Valuation Method in the US, EC and Developing Countries».

Hanemann, W. M. (1984). Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. American journal of agricultural economics, 66(3), 332-341.

Hanley, N., MacMillan, D., Wright, R. E., Bullock, C., Simpson, I., Parsisson, D., & Crabtree, B. (1998). Contingent valuation versus choice experiments: estimating the benefits of environmentally sensitive areas in Scotland. Journal of agricultural economics, 49(1), 1-15.

Hanley, N., Ryan, M., & Wright, R. (2003). Estimating the monetary value of health care: lessons from environmental economics. Health economics, 12(1), 3-16.

Hauer, E. (1994). Can one estimate the value of life or is it better to be dead than stuck in traffic?. Transportation research part A: policy and practice, 28(2), 109-118.

Hausman, J. (ed.) (1993), Contingent Valuation: A Critical Assessment, Amsterdam: North-Holland.

Hensher, D. A. (2010). Hypothetical bias, choice experiments and willingness to pay. transportation research part B: methodological, 44(6), 735-752.

Hensher, D. A., and M. J., Beck and J. M., Rose, 2011. Accounting for preference and scale heterogeneity in establishing whether it matters who is interviewed to reveal household automobile purchase preferences. Environment and Resource Economics, 49(1), 1–22

Hensher, D. A., Rose, J. M., Rose, J. M., & Greene, W. H. (2005). Applied choice analysis: a primer. Cambridge university press.

Hersch, J., & Viscusi, W. K. (2010). Immigrant status and the value of statistical life. Journal of Human Resources, 45(3), 749-771.

Hojman, P., de Dios Ortuzar, J., & Rizzi, L. I. (2005). On the joint valuation of averting fatal and severe injuries in highway accidents. Journal of safety research, 36(4), 377-386.

Hultkrantz, L., Lindberg, G., & Andersson, C. (2006). The value of improved road safety. Journal of risk and uncertainty, 32(2), 151-170.

Iragüen, P., & de Dios Ortúzar, J. (2004). Willingness-to-pay for reducing fatal accident risk in urban areas: an Internet-based Web page stated preference survey. Accident Analysis & Prevention, 36(4), 513-524.

iRap 2016, The true Cost of Accident Crashes: Valuing life and the cost of a serious Injury. Disponible en https://irap.org/2016/12/upload_file_specification/

Jacobs, G., Aeron-Thomas, A., & Astrop, A. (2000). Estimating global road fatalities. Transport Research Laboratory. The Global Road Safety Partnership (GRSP).

Jenkins, R. R., Owens, N., & Wiggins, L. B. (2001). Valuing reduced risks to children: the case of bicycle safety helmets. Contemporary Economic Policy, 19(4), 397-408.

Johannesson M, Blomquist GC, Blumenschein K, Johansson P-O, Liljas B, O'Conor RM (1999) Calibrating hypothetical willingness to pay responses. J Risk Uncertain 18(1):21–32

Johannesson, M. (1993). The contingent valuation method—appraising the appraisers. Health Economics, 2(4), 357-359.

Johannesson, M., & Meltzer, D. (1998). Some reflections on cost-effectiveness analysis. Health economics, 7(1), 1-7.

Johannesson, M., Johannsson, P. O., Kristrõm, B., Borgquist, L., & Jõnsson, B. (1993). Willingness to pay for lipid lowering: a health production function approach. Applied Economics, 25(8), 1023-1031.

Johannesson, M., Johansson, P. O., & Löfgren, K. G. (1997). On the value of changes in life expectancy: blips versus parametric changes. Journal of Risk and Uncertainty, 15(3), 221-239.

Johannesson, M., Johansson, P. O., & O'Conor, R. M. (1996). The value of private safety versus the value of public safety. Journal of risk and uncertainty, 13(3), 263-275.

Johannesson, M., Liljas, B., & Johansson, P. O. (1998). An experimental comparison of dichotomous choice contingent valuation questions and real purchase decisions. Applied Economics, 30(5), 643-647.

Johnson FR, Desvousges WH, Ruby MC, Stieb D, De Civita P. Eliciting stated health preferences: an application to willingness to pay for longevity. Med Decis Making. 1998;18(2):S57–S67.

Johnson, F. R., Lancsar, E., Marshall, D., Kilambi, V., Mühlbacher, A., Regier, D. A., ... & Bridges, J. F. (2013). Constructing experimental designs for discrete-choice experiments: report of the ISPOR conjoint analysis experimental design good research practices task force. Value in health, 16(1), 3-13.

Johnston, R. J., Boyle, K. J., Adamowicz, W., Bennett, J., Brouwer, R., Cameron, T. A., & Vossler, C. A. (2017). Contemporary guidance for stated preference studies. Journal of the Association of Environmental and Resource Economists, 4(2), 319-405.

Jones-Lee, M. (1974). The value of changes in the probability of death or injury. Journal of Political Economy, 82(4), 835-849.

Jones-Lee, M. W. (1991). Altruism and the value of other people's safety. Journal of Risk and Uncertainty, 4(2), 213-219.

Jones-Lee, M. W. (1992). Paternalistic altruism and the value of statistical life. The Economic Journal, 102(410), 80-90.

Jones-Lee, M. W., Hammerton, M., & Philips, P. R. (1985). The value of safety: results of a national sample survey. The Economic Journal, 95(377), 49-72.

Jones-Lee, M. W., Loomes, G., & Philips, P. R. (1995). Valuing the prevention of non-fatal road injuries: Contingent valuation vs. standard gambles. Oxford Economic Papers, 676-695.

Jones-Lee, M., Loomes, G., O'Reilly, D., & Philips, P. (1993). The value of preventing non-fatal road injuries: findings of a willingness-to-pay national sample survey. TRL Contractor Report, (CR 330).

Jones-Lee, M.W. (1989). The Economics of Safety and Physical Risk. Oxford: Basil Blackwell

Kahneman, D., Ritov, I., Schkade, D., Sherman, S. J., & Varian, H. R. (1999). Economic preferences or attitude expressions?: an analysis of dollar responses to public issues. In Elicitation of preferences (pp. 203-242). Springer, Dordrecht.

Kahneman, D., Ritov, I., Schkade, D., Sherman, S. J., & Varian, H. R. (1999). Economic preferences or attitude expressions?: an analysis of dollar responses to public issues. In Elicitation of preferences (pp. 203-242). Springer, Dordrecht.

Keller, E., Newman, J. E., Ortmann, A., Jorm, L. R., & Chambers, G. M. (2021). How much is a human life worth? A systematic review. Value in Health, 24(10), 1531-1541.

Klibanoff, P., Marinacci, M., & Mukerji, S. (2005). A smooth model of decision making under ambiguity. Econometrica, 73(6), 1849-1892.

Kniesner, T. J., & Viscusi, W. K. (2005). Value of a statistical life: Relative position vs. relative age. American Economic Review, 95(2), 142-146.

Kniesner, T. J., & Viscusi, W. K. (2019). The value of a statistical life. Forthcoming, Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance, Vanderbilt Law Research Paper, (19-15).

Kniesner, T. J., Viscusi, W. K., & Ziliak, J. P. (2006). Life-cycle consumption and the age-adjusted value of life. Contributions in Economic Analysis & Policy, 5(1).

Kniesner, T. J., Viscusi, W. K., & Ziliak, J. P. (2010). Policy relevant heterogeneity in the value of statistical life: New evidence from panel data quantile regressions. Journal of Risk and Uncertainty, 40(1), 15-31.

Krupnick, A. J. (2001). B Appendix Climate Change, Health Risks. Climate Change Economics and Policy: An RFF Anthology, 93.

Krupnick, A. J., & Cropper, M. L. (1992). The effect of information on health risk valuations. Journal of Risk and Uncertainty, 5(1), 29-48.

Krupnick, A., & Cropper, M. (2020). Primer on Costs of Action/Inaction and Communication to Policymakers.

Krupnick, A., Alberini, A., Cropper, M., Simon, N., O'Brien, B., Goeree, R., & Heintzelman, M. (2002). Age, health and the willingness to pay for mortality risk reductions: a contingent valuation survey of Ontario residents. Journal of risk and Uncertainty, 24(2), 161-186.

Krupnick, A., Toman, M., & Kopp, R. (1997). Cost-benefit Analysis and Regulatory Reform: An Assessment of the Science and Art (No. dp-97-19).

Labao, R., Francisco, H., Harder, D., & Santos, F. I. (2008). Do colored photographs affect willingness to pay responses for endangered species conservation?. Environmental and Resource Economics, 40(2), 251-264.

Landrigan, P. J. (2017). Air pollution and health. The Lancet Public Health, 2(1), e4-e5.

Leder, J., Horlitz, T., Puschmann, P., Wittstock, V., & Schütz, A. (2019). Comparing immersive virtual reality and powerpoint as methods for delivering safety training: Impacts on risk perception, learning, and decision making. Safety science, 111, 271-286.

Leigh, J. P. (1995). Compensating wages, value of a statistical life, and inter-industry differentials. Journal of Environmental Economics and Management, 28(1), 83-97.

Leiter, A. M., & Pruckner, G. J. (2009). Proportionality of willingness to pay to small changes in risk: the impact of attitudinal factors in scope tests. Environmental and Resource Economics, 42(2), 169-186.

Li, C. Z., Lofgren, K. G., & Hanemann, W. (1996). Real Versus Hypothetical Willingness to Accept: The Bishop and Heberlein Model Revisisted (No. 1557-2016-132632).

Li, Z., & Hensher, D. (2012). Accommodating risk attitudes in freight transport behaviour research. Transport Reviews, 32(2), 221-239.

Liljas, B., & Blumenschein, K. (2000). On hypothetical bias and calibration in cost–benefit studies. Health Policy, 52(1), 53-70.

Lindhjem, H., Navrud, S., Braathen, N.A., & Biausque, V. (2011). Valuing mortality risk reductions from environmental, transport, and health policies: A global meta- analysis of stated preference studies. Risk Analysis: An lnternational Journal, 31(9), 1381-1407.

List, J. and Gallet, C. (2001) What Experimental Protocol Influences Disparities between Actual and Hypothetical Stated Values? Environmental and Resource Economics, 20, 241-254.

Liu, J. T., Hammitt, J. K., Wang, J. D., & Tsou, M. W. (2005). Valuation of the risk of SARS in Taiwan. Health Economics, 14(1), 83-91.

Louviere, J. J., Hensher, D. A., & Swait, J. D. (2000). Stated choice methods: analysis and applications. Cambridge university press.

Lusk, J. L., & Norwood, F. B. (2005). Effect of experimental design on choice-based conjoint valuation estimates. American Journal of Agricultural Economics, 87(3), 771-785.)

Magat, W. A., Viscusi, W. K., & Huber, J. (1996). A reference lottery metric for valuing health. Management Science, 42(8), 1118-1130.

Maier, G., Gerking, S., & Weiss, P. (1989). The economics of traffic accidents on Austrian roads: Risk lovers or policy deficit?. Empirica, 16(2), 177-192.

Mardones, C., & Riquelme, M. (2018). Estimation of the value of statistical life in Chile and extrapolation to other Latin American countries. Latin American Research Review, 53(4), 815-830.

Marin, A., & Psacharopoulos, G. (1982). The reward for risk in the labor market: evidence from the United Kingdom and a reconciliation with other studies. Journal of Political Economy, 90(4), 827-853.

Matsuki, Y., Matsunaga, K., Shidoji, K., 2002. What is the profit of driving fast? The comparison of the speedy driving and safe driving in terms of travelling time. In: Proceedings ICTCT workshop Nagoya.

Matthews, Y., Scarpa, R., & Marsh, D. (2017). Stability of willingness-to-pay for coastal management: a choice experiment across three time periods. Ecological Economics, 138, 64-73.

McConnell, K. E. (2006). Chapter 7: Hedonic wage analysis. Environmental and Resource Valuation with Revealed Preferences: A Theoretical Guide to Empirical Models (The Economics of Non-Market Goods and Resources) Springer.

McDaniels, T. L. (1992). Reference points, loss aversion, and contingent values for auto safety. Journal of Risk and Uncertainty, 5(2), 187-200.

McFadden, D. (1974). The measurement of urban travel demand. Journal of public economics, 3(4), 303-328.

McFadden, D. (1998). Measuring willingness-to-pay for transportation improvements. Theoretical foundations of travel choice modeling, 339, 364.

Miller, T., & Guria, J. (1991). The value of statistical life in New Zealand; market research on road safety.

Milligan, C., Kopp, A., Dahdah, S., & Montufar, J. (2014). Value of a statistical life in road safety: a benefit-transfer function with risk-analysis guidance based on developing country data. Accident Analysis & Prevention, 71, 236-247.

Moore, M. J., & Viscusi, W. K. (1988). Doubling the estimated value of life: results using new occupational fatality data. Journal of Policy Analysis and Management, 7(3), 476-490.

Mrozek, J. R., & Taylor, L. O. (2002). What determines the value of life? A meta-analysis. Journal of Policy analysis and Management, 21(2), 253-270.

Nape, S., Frykblom, P., Harrison, G. W., & Lesley, J. C. (2003). Hypothetical bias and willingness to accept. Economics Letters, 78(3), 423-430.

Nilsson, G., 1991. Speed limits, enforcement and other factors influencing speed. In: Koornstra, M.J., Christensen, J. (Eds.), Enforcement and Rewarding: Strategies and Effects. SWOV, Leidschendam, Netherlands, pp. 46–50.

Niroomand, N., & Jenkins, G. P. (2016). Estimating the value of life, injury, and travel time saved using a stated preference framework. Accident Analysis & Prevention, 91, 216-225.

Niroomand, N., & Jenkins, G. P. (2017). Estimating the value of life and injury for pedestrians using a stated preference framework. Journal of safety research, 62, 81-87.

Nitzsche, E., & Tscharaktschiew, S. (2013). Efficiency of speed limits in cities: A spatial computable general equilibrium assessment. Transportation research part A: policy and practice, 56, 23-48.

Obermeyer, A., & Hirte, G. (2021). Estimating the value of a statistical life in a road safety context: the impact of a driving simulation.

O'Brien, B. J., Goeree, R., Gafni, A., Torrance, G. W., Pauly, M. V., Erder, H., ... & LaMont, B. (1998). Assessing the value of a new pharmaceutical: a feasibility study of contingent valuation in managed care. Medical care, 370-384.

O'Brien, F., & Gormley, M. (2016). Risk-perception and dangerous driving among adolescents: Outcome-and behavior-focused questions yield opposite results. Journal of Adolescence, 52, 89-94.

Ortúzar, J., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling transport. John wiley & sons.

Ortuzar, J., Iacobelli, A., & Valeze, C. (2000). Estimating demand for a cycle-way network. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 34(5), 353-373.

Palmquist, R. B. (2005). Property value models. Handbook of environmental economics, 2, 763-819.

Parada-Contzen, M., & Vásquez-Lavín, F. (2019). An analysis of economic incentives to encourage organ donation: evidence from Chile. Latin American Economic Review, 28(1), 1-18.

Parada-Contzen, M., Riquelme-Won, A., & Vasquez-Lavin, F. (2013). The value of a statistical life in Chile. Empirical Economics, 45(3), 1073-1087.

Parada-Contzen, M., Riquelme-Won, A., & Vasquez-Lavin, F. (2013). The value of a statistical life in Chile. Empirical Economics, 45(3), 1073-1087.

Paternoster, R, R Brame, P Mazerolle, and A Piquero. "Using the correct statistical test for the equality of regression coefficients." Criminology 36, no. 4 (1998): 859-866.

Perovic, J., & Tsolakis, D. (2008, November). Valuing the social costs of crashes: is community's willingness to pay to avoid death or injury being reflected. In Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference, Adelaide. https://acrs.org.au/files/arsrpe/RS080205.pdf

Perreira, K. M., & Sloan, F. A. (2002). Living healthy and living long: Valuing the nonpecuniary loss from disability and death. Journal of risk and uncertainty, 24(1), 5-29.

Persson U. and Cedervall M. (1991), The Value of Risk Reduction: Results of a Swedish Sample Survey, The Swedish Institute for Health Economics-IHE, Working Paper, No.6, Lund.

Persson, U., Lugnér Norinder, A., & Svensson, M. (1995). Valuing the benefits of reducing the risk of non-fatal road injuries: the Swedish experience. In Contingent valuation, transport safety and the value of life (pp. 63-83). Springer, Dordrecht.

Persson, U., Norinder, A., Hjalte, K., & Gralén, K. (2001). The value of a statistical life in transport: findings from a new contingent valuation study in Sweden. Journal of Risk and Uncertainty, 23(2), 121-134.

Poe, G. L., Clark, J. E., Rondeau, D., & Schulze, W. D. (2002). Provision point mechanisms and field validity tests of contingent valuation. Environmental and resource economics, 23(1), 105-131.

Pratt, J. W., & Zeckhauser, R. J. (1996). Willingness to pay and the distribution of risk and wealth. Journal of Political Economy, 104(4), 747-763.

Rafiq, M., Shah, M. K., & Nasir, M. (2010). The Value of Reduced Risk of Injury and Deaths in Pakistan—Using Actual and Perceived Risk Estimates [with Comments]. The Pakistan Development Review, 823-837.

Riera A, Ripoll A, Mateu J (2007) Estimación del valor estadístico de la vida en España: Una aplicación del Método de Salarios Hedónicos. Revista de Economía Pública 181:29–48

Rizzi, L. I., & de Dios Ortúzar, J. (2003). Stated preference in the valuation of interurban road safety. Accident Analysis & Prevention, 35(1), 9-22.

Rizzi, L. I., & de Dios Ortúzar, J. (2006). Road safety valuation under a stated choice framework. Journal of Transport Economics and Policy (JTEP), 40(1), 69-94.

Rizzi, L. I., De La Maza, C., Cifuentes, L. A., & Gómez, J. (2014). Valuing air quality impacts using stated choice analysis: Trading off visibility against morbidity effects. Journal of environmental management, 146, 470-480.

Robinson, L. A., Sullivan, R., & Shogren, J. F. (2021). Do the benefits of COVID-19 policies exceed the costs? Exploring uncertainties in the Age–VSL relationship. Risk Analysis, 41(5), 761-770.

Robinson, Lisa A.; Hammitt, James K. Research synthesis and the value per statistical life. Risk Analysis, 2015, vol. 35, no 6, p. 1086-1100.

Romer, A. U., Pommerehne, W. W., & Feld, L. P. (1998). Revealing preferences for reductions of public risks: an application of the CV approach. Journal of Environmental Planning and Management, 41(4), 477-503.

Rose, J. M., & Bliemer, M. C. (2009). Constructing efficient stated choice experimental designs. Transport Reviews, 29(5), 587-617.

Ryan, M., & Hughes, J. (1997). Using conjoint analysis to assess women's preferences for miscarriage management. Health economics, 6(3), 261-273.

SchmidMast, M., Sieverding, M., Esslen, M., Graber, K., Jäncke, L., 2008. Masculinity causes speeding in young men. Accident Analysis and Prevention 40, 840–842.

Schwab Christe, N. G., & Soguel, N. C. (1996). The pain of road-accident victims and the bereavement of their relatives: a contingent-valuation experiment. Journal of Risk and Uncertainty, 13(3), 277-291.

Schwab Christie, N. G. and Nils C. Soguel (eds.) (1995), Contingent Valuation, Transport Safety and the Value of Life, Kluwer Academic Publishers.

Shanmugam, K. R. (2001). Self selection bias in the estimates of compensating differentials for job risks in India. Journal of Risk and Uncertainty, 22(3), 263-275.

Siebert, W. S., & Wei, X. (1994). Compensating wage differentials for workplace accidents: evidence for union and nonunion workers in the UK. Journal of Risk and Uncertainty, 9(1), 61-76.

Slovic, P. (1987). Perception of risk. Science, 236(4799), 280-285.

Slovic, P., Fischhoff, B., & Lichtenstein, S. (1985). Characterizing perceived risk. Perilous progress: Managing the hazards of technology, 91-125.

Slovic, P., Lichtenstein, S., & Fischhoff, B. (1979). Images of disaster: perception and acceptance of risks from nuclear power.

Slovic, P., Lichtenstein, S., & Fischhoff, B. (1984). Modeling the societal impact of fatal accidents. Management Science, 30(4), 464-474.

Smith, V. K., & Desvousges, W. H. (1987). An empirical analysis of the economic value of risk changes. Journal of Political Economy, 95(1), 89-114.

Smith, V. K., Evans, M. F., Kim, H., & Taylor Jr, D. H. (2004). Do the near-elderly value mortality risks differently?. Review of Economics and Statistics, 86(1), 423-429.

Søgaard, O. S., Lohse, N., Østergaard, L., Kronborg, G., Røge, B., Gerstoft, J.,& Obel, N. (2012). Morbidity and risk of subsequent diagnosis of HIV: a population based case control study identifying indicator diseases for HIV infection. PloS one, 7(3), e32538.

Strand, J. (2001). Public-and private-good values of statistical lives: Results from a combined choice-experiment and contingent-valuation survey (No. 2001, 31). Memorandum.

Subramanian, U., & Cropper, M. (2000). Public choices between life saving programs: The tradeoff between qualitative factors and lives saved. Journal of Risk and Uncertainty, 21(1), 117-149.

Svensson, M. (2007). Estimates of the value of a statistical life from two Swedish surveys using the "certainty approach" calibration.

Svensson, M. (2009). The value of a statistical life in Sweden: Estimates from two studies using the "Certainty Approach" calibration. Accident Analysis & Prevention, 41(3), 430-437.

Swait, J., & Adamowicz, W. L. (1996). The effect of choice environment and task demands on consumer behavior: discriminating between contribution and confusion (No. 1529-2016-132008).

Tarko, A.P., 2009. Modeling drivers' speed selection as a trade-off behavior. Accident Analysis and Prevention 41, 608–616.

Taylor, L. O. (2003). The hedonic method. In A primer on nonmarket valuation (pp. 331-393). Springer, Dordrecht.

Thaler, R., & Rosen, S. (1976). The value of saving a life: evidence from the labor market. In Household production and consumption (pp. 265-302). NBER.

Thunström, L., Newbold, S. C., Finnoff, D., Ashworth, M., & Shogren, J. F. (2020). The benefits and costs of using social distancing to flatten the curve for COVID-19. Journal of Benefit-Cost Analysis, 11(2), 179-195.

Train, K. E. (2009). Discrete choice methods with simulation. Cambridge university press.

Trautmann, S. T., & Van De Kuilen, G. (2015). Ambiguity attitudes. The Wiley Blackwell handbook of judgment and decision making, 2, 89-116.

Treich, N. (2010). The value of a statistical life under ambiguity aversion. Journal of Environmental Economics and Management, 59(1), 15-26.

Tsuge, T., Kishimoto, A., & Takeuchi, K. (2005). A choice experiment approach to the valuation of mortality. Journal of Risk and Uncertainty, 31(1), 73-95.

Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases: Biases in judgments reveal some heuristics of thinking under uncertainty. science, 185(4157), 1124-1131.

Vassanadumrongdee, S., & Matsuoka, S. (2005). Risk perceptions and value of a statistical life for air pollution and traffic accidents: evidence from Bangkok, Thailand. Journal of Risk and Uncertainty, 30(3), 261-287.

Veisten, K., Flügel, S., Rizzi, L., Ortúzar, J. de D., & Elvik, R. (2013). Valuing casualty risk reductions from estimated baseline risk. Research in Transportation Economics, 43(1), 50-61. ISSN: 0739-8859

Viscusi, W. K. (1993). The value of risks to life and health. Journal of economic literature, 31(4), 1912-1946.

Viscusi, W. K. (1998). Rational Risk Policy: The 1996 Arne Ryde Memorial Lectures (Vol. 4). Oxford University Press.

Viscusi, W. K. (2012). What's to know? Puzzles in the literature on the value of statistical life. Journal of Economic Surveys, 26(5), 763-768.

Viscusi, W. K. (2017). Best estimate selection bias of estimates of the value of a statistical life. Vanderbilt Law Research Paper, (17-7).

Viscusi, W. K., & Aldy, J. E. (2003). The value of a statistical life: a critical review of market estimates throughout the world. Journal of risk and uncertainty, 27(1), 5-76.

Viscusi, W. K., & Masterman, C. J. (2017). Income elasticities and global values of a statistical life. Journal of Benefit-Cost Analysis, 8(2), 226-250.

Viscusi, W. K., Huber, J., & Bell, J. (2014). Assessing whether there is a cancer premium for the value of a statistical life. Health economics, 23(4), 384-396.

Viscusi, W. K., Magat, W. A., & Huber, J. (1991). Pricing environmental health risks: survey assessments of risk-risk and risk-dollar trade-offs for chronic bronchitis. Journal of Environmental economics and management, 21(1), 32-51.

Vossler, C. A., Ethier, R. G., Poe, G. L., & Welsh, M. P. (2003). Payment certainty in discrete choice contingent valuation responses: results from a field validity test. Southern Economic Journal, 69(4), 886-902.

Welsh, M. P., & Poe, G. L. (1998). Elicitation effects in contingent valuation: comparisons to a multiple bounded discrete choice approach. Journal of environmental economics and management, 36(2), 170-185.

Yang, Z., Liu, P., & Xu, X. (2016). Estimation of social value of statistical life using willingness-to-pay method in Nanjing, China. Accident Analysis & Prevention, 95, 308-316.

Zhai, G., & Suzuki, T. (2008). Effects of risk representation and scope on willingness to pay for reduced risks: evidence from Tokyo Bay, Japan. Risk Analysis: An International Journal, 28(2), 513-522.

Objetivo 2

Secretaría Interministerial de Planificación en Transporte (2007). Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas. (SECTRA, 2007).

Secretaría de Planificación en Transporte (2014). Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos. (SECTRA, 2014).

Ministerio de Desarrollo Social (2013). Metodología para la Valoración de Beneficios de Obras Anexas en Proyectos de Vialidad Interurbana. (MDS, 2013).

Ministerio de Desarrollo Social (2013). Metodología Simplificada de Beneficios Sociales por Disminución de Accidentes en Proyectos de Vialidad Interurbana. (MDS-2, 2013).

Ministerio de Desarrollo Social (2017). Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano. (MDS, 2017).

Ministerio de Desarrollo Social (2016). Metodología para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Transporte Ferroviario. (MDS, 2016).

Ministerio de Planificación y Cooperación (1996). Metodología de Evaluación de Proyectos de Caminos de Bajo Estándar. (MIDEPLAN, 1996)

Ministerio de Desarrollo Social, Secretaría de planificación en Transporte (2013). Manual de Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana, MESPIVU. (MDS- SECTRA, 2013).

Ministerio de Desarrollo Social (2017). Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Intermedia. (MDS-2,2017).

Ministerio de Desarrollo Social (2016). Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Local. (MDS-2, 2016).

Ministerio de Desarrollo Social (2013). Metodología para la Formulación y Evaluación de Planes Maestros de Ciclo-Rutas. (MDS, 2013-3).

Ministerio de Desarrollo Social (2014).Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria (MDS-2, 2014).

Ministerio de Desarrollo Social (2013). Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Pequeños Aeródromos (MDS-4, 2013).

Ministerio de Desarrollo Social (2016). Instructivo Metodológico para Implementar Puntos de Posada para Emergencias y Desastres (MDS-3, 2016).

Carabineros de Chile. Estadística Siniestros Viales, Base de Datos Tipo de Accidente. Recuperado de https://www.carabineros.cl/transparencia/tproactiva/rpro_os2.html (2022).

Carabineros de Chile. Estadística Siniestros Viales, Base de Datos Tipo de Personas. Recuperado de https://www.carabineros.cl/transparencia/tproactiva/rpro_os2.html (2022).

Carabineros de Chile. Estadística Siniestros Viales, Base de Datos Tipo de Vehículos. Recuperado de https://www.carabineros.cl/transparencia/tproactiva/rpro_os2.html (2022).

Departamento de Estadísticas e Información de Salud del Ministerio de Salud (DEIS), Base de Datos de Fallecimientos. Recuperado de https://deis.minsal.cl/ (2022).

Asociación de Aseguradores de Chile A.G. (2021). Boletín Estadístico Vehículos. (AAC, 2021).

Asociación de Aseguradores de Chile A.G. (2021). Boletín Estadístico SOAP. (AAC, 2021).

Objetivo 3

Blamey, R. 1998. "Contingent Valuation and the Activation of Environmental Norms." Ecological Economics, 24: 47-72.

Brookshire, D., d'Arge, R., Schulze, W, Thayer, M. 1981. "Experiments in Valuing Public Goods." Advances in Applied Microeconomics, 1: 123-172.

Brookshire, D., Randall, A., Stoll, J. 1980. "Valuing Increments and Decrements in Natural Resource Service Flows." American Journal of Agricultural Economics, 62(3): 478-488.

Dahdah, S., & McMahon, K. (2008). The true cost of road crashes. Alternate Wars. URL: https://www. alternatewars. com/BBOW/ABM/Value_Injury. pdf.

De Brabander, B., 2006. Valuing Risk Reductions of Road Accidents in Flanders: Empirical Estimates from Stated Preference Methods. Ph.D. Dissertation, Hasselt University, Diepenbeek.

Dios Ortúzar, J., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling transport. John wiley & sons.

Doucouliagos, C., Stanley, T. D., & Giles, M. (2012). Are estimates of the value of a statistical life exaggerated?. Journal of health economics, 31(1), 197-206.

González, R. M., Román, C., Amador, F. J., Rizzi, L. I., Ortúzar, J. D. D., Espino, R., &

Cherchi, E. (2018). Estimating the value of risk reductions for car drivers when pedestrians are involved: a case study in Spain. Transportation, 45, 499-521.

Greenley, D., Walsh, R., Young, R. 1981. "Option Value: Empirical Evidence from a Case Study of Recreation and Water Quality." Quarterly Journal of Economics, 96: 657-672.

Johnson, R., Swallow, S., Weaver, T. 1999. "Estimating Willingness to Pay and Resource Tradeoffs with Different Payment Mechanisms: An Evaluation of a Funding Guarantee for Watershed Management." Journal of Environmental Economics and Management, 38: 97-120.

Kartman, B., Andersson, F., & Johannesson, M. (1996). Willingness to pay for reductions in angina pectoris attacks. Medical Decision Making, 16(3), 248-253.

Kluve, J., & Schaffner, S. (2008). The value of life in Europe–a meta-analysis. Sozialer Fortschritt, (10-11), 279-287.

Kochi, I., Hubbell, B., & Kramer, R. (2006). An empirical Bayes approach to combining and comparing estimates of the value of a statistical life for environmental policy analysis. Environmental & Resource Economics, 34, 385-406.

Kristofersson, D., & Navrud, S. (2005). Validity tests of benefit transfer–are we performing the wrong tests?. Environmental and Resource Economics, 30, 279-286.

Kristofersson, D., & Navrud, S. (2007). Can use and non-use values be transferred across countries. Environmental value transfer: issues and methods, 9, 207-225.

Loomis, J. B., & DuVair, P. H. (1993). Evaluating the effect of alternative risk communication devices on willingness to pay: results from a dichotomous choice contingent valuation experiment. Land Economics, 287-298.

Majumder, N., Poria, S., Gelbukh, A., & Cambria, E. (2017). Deep learning-based document modeling for personality detection from text. IEEE Intelligent Systems, 32(2), 74-79.

Mannering, F. L., Shankar, V., & Bhat, C. R. (2016). Unobserved heterogeneity and the statistical analysis of highway accident data. Analytic methods in accident research, 11, 1-16.

Márquez Díaz, L. G., & Avella Arévalo, H. W. (2012). Estimación del valor estadístico de la vida asociado a la seguridad vial en Bogotá. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 11(21), 101-112.

Navrud, S., & Ready, R. C. (Eds.). (2007). Environmental value transfer: issues and methods (Vol. 1084). Dordrecht: Springer.

Norinder, A., Hjalte, K., & Persson, U. (2001). Scope and scale insensitivities in a contingent valuation study of risk reductions. Health Policy, 57(2), 141-153.

Randall, A., Ives, C., Eastman, C. 1974. Benefits of Abating Aesthetic Environmental Damage from the Four Corners Power Plant, Fruitland, New Mexico. Agricultural Experiment Station Bulletin 618.Las Cruces, New Mexico: Mexico State University.

Rowe, R., D'Arge, R., Brookshire, D. 1980. "An Experiment on the Economic Value of Visibility." Journal of Environmental Economics and Management, 7: 1-19.

Tofte, I.E., 2006. Valuing Accident Risk Reductions in Road Traffic: A Choice Experiment Study. Master Thesis, Department of Economics and Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, Ås

Wiser, R. H. (2007). Using contingent valuation to explore willingness to pay for renewable energy: a comparison of collective and voluntary payment vehicles. Ecological economics, 62(3-4), 419-432.

Wisutwattanasak, P., Jomnonkwao, S., Se, C., & Ratanavaraha, V. (2022). Influence of Psychological Perspectives and Demographics on Drivers' Valuation of Road Accidents: A Combination of Confirmatory Factor Analysis and Preference Heterogeneity Model. Behavioral Sciences, 12(9), 336.

ANEXO

Instructivo Metodológico para la incorporación de Beneficios por Reducción de Accidentes en la Formulación de Iniciativas de Inversión del Sector Transporte.

Este anexo entrega recomendaciones para la medición y valorización de los costos de lesiones atribuibles a siniestralidad de tránsito, las que son entregadas en un formato de "guía para el evaluador", que considera, tanto los distintos modos del sector Transporte, como también la etapa del ciclo de proyectos en que se encuentre la evaluación ex ante de la respectiva iniciativa.

Se espera, entonces, que este documento se constituya en una guía o instructivo metodológico para la incorporación de accidentabilidad en la formulación de iniciativas de inversión del sector transporte, que complemente las metodologías sectoriales existentes en el Sistema Nacional de Inversiones del Ministerio de Desarrollo Social.

Contenido

1. Introducción 287
2. Indicaciones Generales 289
2.1 Tipos de IDI a las que se Aplica el Instructivo 289
2.2 Criterios de Aplicación 289
2.3 Consideraciones Adicionales 290
3. Metodologías para la Estimación de BRS en la Evaluación Social de Proyectos de Transporte 292
3.1 Definiciones Iniciales 292
3.1.1 Información Básica para la Estimación de Siniestros 292
3.1.2 Tasa de Siniestros definida por MDSF 292
3.1.3 Estimación de la Tasa de Siniestros 293
3.1.4 Tipo de Siniestros 293
3.1.5 Tipo de Lesiones 294
3.1.6 Estimación de Beneficios por Reducción de Siniestros 294
3.1.7 Corrección de Fallecidos y Lesionados Graves 295
3.2 BRS en Proyectos Viales 296
3.2.1 Proyectos de Vialidad Interurbana 297
3.2.2 Proyectos de Vialidad Urbana 300
3.3 BRS en Iniciativas de Planes Maestros de Ciclo-rutas 307
3.3.1 Planes Maestros de Ciclo-rutas 307
3.3.2 Iniciativas de Ciclovías 308
3.4 BRS en Proyectos Ferroviarios 309
Bibliografía 312
Anexo de Tablas 314

Introducción

El Sistema Nacional de Inversiones es el encargado de normar y regir el proceso de inversión pública en Chile. Para ello cuenta con metodologías, normas y procedimiento que orientan la formulación, evaluación y ejecución de las iniciativas de inversión (IDI) que ingresan al sistema. En el caso de los proyectos del sector transporte, habitualmente sus beneficios provienen de ahorros de tiempo de viaje de los usaurios, y ahorros de costos operacionales y de mantenimiento de vehículos.

Por otro lado, en el año 2017 entra en vigencia la **Política Nacional de Seguridad de Tránsito** con la cual Chile se suma al llamado internacional "Visión Cero", concepto que ha sido promovido especialmente por países líderes en seguridad de tránsito y cuyo motor es tener un país sin fallecidos ni lesionados graves en el tránsito. Asimismo, durante el año 2018 se elaboró el **Acuerdo Nacional por la Seguridad Vial en Chile**, como respuesta a la necesidad de fortalecer las políticas que apuntan a reducir los índices de siniestralidad vial en nuestro país, la cual contó con una alianza estratégica entre los sectores públicos y privados. En diciembre de 2020 se presentó la **Estrategia Nacional de Seguridad de Tránsito 2021-2030** cuyo objetivo general es reducir en 30% los fallecidos en el tránsito para el año 2030.

Las lesiones causadas por los siniestros de tránsito ocasionan pérdidas económicas considerables para las personas, sus familias y los países en su conjunto. Esas pérdidas son consecuencia de los costos del tratamiento médico y de la pérdida de productividad de las personas que mueren o quedan en situación de discapacidad por sus lesiones, y del tiempo de trabajo o estudio, que las víctimas directas y que los familiares de los lesionados deben distraer para atenderlos (OMS, 2018). Durante el año 2021, los siniestros de tránsito costaron a Chile el 2.2% de su PIB, lo que equivale a más de US$5.696 millones de dólares[26].

Por ello, se vuelve primordial incorporar en las iniciativas de inversión que ingresen al SNI la captura de beneficios asociados a reducciones de siniestros de tránsito, considerando la relevancia que tiene para el país y para el mundo, y asumiendo que un proyecto que haya sido pensado y diseñado desde sus inicios con enfoque en la seguridad de tránsito puede generar amplias mejoras en este aspecto.

Con el fin de alinear la inversión pública a estos objetivos, el presente instructivo representa una guía para incorporar a la formulación y evaluación social de proyectos de transporte vial los costos o beneficios asociados a la siniestralidad de tránsito, entregando directrices a quienes formulan, de manera complementaria a las metodologías vigentes.

[26] Costo Social de los siniestros de tránsito en Chile 2021. Observatorio de datos, Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito, Agosto 2022.

Las principales siglas utilizadas en este instructivo son:

- BRS: Beneficios por Reducción de Siniestros.
- IDI: Iniciativa de Inversión.
- MDSF: Ministerio de Desarrollo Social y Familia.
- MPS: Modelo de Predicción de Siniestros.

Indicaciones Generales

Tipos de IDI a las que se Aplica el Instructivo

El presente instructivo está orientado a proyectos del sector transporte. En particular, las iniciativas afectadas por el instructivo son:

- Vialidad interurbana.
  - Proyectos de transporte interurbano.
  - Caminos de bajo estándar.
- Vialidad urbana.
  - Vialidad estructurante.
  - Vialidad intermedia.
- Planes maestros de ciclo-rutas.
- Proyectos ferroviarios.

Están exceptuados de la aplicación de este instructivo las IDI de vialidad local (vialidad urbana) y las iniciativas de aeropuertos y aeródromos.

Criterios de Aplicación

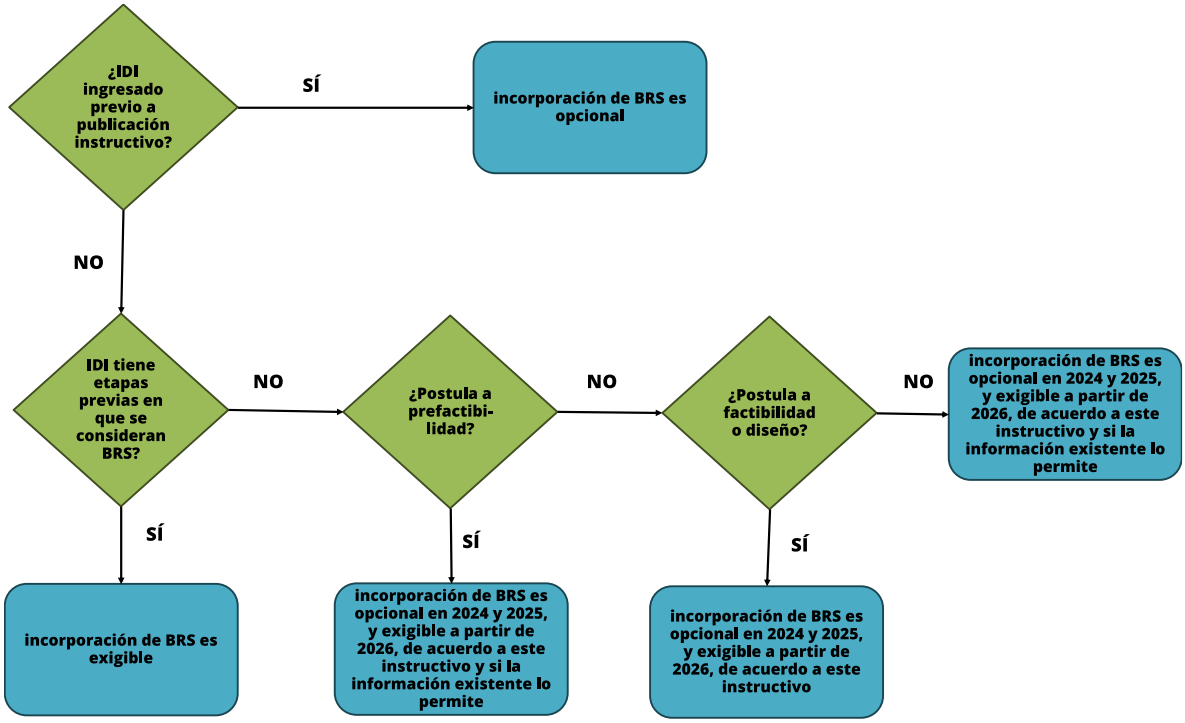
Este instructivo será válido a partir de la fecha del oficio que lo formaliza en el Sistema Nacional de Inversiones, considerando los siguientes criterios en su aplicación:

a. IDI nueva que postula de perfil a prefactibilidad: Deberá incorporar en los TDR el diagnóstico de siniestralidad de tránsito y la estimación de BRS en la evaluación social, tanto a nivel de análisis de alternativas como para la alternativa escogida, de acuerdo a las definiciones específicas contenidas en el capítulo 3. Su inclusión en la evaluación social con la cual se postula será opcional, a menos que los antecedentes utilizados para confeccionar el perfil permitan la aplicación de este instructivo.
b. IDI nueva que postula de perfil o prefactibilidad a factibilidad: Deberá incorporar en los TDR el diagnóstico de siniestralidad de tránsito y la estimación de BRS en la evaluación social de la alternativa en estudio. En proyectos que postulen a los procesos presupuestarios de 2024 y 2025, se aceptará provisionalmente que no cuenten con la estimación de BRS en la evaluación social con la cual se postula, siendo exigible a partir de la postulación al proceso presupuestario 2026.
c. IDI nueva que postula de perfil, prefactibilidad o factibilidad a diseño o ejecución: Deberá incorporar en los TDR el diagnóstico de siniestralidad de tránsito y la estimación de BRS en la evaluación social de la alternativa en estudio escogida. En proyectos que postulen a los procesos presupuestarios de 2024 y 2025, se aceptará provisionalmente que no cuenten con la estimación de BRS en la

evaluación social con la cual se postula, siendo exigible a partir de la postulación al proceso presupuestario 2026.

Lo anterior se resume en la Figura 16

Figura 16. Criterios para la aplicación de las Metodologías de Estimación de BRS en Iniciativas de Transporte



Fuente: elaboración propia

Consideraciones Adicionales

Se deben tener en consideración los siguientes aspectos adicionales:

a. Todos los proyectos que hayan considerado la estimación de BRS en alguna de sus etapas previas deberán continuar incorporándolas en etapas posteriores.
b. En el caso de las evaluaciones de proyectos sometidos a Reevaluaciones o con RATE Incumplimiento de Normativa (IN), la incorporación de BRS a la evaluación social de acuerdo a este instructivo será opcional. En el caso que en la recomendación original se incluyeron BRS, entonces será exigible.
c. De manera excepcional, y previa autorización de la jefatura de la División de Evaluación Social de Inversiones, una iniciativa de inversión podrá eximirse de

incluir BRS en la evaluación social de postulación de acuerdo con el presente instructivo, lo cual deberá estar debidamente fundamentado.

Metodologías para la Estimación de BRS en la Evaluación Social de Proyectos de Transporte

En este capítulo se presentan las metodologías asociada a la estimación de BRS para los diferentes proyectos de transporte considerados en este instructivo. Para cada tipo de proyecto se consideran dos aspectos:

- Definición de aspectos mínimos de diagnóstico de siniestralidad.
- Metodología de estimación de BRS.

Definiciones Iniciales

Información Básica para la Estimación de Siniestros

La información básica para el desarrollo del diagnóstico y estimación de BRS es la siguiente:

Información de flujos vehiculares

Información secundaria:

- Transporte interurbano:
  - Plan Nacional de Censos (Dirección de Vialidad).
  - Mediciones de flujo proveniente de estudios de prefactibilidad anteriores en el área de estudio, con antigüedad no mayor a cinco años.
- Transporte Urbano:
  - Flujos provenientes de modelaciones estratégicas de estudios de diagnóstico de sistemas de transporte urbano en el área de estudio.
  - Mediciones de flujo proveniente de estudios de prefactibilidad anteriores en el área de estudio, con antigüedad no mayor a cinco años.

Información de siniestros de tránsito

La fuente de información de siniestros de tránsito es la base de datos SIEC-2 de Carabineros de Chile.

Tasa de Siniestros definida por MDSF

El MDSF ha definido tasas de siniestros por macrozona del país, las que se encuentran definidas en el documento Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano (MDS, 2017). Estas tasas pueden ser utilizadas en los estudios de vialidad interurbana en las condiciones establecidas en este instructivo.

Los valores de estas tasas se encuentran en anexo (Tabla 20).

Estimación de la Tasa de Siniestros

La tasa anual de siniestros (en siniestros/10 millones de veh-km) se estima de acuerdo a la siguiente fórmula:

Fórmula 1. Tasa Anual de siniestros

$$TA_i = \frac{\sum_{a=1}^{n} NAcc_i^a}{\sum_{a=1}^{n} f_i^a * l^a} * 10.000.000 = \frac{\sum_{a=1}^{n} NAcc_i^a}{veh-km_i} * 10.000.000$$

En donde:

- TA_i : tasa de siniestros en el año i.
- $NAcc_i^a$: número de siniestros en el arco (tramo de ruta) a para el año i.
- f_i^a: flujo en el arco a para el año i.
- l^a: longitud del arco a (en km).
- veh-km_i: vehículos kilómetros en el área i

Para la estimación de la tasa de siniestros solo se deben considerar los arcos (tramos de ruta) que cuenten con información de flujo.

Para la estimación de la tasa de siniestros en el área de estudio se debe considerar la tasa promedio de los últimos tres años, de acuerdo a la siguiente formulación:

Fórmula 2. Tasa promedio de siniestros

$$TA = \frac{\sum_{i=1}^{m} TA_i veh-km_i}{\sum_{i=1}^{m} veh-km_i}$$

Se recomienda no utilizar información de años 2020, 2021 y 2022, por efecto de pandemia, al menos que sea estrictamente necesario (por ejemplo, por falta de información).

Tipo de Siniestros

Los tipos de siniestros son los considerados en el SIEC-2, los cuales son:

- Atropello.
- Choque.
- Colisión.
- Volcadura.

Tipo de Lesiones

Los tipos de lesiones son los considerados en el SIEC-2, los cuales son:

- Fallecidos.
- Lesionados graves.
- Lesionados menos graves.
- Lesionados leves.

Estimación de Beneficios por Reducción de Siniestros

Los BRS se componen por:

- Beneficios provenientes de la asignación de flujos vehiculares: estos beneficios se producen por cambio en el estándar de la vía producto del proyecto, o por reasignación de flujos producto del proyecto.
- Beneficios por la implementación de medidas específicas que mejoran las condiciones de seguridad de la vía. El listado de medidas específicas se encuentra en el anexo (

- Tabla *25* para el caso urbano y Tabla 24 para el caso interurbano).

La estimación de los beneficios provenientes de la asignación de flujos vehiculares se realizará de acuerdo a lo siguiente:

Fórmula 3. Beneficios reducción de siniestros por asignación de flujos vehiculares

$$Bra_{fveh} = CAcc^{sb} - CAcc^{sp}$$

$$CAcc^{k} = \sum_i \sum_a \sum_{tveh} f^{k}_{tveh,\,a} l^{k}_{a} * TA^{k}_{i,\,tveh,a} * C_i$$

En donde:

- Bra_{fveh}: BRS por asignación de flujo vehicular.
- $CAcc^{k}$: costo de siniestros en la situación k (sb: situación base; sp: situación con proyecto).
- $f^{k}_{tveh,\,a}$: flujo vehicular del tipo de vehículo tveh en el tramo de ruta a para la situación k.
- $l^{k}_{tveh,\,a}$: longitud del arco del tramo a en la situación k.
- $TA^{k}_{i,\,c,\,z}$: tasa de siniestros para el tipo de siniestro i, para el tipo de vehículo tveh en el arco a.
- C_i: costo del tipo de siniestro i.

Por otra parte, la estimación de BRS por implementación de medidas de seguridad está dada por la siguiente expresión:

Fórmula 4. Beneficios por reducción de siniestros por implementación de medidas específicas

$$Bra_{med,j} = C_i * Tra_{i,j} * Nacc_{i,j}$$

En donde:

- $Bra_{med,j}$: BRS de la medida med en el área j.
- $Tra_{i,med,j}$: tasa de reducción de siniestros del tipo i, de la medida med, en el área j.
- $Nacc_{i,j}$: número de siniestros en la situación base del tipo i, en el área j.

Con ello, los beneficios totales es la suma de los beneficios por asignación de flujos y de todas las medidas de seguridad implementadas por el proyecto, lo que se define por la siguiente expresión:

Fórmula 5. Beneficios por reducción de siniestros

$$BRS = Bra_{fveh} + \sum_j \sum_{med} Bra_{med}$$

Corrección de Fallecidos y Lesionados Graves

Para los casos que se estimen tasas de siniestros, al estimar las tasas de fallecimientos y lesionados graves en siniestros viales con datos de la base SIEC-2 se debe hacer una corrección debido a que esta base estadística tiene un sub-reporte de fallecidos, dado que no se hace seguimiento a los lesionados en siniestros viales con posterioridad a las 24h, es decir lesionados graves pueden fallecer con posterioridad a las 24h de ocurrido el siniestro producto de las lesiones, pero no son registrados en el SIEC-2.

Para corregir este sub-reporte, para efectos de la estimación de BRS se recomienda:

- Corregir la cantidad de fallecidos por un factor de 1,25.
- Corregir la cantidad de lesionados graves con un factor de 0,95.

BRS en Proyectos Viales

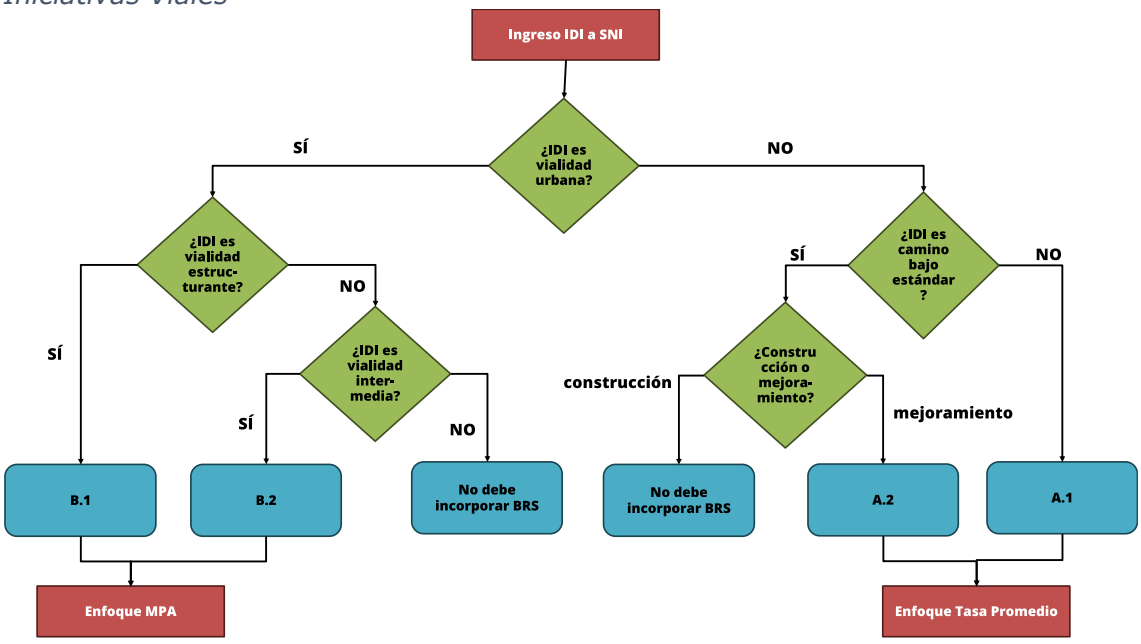
En el caso de los proyectos viales, se distingue entre proyectos urbanos y proyectos interurbanos. Para el caso de los proyectos urbanos, para la estimación de los BRS se utiliza un enfoque de modelos de predicción de siniestros (MPS), en que se mezcla la estimación del número de siniestros mediante modelos estocásticos y el uso de información histórica. En el caso de los proyectos viales interurbanos, se utiliza el enfoque de tasa promedio de siniestros, similar a lo que se encuentra en la Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano (MDS, 2017). En ambos casos también se consideran beneficios por la implementación de medidas específicas de seguridad de tránsito.

En la

Figura *17* se aprecia un resumen de la aplicación de la metodología para proyectos viales, en donde las metodologías asociadas corresponden a:

- A.1: metodología de estimación de BRS para proyectos de transporte interurbano (punto 0 del presente instructivo).
- A.2: metodología de estimación de BRS para caminos de bajo estándar (punto 0 de este instructivo).
- B.1: metodología de estimación de BRS para vialidad urbana estructurante (punto 0 del instructivo).
- B.2: metodología de estimación de BRS para vialidad intermedia (punto 0 de este instructivo).

Figura 17. Criterios para la aplicación de las Metodologías de Estimación de BRS en Iniciativas Viales



Fuente: elaboración propia

Proyectos de Vialidad Interurbana

Proyectos de Transporte Interurbano (A.1)

De perfil a prefactibilidad

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico se debiera realizar con información proveniente de la base de Carabineros de Chile SIEC-2, y debiera contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: tres años.
- Cantidad de siniestros en el área de estudio, según tipo de siniestro.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Cantidad de siniestros en el eje objeto del proyecto y su caracterización.
- Detección y localización de "puntos negros", es decir, puntos en el área de estudio en que exista recurrencia de siniestros.

Estimación de Beneficios

En este caso se considerarán solo los beneficios por asignación de flujos vehiculares, por lo que los BRS se estimarán con la Fórmula 3.

En este caso, se pueden utilizar las tasas de siniestros definidos por MDSF (Tabla 20) y los costos por tipo de accidentes recomendados por MDSF (Tabla 21).

La información de flujos puede ser secundaria, es decir, proveniente del plan de censos o de estudios anteriores.

De perfil o prefactibilidad a factibilidad

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico se debiera realizar con información proveniente de la base de Carabineros de Chile SIEC-2, y debiera contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: cinco años.
- Cantidad y localización de siniestros en el área de estudio, según tipo de siniestro.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Cantidad y localización de siniestros en el eje objeto del proyecto y su caracterización.

- Detección y localización de "puntos negros".
- Tasas de siniestralidad en el área de estudio, según tipo de calzada y carpeta.
- Tasa de siniestralidad en el eje de estudio.

La información de flujos debe ser de fuente primaria (mediciones realizadas para el estudio).

Estimación de Beneficios

En este caso se considerarán los beneficios por asignación de flujos vehiculares y los beneficios por implementación de medidas específicas, por lo que los BRS se estimarán con la Fórmula 5, que es la resultante de la suma de las estimaciones realizadas con la Fórmula 3 y la Fórmula 4.

En este caso, se pueden utilizar las tasas de siniestros definidas por MDSF (Tabla 20). También existe la opción alternativa de estimar tasas en el marco del estudio, mediante las mediciones de flujos realizadas en éste.

Los flujos a utilizar deben ser estimados en el marco del mismo estudio, por ejemplo, mediante modelación de la asignación de viajes.

De perfil, prefactibilidad o factibilidad a diseño o ejecución

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico se debiera realizar con información proveniente de la base de Carabineros de Chile SIEC-2, y debiera contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: cinco años.
- Cantidad y localización de siniestros en el área de estudio, según tipo de siniestro.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Cantidad y localización de siniestros en el eje objeto del proyecto y su caracterización.
- Detección y localización de "puntos negros".
- Tasas de siniestralidad en el área de estudio, según tipo de calzada y carpeta.
- Tasa de siniestralidad en el eje de estudio.

La información de flujos debe ser de fuente primaria (mediciones realizadas para el estudio).

Estimación de Beneficios

En este caso se considerarán los beneficios por asignación de flujos vehiculares y los beneficios por implementación de medidas específicas, por lo que los BRS se estimarán con la Fórmula 5.

En este caso, se deben utilizar las tasas de siniestralidad definidas en el marco del estudio, calculadas a partir de las mediciones de flujos realizadas en el proyecto y modelaciones de asignación de viajes.

Caminos de Bajo Estándar (A.2)
En los caminos de bajo estándar se reconocen dos tipos de proyectos:

- Iniciativas de construcción de caminos (proyectos nuevos).
- Iniciativas de mejoramiento de vialidad existente (mejoramiento, cambio de estándar).

En el caso de las iniciativas de construcción no se exige la estimación de BRS.

En el caso de iniciativas de mejoramiento, se estimarán BRS en la medida que exista información de flujos y de siniestros en el área de estudio.

De perfil a prefactibilidad

Tanto el diagnóstico como la estimación de BRS se podrá realizar en la medida que exista la información mínima para realizarlo. En ese caso, el análisis de BRS se realizará bajo las siguientes condiciones.

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico se debiera realizar con información proveniente de la base de Carabineros de Chile SIEC-2, y contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: tres años.
- Cantidad de siniestros en el área de estudio, según tipo de siniestro.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Cantidad de siniestros en el eje objeto del proyecto y su caracterización.
- Detección y localización de "puntos negros", es decir, puntos en el área de estudio en que exista recurrencia de siniestros.

Estimación de Beneficios

En este caso se considerarán solo los beneficios por asignación de flujos vehiculares, por lo que los BRS se estimarán con la Fórmula 3.

En este caso, se pueden utilizar las tasas de siniestralidad definidas por MDSF (Tabla 20).

La información de flujos puede ser secundaria, es decir, proveniente del Plan de Censos o de estudios anteriores, con una antigüedad no mayor a cinco años.

Otras etapas

Al igual que en el caso anterior, los análisis propuestos se podrán realizar en la medida que exista la información para ello.

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico se debiera realizar con información proveniente de la base de Carabineros de Chile SIEC-2, y contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: tres años.
- Cantidad de siniestros en el área de estudio, según tipo de accidente.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Cantidad de siniestros en el eje objeto del proyecto y su caracterización.
- Detección y localización de "puntos negros", es decir, puntos en el área de estudio en que exista recurrencia de siniestros.

Estimación de Beneficios

En este caso se considerarán solo los beneficios por asignación de flujos vehiculares, por lo que los BRS se estimarán con la Fórmula 3.

En este caso, se pueden utilizar las tasas de siniestralidad definidas por MDSF (Tabla 20).

La información de flujos debe ser la medida en el desarrollo del estudio.

Proyectos de Vialidad Urbana

En el caso de los proyectos de vialidad urbana, el enfoque para la estimación de siniestros es la utilización de modelos de predicción de siniestros (MPS).

En este caso particular, el MPS tiene la siguiente formulación:

Fórmula 6. Formulación general de MPS

$$acc_f^i = \alpha_f \cdot acc_{m,f} \cdot p_{i,f} + (1 - \alpha_f) \cdot acc_{r,i,f}$$

En donde:

- acc_f^i: siniestro del tipo i en elemento f (arco, intersección semaforizada, intersección no semaforizada).
- $acc_{m,f}$: siniestros modelados en el elemento f.

- $p_{i,f}$: proporción de siniestros de tipo i en el elemento f. Para la estimación de este parámetro se debe utilizar información de estadística de siniestros de los últimos tres años.
- $acc_{r,f,i}$: siniestros reales en el elemento f (promedio de últimos tres años).
- α_f: parámetro de proporción entre siniestros estimados y siniestros reales.

Para cada elemento se definen las siguientes expresiones.

Para intersección semaforizada:

Fórmula 7. MPS para intersección semaforizada.

$$acc_{sem} = 0{,}234 * q_p^{0{,}379} q_s^{0{,}430} e^{(-0{,}299 * ent)}$$

$$\alpha_{sem} = \frac{1}{1 + 1{,}095 acc_{sem}} \; si\ existe\ estadística\ de\ siniestros, 1\ si\ no$$

En donde:

- acc_{sem}: siniestros en intersecciones semaforizadas.
- q_p: flujo en la rama principal de la intersección.
- q_s: flujo en la rama secundaria de la intersección.
- ent: parámetro de entorno; toma el valor 1 para una intersección en el centro de la ciudad, 0 si no.
- α_{sem}: parámetro de proporción entre siniestros estimados y siniestros reales para intersecciones semaforizadas.

Para intersecciones no semaforizadas:

Fórmula 8. MPS para intersecciones no semaforizadas

$$acc_{nsem} = 0{,}032 * q_p^{0{,}634} q_s^{0{,}188} e^{(0{,}354 * ent + 1{,}751 * tcruz + 1{,}155 * tT)}$$

$$\alpha_{nsem} = \frac{1}{1 + 1{,}670 acc_{nsem}} \; si\ existe\ estadística\ de\ siniestros, 1\ si\ no$$

En donde:

- acc_{nsem}: siniestros en intersecciones no semaforizadas.
- tcruz: 1 si la intersección es en cruz, 0 si no.
- tT: 1 si la intersección es en T, 0 si no.
- α_{nsem}: parámetro de proporción entre siniestros estimados y siniestros reales para intersecciones no semaforizadas.

Para arcos (tramos de vía):

Fórmula 9. MPS para tramos de vía

$$acc_{arc} = 0{,}383 * L^{1{,}121} q^{0{,}416}$$

$$\alpha_{arc} = \frac{1}{1 + 4{,}549\ acc_{arc}}\ si\ existe\ estadística\ de\ siniestros, 1\ si\ no$$

En donde:

- acc_{nsem}: siniestros en el arco o tramo de vía.
- L: longitud (km) en el arco o tramo de vía.
- q: flujo en el arco o tramo de vía.
- α_{arc}: parámetro de proporción entre siniestros estimados y siniestros reales para tramos de vía.

En lo que se refiere a la estimación de beneficios, los BRS se componen por:

- Beneficios provenientes de la asignación de flujos vehiculares: estos beneficios se producen por cambio en el estándar de la vía producto del proyecto, o por reasignación de flujos producto del proyecto, para lo que se debe considerar los flujos tanto en arcos como en intersecciones (semaforizadas y no semaforizadas).
- Beneficios por la implementación de medidas específicas que mejoran las condiciones de seguridad de la vía. El listado de medidas específicas para el caso urbano se encuentran en el anexo (

- Tabla *25*).

En el caso de los beneficios por asignación de flujos vehiculares, se tiene que:

Fórmula 10. BRS por asignación de flujos

$$Bra_{fveh} = CAcc^{sb} - CAcc^{sp}$$

$$CAcc^{k} = \sum_{int}\sum_{i} acc_i^{int} * C_i + \sum_{arc}\sum_{i} acc_i^{arc} * C_i$$

En donde:

- Bra_{fveh}: BRS por asignación de flujo vehicular.
- $CAcc^{k}$: costo de siniestros en la situación k (sb: situación base; sp: situación con proyecto).
- acc^{int}_i: siniestros en intersección del tipo i para la situación k.
- acc^{arc}_i: siniestros en arco del tipo i para la situación k.
- C_i: costo del tipo de accidente i.

Para el caso de los beneficios por implementación de medidas de seguridad, se tiene:

Fórmula 11. BRS por implementación de medidas específicas

$$Bra_{med,j} = C_i * Tra_{i,med} * Nacc_{i,j}$$

En donde:

- $Bra_{med,j}$: BRS de la medida med en el área j.
- $Tra_{i,med}$: tasa de reducción de siniestros del tipo i, de la medida med.
- $Nacc_{i,j}$: número de siniestros en la situación base del tipo i, en el área j.

Con ello, los beneficios totales es la suma de los beneficios por asignación de flujos y de todas las medidas de seguridad implementadas por el proyecto, lo que se define por la siguiente expresión:

Fórmula 12. BRS total

$$BRS = Bra_{fveh} + \sum_{med} Bra_{med}$$

Vialidad Estructurante (B.1)

De Perfil a Prefactibilidad

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico se debiera realizar con información proveniente de la base de Carabineros de Chile SIEC-2, y debiera contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: tres años.
- Cantidad de siniestros en el área de estudio, según tipo de siniestro.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Cantidad de siniestros en el eje objeto del proyecto y su caracterización.
- Detección y localización de "puntos negros", es decir, puntos en el área de estudio en que exista recurrencia de siniestros.

Estimación de Beneficios

En esta etapa no se considera necesario estimar los BRS, solo se debiera realizar un análisis cualitativo.

Sin perjuicio de lo anterior, se podrán considerar beneficios por asignación de flujos vehiculares, por lo que los BRS se estimarán con la Fórmula 10. La información de flujos puede ser secundaria, es decir, proveniente de un estudio de diagnóstico de STU en la ciudad en que se emplaza el proyecto o de estudios anteriores en el área de estudio.

De prefactibilidad a factibilidad, y de factibilidad a diseño o ejecución

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico se debiera realizar con información proveniente de la base de Carabineros de Chile SIEC-2, y debiera contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: cinco años.
- Cantidad y localización de siniestros en el área de estudio, según tipo de siniestro.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Cantidad y localización de siniestros en el eje objeto del proyecto y su caracterización.
- Detección y localización de "puntos negros".
- Tasas de siniestralidad en el área de estudio, según tipo de calzada y carpeta.
- Tasa de siniestralidad en el eje de estudio.

La información de flujos debe ser de fuente primaria (mediciones realizadas para el estudio).

Estimación de Beneficios

En este caso se considerarán los beneficios por asignación de flujos vehiculares y los beneficios por implementación de medidas específicas, por lo que los BRS se estimarán

con la Fórmula 12, que es la resultante de la suma de las estimaciones realizadas con la Fórmula 10 y la Fórmula 11.

Vialidad Intermedia (B.2)

De Perfil a Prefactibilidad

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico se debiera realizar con información proveniente de la base de Carabineros de Chile SIEC-2, y debiera contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: tres años.
- Cantidad de siniestros en el área de estudio, según tipo de siniestro.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Cantidad de siniestros en el eje objeto del proyecto y su caracterización.
- Detección y localización de "puntos negros", es decir, puntos en el área de estudio en que exista recurrencia de siniestros.

Estimación de Beneficios

En esta etapa no se considera necesario estimar los BRS, solo se debiera realizar un análisis cualitativo.

De prefactibilidad a factibilidad

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico se debiera realizar con información proveniente de la base de Carabineros de Chile SIEC-2, y debiera contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: cinco años.
- Cantidad y localización de siniestros en el área de estudio, según tipo de siniestro.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Cantidad y localización de siniestros en el eje objeto del proyecto y su caracterización.
- Detección y localización de "puntos negros".
- Tasas de siniestralidad en el área de estudio, según tipo de calzada y carpeta.
- Tasa de siniestralidad en el eje de estudio.

La información de flujos debe ser de fuente primaria (mediciones realizadas para el estudio).

Estimación de Beneficios

En este caso se considerarán los beneficios por asignación de flujos vehiculares, por lo que los BRS se estimarán con la Fórmula 10.

Los flujos a utilizar deben ser estimados en el marco del mismo estudio, por ejemplo, mediante modelaciones de asignación de viajes.

De factibilidad a diseño o ejecución

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico se debiera realizar con información proveniente de la base de Carabineros de Chile SIEC-2, y debiera contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: cinco años.
- Cantidad y localización de siniestros en el área de estudio, según tipo de siniestro.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Cantidad y localización de siniestros en el eje objeto del proyecto y su caracterización.
- Detección y localización de "puntos negros".
- Tasas de siniestralidad en el área de estudio, según tipo de calzada y carpeta.
- Tasa de siniestralidad en el eje de estudio.

La información de flujos debe ser de fuente primaria (mediciones realizadas para el estudio).

Estimación de Beneficios

En este caso se considerarán los beneficios por asignación de flujos vehiculares y los beneficios por implementación de medidas específicas, por lo que los BRS se estimarán con la Fórmula 12, que es la resultante de la suma de las estimaciones realizadas con la Fórmula 10 y la Fórmula 11.

BRS en Iniciativas de Planes Maestros de Ciclo-rutas

En el caso de las iniciativas de planes maestros de ciclo-rutas, el enfoque a utilizar es similar al de estimación de BRS por la implementación de medidas específicas de seguridad, considerando que la implementación de una ciclovía disminuye las posibilidades de siniestros en que se vean involucrados ciclos.

En este sentido, los BRS se pueden estimar con la siguiente expresión, en donde la implementación de una ciclo-ruta produce una disminución de un 15% de siniestros que involucran ciclos.

Fórmula 13. BRS para ciclovías y ciclo-rutas

$$BRS_{cr} = \sum_i C_i * RA_{cr,i}$$

$$RA_{cr,i} = 0{,}15 * Nacc_i$$

En donde:

- BRS_{cr}: beneficios por reducción de siniestros producto de la implementación de la ciclo-ruta.
- C_i: costo social de la lesión tipo i (Tabla 23).
- $RA_{cr,i}$: reducción de lesionados tipo i por siniestros de ciclos.
- $Nacc_i$: cantidad de lesionados tipo i por siniestros de ciclos.

Planes Maestros de Ciclo-rutas

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico se debiera realizar con información proveniente de la base de Carabineros de Chile SIEC-2, y debiera contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: tres años.
- Cantidad y localización de siniestros de ciclos en el área de estudio, según tipo de siniestro.
- Caracterización de los siniestros que involucren ciclos, determinando tipo y cantidad de lesionados.
- Detección y localización de "puntos negros".

Estimación de Beneficios

Los BRS se estimarán con la Fórmula 13.

La cantidad anual de siniestros se determinarán como el promedio en los últimos tres años. Para la estimación de este promedio no se debiera considerar los años 2020, 2021 y 2022.

Iniciativas de Ciclovías

En el caso de proyectos en ejes que no se encuentran dentro de un Plan Maestro de Ciclovías, segmentos de ciclovías que nunca fueron construidos, extensiones de ciclovía que permita unir ejes relevantes o normalizaciones, quien formula puede utilizar la metodología definida para planes maestros de ciclo-rutas.

BRS en Proyectos Ferroviarios

Para los proyectos ferroviario, la metodología propuesta mantiene lo definido en la Metodología vigente para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Transporte Ferroviario (MDS, 2016).

En el caso de los proyectos ferroviarios, se reconocen dos fuentes de beneficios:

- Reducción de siniestros por reducción de flujo vehicular por cambio de modo producido por el proyecto ferroviario: este beneficio se debe considerar siempre que se estima el cambio modal que produce el proyecto.
- Por implementación de medidas de seguridad propias del proyecto, tales como (por ejemplo):
  - Mejoramiento de cruces a nivel.
  - Desnivelación de cruces.
  - Cierre o confinamiento de vía.
  - Pasarelas peatonales.

Con ello, los beneficios de un proyecto ferroviario se pueden estimar con la siguiente expresión:

Fórmula 14. BRS para proyectos ferroviarios

$$BRS = Bra_{fveh} + \sum_{med} Bra_{med}$$

En donde Bra_{fveh} se estima de la misma forma que en el caso de los proyectos de transporte interurbano.

En cuanto a los BRS por implementación de medidas (Bra_{med}), estos se estiman con la siguiente expresión.

Fórmula 15. BRS de medidas de mejoramiento de la seguridad ferroviaria

$$Bra_{med} = CAcc^{sb} - \ CAcc^{sp}$$

Donde

$$CAcc^{sb} = \sum_{i} C_i * NAcc_i^{sb}$$

$$CAcc^{sp} = \sum_{i} C_i * Taccf_{i,med} * Fferr^{sp}$$

En donde:

- $CAcc^{k}$: costo en la situación k (sb: base; sp: proyecto).
- $Nacc_i^{sb}$: cantidad de siniestros del tipo i en la situación base.
- $Taccf_{i,med}$: tasa de siniestros ferroviarios asociada a la medida med (acc/tren).
- $Fferr^{sp}$: flujo ferroviario en la situación con proyecto.

La cantidad de siniestros de la situación base se obtiene de las estadísticas de siniestros ferroviarios de la Empresa de Ferrocarriles del Estado.

Para la estimación de la tasa de siniestralidad de la situación con proyecto, se debe considerar la tasa para zonas de similares características a la del proyecto en donde exista una medida similar. Las características a considerar son:

- Zona geográfica: medidas implementadas dentro de la misma región.
- Densidad poblacional.
- Flujo vehicular, en el caso de cruces.

La tasa se estimará como la tasa promedio en los últimos cinco años de cinco medidas similares a la que se encuentra en análisis.

Se debe tener en consideración lo siguiente:

- En el caso de que no existan cinco medidas similares, se podrá utilizar el promedio con menos medidas.
- En el caso que no existan medidas que cumplan el requisito de localización, se puede ampliar el área geográfica a más de una región.
- No se debieran considerar las estadísticas de los años 2020, 2021 y 2022.
- No considerar siniestros que no son evitables, como suicidios y siniestros relacionados a tomas en la faja férrea.

Considerando todo lo expuesto en este punto, se plantean las siguientes recomendaciones metodológicas para los proyectos ferroviarios.

De perfil a prefactibilidad

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico debiera contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: tres años.
- Cantidad de siniestros ferroviarios en el área de estudio, según tipo de siniestro.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Detección y localización de "puntos negros", es decir, puntos en el área de estudio en que exista recurrencia de siniestros.

Estimación de Beneficios

En esta etapa no se considera necesario estimar los BRS. En caso de no estimarse los BRS se debiera realizar un análisis cualitativo bien fundado.

En el caso de realizarse una estimación de BRS, se debe considera los beneficios por implementación de medidas de acuerdo con la formulación presentada en la Fórmula 15

De prefactibilidad a factibilidad, y factibilidad a diseño o ejecución

Diagnóstico

En esta etapa, el diagnóstico debiera contener los siguientes elementos:

- Horizonte mínimo de análisis: cinco años.
- Cantidad y localización de siniestros ferroviarios en el área de estudio, según tipo de accidente.
- Caracterización de los siniestros, determinando:
  - Tipo y cantidad de lesionados.
  - Tipo y cantidad de vehículos involucrados.
- Detección y localización de "puntos negros".

Estimación de Beneficios

Si en el análisis del proyecto ferroviario se consideran cambios en la partición modal que afecten el flujo vehicular en el área de influencia del proyecto, se considerarán los beneficios por asignación de flujos vehiculares y los beneficios por implementación de medidas específicas, por lo que los BRS se estimarán con la Fórmula 14, que es la resultante de la suma de las estimaciones realizadas con la Fórmula 3 y la Fórmula 15.

En el caso contrario, es decir que el proyecto no considere cambios en la partición modal o este cambio no afecte los flujos vehiculares en el área de influencia del proyecto, solo se considerarán BRS por la implementación de medidas de seguridad de tránsito, de acuerdo con la Fórmula 15.

La estimación de BRS por asignación de flujos se realizará de acuerdo con la metodología propuesta en este instructivo para proyectos de transporte interurbano (punto 0).

Bibliografía específica utilizada para el desarrollo del Instructivo BRA

Secretaría Interministerial de Planificación en Transporte (2007). Análisis y Definición de una Metodología para la Evaluación Social de Impactos de Proyectos sobre la Seguridad Vial en Rutas Interurbanas. (SECTRA, 2007).

Secretaría de Planificación en Transporte (2014). Metodología para la Evaluación Social de la Reducción de Accidentes Urbanos. (SECTRA, 2014).

Ministerio de Desarrollo Social (2013). Metodología para la Valoración de Beneficios de Obras Anexas en Proyectos de Vialidad Interurbana. (MDS, 2013).

Ministerio de Desarrollo Social (2013). Metodología Simplificada de Beneficios Sociales por Disminución de Accidentes en Proyectos de Vialidad Interurbana. (MDS-2, 2013).

Ministerio de Desarrollo Social (2017). Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Transporte Interurbano. (MDS, 2017).

Ministerio de Desarrollo Social (2016). Metodología para la Evaluación Socioeconómica de Proyectos de Transporte Ferroviario. (MDS, 2016).

Ministerio de Planificación y Cooperación (1996). Metodología de Evaluación de Proyectos de Caminos de Bajo Estándar. (MIDEPLAN, 1996)

Ministerio de Desarrollo Social, Secretaría de planificación en Transporte (2013). Manual de Evaluación Social de Proyectos de Vialidad Urbana, MESPIVU. (MDS- SECTRA, 2013).

Ministerio de Desarrollo Social (2017). Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Intermedia. (MDS-2,2017).

Ministerio de Desarrollo Social (2016). Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Vialidad Local. (MDS-2, 2016).

Ministerio de Desarrollo Social (2013). Metodología para la Formulación y Evaluación de Planes Maestros de Ciclo-Rutas. (MDS, 2013-3).

Ministerio de Desarrollo Social (2014).Metodología de Formulación y Evaluación de Proyectos de Infraestructura Aeroportuaria (MDS-2, 2014).

Ministerio de Desarrollo Social (2013). Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Pequeños Aeródromos (MDS-4, 2013).

Ministerio de Desarrollo Social (2016). Instructivo Metodológico para Implementar Puntos de Posada para Emergencias y Desastres (MDS-3, 2016).

Carabineros de Chile. Estadística Siniestros Viales, Base de Datos Tipo de Accidente. Recuperado de https://www.carabineros.cl/transparencia/tproactiva/rpro_os2.html (2022).

Carabineros de Chile. Estadística Siniestros Viales, Base de Datos Tipo de Personas. Recuperado de https://www.carabineros.cl/transparencia/tproactiva/rpro_os2.html (2022).

Carabineros de Chile. Estadística Siniestros Viales, Base de Datos Tipo de Vehículos. Recuperado de https://www.carabineros.cl/transparencia/tproactiva/rpro_os2.html (2022).

Departamento de Estadísticas e Información de Salud del Ministerio de Salud (DEIS), Base de Datos de Fallecimientos. Recuperado de https://deis.minsal.cl/ (2022).

Anexo de Tablas

Tabla 20. Tasa de siniestralidad por tipo de camino, tipo de accidente y macro zona para proyectos viales interurbanos

Macrozona	Tipo de camino	Tasa siniestralidad (acc/10 millones veh-km)			
		atropello	choque	colisión	volcadura
Norte	1 o 2 pistas no pavimentadas	0,36	0,45	1,31	4,76
	2 pistas pavimentadas	0,22	0,19	0,57	1,11
	4 pistas pavimentadas	0,61	0,61	0,00	0,61
	Autopista	0,11	0,41	0,50	0,55
Centro	1 o 2 pistas no pavimentadas	1,30	2,14	3,06	2,75
	2 pistas pavimentadas	0,41	0,46	1,07	0,72
	4 pistas pavimentadas	0,58	0,14	1,58	0,18
	Autopista	0,22	0,40	0,83	0,44
Sur	1 o 2 pistas no pavimentadas	1,24	0,80	2,12	2,33
	2 pistas pavimentadas	0,75	0,36	1,46	0,76
	4 pistas pavimentadas	0,92	0,53	1,68	0,30
	Autopista	0,43	0,32	0,79	0,53

Fuente: MDSF (2017)

Tabla 21. Costos sociales unitarios de siniestros viales por tipo de camino, tipo de accidente y macro zona para proyectos viales interurbanos

Macrozona	Tipo de camino	costo (UF/acc)				
		atropello	choque	colisión	volcadura	todos
Norte	1 o 2 pistas no pavimentadas	21.447,1	10.533,6	10.105,2	6.236,2	8.092,4

Macrozona	Tipo de camino	costo (UF/acc)				
		atropello	choque	colisión	volcadura	todos
	2 pistas pavimentadas	25.894,5	5.851,3	16.142,5	7.881,8	11.463,5
	4 pistas pavimentadas	24.993,3	15.771,4	4205,6	355,9	10.002,7
	Autopista	32.114,6	4.335,7	11.438,8	6.187,4	9.135,7
Centro	1 o 2 pistas no pavimentadas	20.192,5	7.735,0	8.782,7	9.771,3	10.393,5
	2 pistas pavimentadas	18.892,5	6.693,9	6.720,7	6.831,8	8.535,7
	4 pistas pavimentadas	24.993,3	15.771,4	4205,6	355,9	10.002,7
	Autopista	30.528,9	4.435,7	8.256,8	6.057,3	9.305,6
Sur	1 o 2 pistas no pavimentadas	18.062,4	9.177,0	5.471,6	6.462,2	8.456,9
	2 pistas pavimentadas	26.892,3	6.396,4	12.047,6	7.902,2	13.473,5
	4 pistas pavimentadas	20.421,0	4.983,5	7.025,2	6.602,0	9.426,6
	Autopista	33.468,8	7.764,2	12.234,8	5.092,6	13.832,8

Fuente: MDSF (2017)

Tabla 22. Costos sociales de daños en vehículo por tipo de accidente (UF/veh)

Tipo de accidente	Vehículo liviano	Vehículo pesado
Atropello	34,9	17,4
Choque	139,0	342,3
Colisión	128,1	514,5

Volcadura	336,3	675,2

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a las categorías de vehículos consideradas en la base SIEC-2, para estos efectos, en la categoría de vehículos livianos se consideran automóviles, station wagon, camionetas, jeep, furgón, ambulancia y transporte de valores. En la categoría vehículos pesados se considera bus, taxibús, minibús, camión simple, camión simple con remolque, tracto-camión, tracto-camión con semirremolque, remolque, semirremolque, carro bomba, maquinaria agrícola, maquinaria industrial, maquinaria movimiento tierras, tractor, trolebús.

Tabla 23. Costos sociales lesionados en siniestros viales (UF/persona)

Nivel de gravedad	Costo social
Leve	33,3
Menos grave	43,1
Grave	154,5
Fatal	60.122,0

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Factores de reducción de siniestros según tipo de medida en porcentaje, para proyectos de transporte interurbano

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de siniestros			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
Elementos de contención	Barreras contención en mediana	-43	-30		+24
	Amortiguadores de impacto en puntos rígidos	-69	-69	-46	
	Barreras de contención en sectores sin área despejada	-44	-47		-7
Pistas adelantamiento	Habilitación en un lado de la vía		-18	-20	
	Habilitación en ambos lados		-40		
Bermas	Implementación berma		-8		-6
Límites de velocidad	Aumento límite 15-18,6 km/h	+26	+16	+16	+19
	disminución límite 13,1-15 km/h	-15	-14	-5	-13
Dispositivos para control velocidad	Bandas alertadoras en intersecciones		-33	-25	-20
	Señalización velocidad recomendada antes de curvas		-13	-29	
Mejoramientos en Área Despejada	Disminución de pendiente desde 1:3 a 1:4		-42	-29	
	Disminución de pendiente desde 1:4 a 1:6		-22	-24	
	Eliminación de obstáculos entre 1m y 5m de la calzada				-22
	Eliminación de obstáculos				-44

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de siniestros			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
	entre 5m y 9m de la calzada				
Mejoramientos Alineamiento Horizontal	Aumento radio de curva horizontal desde menos de 200m a rango 200-400m				-50
	Aumento radio de curva horizontal desde el rango 200-400m a 400-600m				-33
	Aumento radio de curva horizontal desde el rango 400-600m a 600-1000m				-50
	Aumento radio de curva horizontal desde el rango 600-1000m a 1000-2000m				-18
	Aumento radio de curva horizontal desde el rango 1000-2000m a más de 2000m				-12
	Aumento del radio de curva horizontal desde más de 2000 a otro mayor				0
	Aumento del radio de curva horizontal desde más de 1000 a recta				+10
Mejoramientos Alineamiento	Reducción de pendiente				-20

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de siniestros			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
Vertical	desde más 7% a rango 5%-7%				
	Reducción de pendiente desde rango 5%-7% a 3%-5%				-10
	Reducción de pendiente desde rango 3%-5% a 2%-3%				-10
	Reducción de pendiente desde rango 2%-3% a 1%-2%				-7
	Reducción de pendiente desde rango 1%-2% a menos de 1%				-2
Mejoramiento Visibilidad	Remoción de obstáculos visuales en costado de la vía				-20
Iluminación	Iluminación vía	-64	-28	-17	
	Aumento nivel de iluminación de la vía desde 2 a 5 veces al existente		-13	-9	
	Aumento nivel de iluminación de la vía desde 5 o más veces al existente	-50	-32	-47	
	Iluminación de vías de alta velocidad				-25
Demarcación	Demarcación de líneas de bordes y eje		-24		

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de siniestros			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
	central en curvas				
	Demarcación de líneas de bordes y eje central más delineadores en curvas		-45		
	Demarcación de distancia recomendada entre vehículos (símbolo en ángulo) en carreteras		-56		
Medidas de Segregación de Conflictos	Implementación de mediana en vías de más de dos pistas.		-12	-18	
	Segregación con demarcación de pistas en intersecciones de vías interurbanas en Cruz		-57		
	Segregación física de movimientos en intersecciones				-30
	Implementación de pista para ciclistas				-4
	Construcción By-pass		-25	-27	
	Desnivelar empalme				-50
Mejoramientos del Perfil del Camino	Aumento del ancho de vía desde sub estándar a anchos dentro normas de		-5	-13	

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de siniestros			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
	diseño en vías interurbanas				
Cruces ferroviarios	Implementación de señales de advertencia y Cruz de San Andrés en cruces no regulados				-25
	Implementación de luces y sonidos de advertencia en cruces que cuentan con señales y Cruz de San Andrés				-50
	Implementación de barreras en cruces con luces y sonidos de advertencia				-45
	Implementación de barreras en cruces que cuentan con sólo señales verticales de advertencia				-67
	Implementar paso a desnivel				-100
	Luces intermitentes				-65
	Mejoramiento alineamiento horizontal				-35
	Mejoramiento alineamiento vertical				-45
	Mejoramiento alineamiento vertical y horizontal				-60
	Mejorar delineación				-25
	Iluminación				-15

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de siniestros			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
	Señales Verticales				-15
Túneles	Iluminación		-35		
	Aumento del ancho del túnel desde menos de 6m a más de 6m		-40		
Disminución de fricción lateral	Reducción en el número de accesos privados por kilómetro desde sobre 30 al rango 16 a 30		-29		
	Reducción en accesos privados por km desde rango 16-30 a rango 6-15		-31		
	Reducción en accesos privados por km desde rango 6-15 a menos de 6		-25		

Fuente: SECTRA, 2007

Tabla 25. Factores de reducción de siniestros según tipo de medida en porcentaje, para proyectos de transporte urbano

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de siniestros			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
Canalización de movimientos vehiculares en intersecciones	Pista viraje izquierda: intersección en T		-17	+1	-18
	Pista viraje derecha: intersección en T		-7	+1	+3
	Pista viraje izquierda: intersección en Cruz		-24	-77	-31
	Pista viraje derecha: intersección en Cruz		-7	+1	+3
Rotonda	Remplazo de intersección de T o Cruz por rotonda	-66	-46	+10	-36
Mejoramientos de la sección transversal	Instalación de mediana		-15	-2	-8
Semaforización de intersecciones	Semaforización de intersección en T		-15	-15	
	Semaforización de intersección en Cruz		-30	-35	
Semaforización de cruces peatonales	Cruce peatonal semaforizado				-23
Reductores de velocidad	Resalto		-41		
	Bandas alertadoras		-33	-25	-20
Facilidades para peatones	Cruce peatonal a nivel de acera				-42
	Iluminación de cruce peatonal				-63
Demarcación y señalización	Líneas de borde		-3	-3	
	Línea central		-1	+1	

Tipo de medida	Medida	Porcentaje de reducción de siniestros			
		Con fallecidos	Con lesionados	Sin lesionados	totales
	Línea divisoria de pistas		-18		
	Líneas de borde y tachas				-47
	Líneas de borde y demarcación en curva		-19		
	Tachas y demarcación en curva		-45		
	Líneas de borde y línea central		-24		
	Líneas de borde, línea central y postes delineadores		-45		

Fuente: SECTRA, 2007