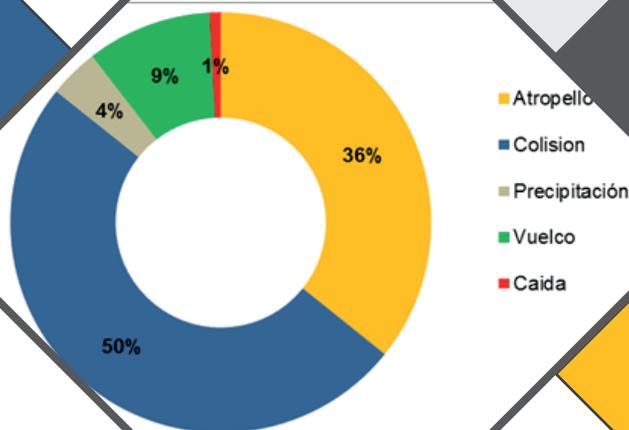


# Costos de los choques Viales en Costa Rica

Proyecto 321-B0-206



**Elaborado por:**

Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible (ProDUS) de la Universidad de Costa Rica

Teléfonos: 2283-4815 / 2283-4927 fax: 2283-7634

Correo electrónico: [produs@ucr.ac.cr](mailto:produs@ucr.ac.cr)

Página de internet: [www.produs.ucr.ac.cr](http://www.produs.ucr.ac.cr)

**Abril 2015**

# **Costos de los choques viales en Costa Rica**

## **Informe Final**

Proyecto 321-B0602

### **Elaboración:**

Leonardo Sánchez Hernández

Jonathan Agüero Valverde

Rosendo Pujol Mesalles

### **Procesamiento de la Información:**

María Fernanda Chacón Mata

Marcos Castillo Bastos

Alexander Vega Zúñiga

Favor citar como:

Sánchez, L., Agüero-Valverde, J., Pujol,R. (2015). Costos de los choques viales en Costa Rica (Proyecto 321-B0-206). San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Programa de Investigación en Desarrollo Urbano Sostenible.

## **Resumen**

Los choques viales son la principal causa de muerte accidental y la principal causa de muerte para menores de 45 años en Costa Rica. Además los choques viales son la segunda causa de pérdida de años productivos de vida en el país. Por lo anterior, es claro que los choques viales son un problema de salud pública de gran magnitud. Este estudio es un intento por cuantificar los efectos de este problema y sugerir medidas de mitigación. Para tal efecto se consideraron los costos directos, tanto de los pagos de las aseguradoras por concepto de seguros de accidentes automovilísticos, como de los servicios médicos brindados por la CCSS; así como los costos indirectos por años potenciales de vida perdidos (APVP) y por demora. Los resultados muestran que los costos directos de los choques viales ascienden a 55 mil millones de colones anuales o un equivalente al 2.5% del Producto Interno Bruto (PIB) del país. Por otro lado los costos por APVP alcanzan 16 mil millones de colones anuales o un 0.91% del PIB. Finalmente los costos por demora se estimaron en 120 mil millones de colones anuales o un 6% del PIB.

## 1. Antecedentes

Según la Organización Mundial de la Salud (WHO por sus siglas en inglés, 2004), en el mundo mueren anualmente un estimado de 1.2 millones de personas en choques viales y más de 50 millones resultan heridas. De acuerdo al mismo informe los accidentes de tránsito fueron la onceava causa de muerte en el mundo en el 2002, sin embargo como se muestra en el Cuadro 1.1, en el 2006 las accidentes fueron la octava causa de muerte en Costa Rica (INEC, 2009). Más aún, los choques viales son la principal causa de muerte en Costa Rica para personas entre 0 y 45 años de edad. En términos de Años de Vida Productivos Perdidos (AVPP) Los choques viales pasaron de tercera causa de muerte en 1994 (Lacé y Rucabado, 1996) a segunda el 2006, como se muestra en el Cuadro 1.2.

Se calcula que el costo anual de los traumatismos causados por choques viales representa aproximadamente el 1% del Producto Interno Bruto (PIB) en los países de ingresos bajos, 1,5% en los países de ingresos medianos y 2,0% en los países de ingresos altos (WHO, 2004). De acuerdo con la ASSHTO (2004) el costo monetario de los choques viales asciende a más de 230 mil millones de dólares anuales en los Estados Unidos. Utilizando el Producto Interno Bruto (PIB) del 2004 (NationMaster.com, 2009), tenemos que los costos por choques viales en EUA ascienden al 2% del PIB. Por otro lado los costos de los choques viales en Australia alcanzaron el 2.6% del PIB en 2003 (Connelly y Supongan, 2006). Una estimación muy conservadora de los costos de choques viales para Costa Rica (Gamboa y Gutiérrez, 2002) en 2000 revela un monto de más de 125 millones de dólares o un 0.79% del PIB. Otra estimación aún más conservadora por parte de economistas de la UNA (CINPE, 2007) arrojó un costo total de choques viales de más de 59 millones de dólares o un 0.30% del PIB para el 2005.

En el caso de las estimaciones realizadas por CINPE, los costos de los choques viales incluyen los costos médicos y por daños a la propiedad de los choques y los costos asociados a los años de vida productivos perdidos por muerte. Sin embargo, los cálculos ignoran las pérdidas por congestión debida a los choques. Además el análisis incluye solo la Gran Área Metropolitana de Costa Rica. Por otro lado, aunque las estimaciones de Gamboa y Gutiérrez parecen más precisas, tampoco incluyen los costos extra por congestión tanto en términos de valor del tiempo como en operación de los vehículos.

Como se mencionó anteriormente los choques viales son una de las principales causas de Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP) en Costa Rica; lo que es aún más preocupante es que aunque la tasa total de APVP por habitante disminuyó en más de 10% entre 1994 y 2006 la tasa de APVP por choques viales solo disminuyó un 5.3% (ver cuadro 1.3). Esto indica un rezago importante en la disminución de choques viales con respecto a las demás causas de muerte. Esto también se refleja en la participación porcentual de los choques viales en los AVPP totales que pasó de un 8.47% en 1994 a 9.0% en 2006.

Cuadro 1.1 Primeras 20 Causas de Muerte en Costa Rica, 2006

Rango	Causa	Total	%
1	Enfermedad isquémica del corazón (I20-I25)	2387	14,2%
2	Tumor maligno de otros órganos digestivos y del peritoneo (C15-C26)	1366	8,1%
3	Enfermedades de las vías respiratorias superiores, inferiores, del pulmón, influenza y neumonía (J00-J86)	1286	7,7%
4	Enfermedad cerebrovascular, de las arterias, y de las venas (I60-I89)	1170	7,0%
5	Enteritis y colitis no infecciosas, enfermedad del peritoneo, del hígado, de la vesícula y otras de los intestinos	978	5,8%
6	Enfermedad hipertensiva (I10-I15)	728	4,3%
7	Enfermedades de las glándulas endocrinas del metabolismo y trastornos de la inmunidad (E00-E35, E70-E90 y D80-D89)	696	4,2%
8	Accidentes de transporte (V01-V99)	693	4,1%
9	Tumor maligno de los órganos genitourinarios (C51-C68)	672	4,0%
10	Enfermedades de la circulación pulmonar y otras formas de enfermedad del corazón (I26-I28 y I30-I52)	605	3,6%
11	Tumor maligno del tejido linfático y de los órganos hematopoyéticos y de sitios múltiples independientes (C81-C97)	474	2,8%
12	Enfermedades del sistema nervioso e infecciones virales (A80-A89 y G00-G99)	466	2,8%
13	Enfermedades del aparato urinario y de la mama (N00-N39, N60-N64 y N99)	427	2,5%
14	Tumor maligno de los huesos, del tejido conjuntivo, de los tejidos blandos, de la piel y de la mama (C40-C41 y C43-C50)	424	2,5%
15	Homicidio y lesiones inflingidas intencionalmente por otra persona y los de intención no determinada (X85-Y34)	397	2,4%
16	Ciertas afecciones originarias en el período perinatal (POO-P96)	372	2,2%
17	Suicidio y lesiones autoinflingidas (X60-X84)	336	2,0%
18	Contactos traumáticos con animales, fuerzas de la naturaleza, exceso de esfuerzo, exposición a otros factores (X20-X39)	289	1,7%
19	Tumor maligno de órganos respiratorios e intratorácicos (C30-C39)	284	1,7%
20	Anomalías congénitas (Q00-Q99)	254	1,5%
	<b>Subtotal</b>	<b>14304</b>	<b>85,3%</b>
	<b>Total</b>	<b>16766</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: INEC, 2009

Cuadro 1.2. Primeras 20 Causas de Muerte por APVP en Costa Rica, 2006

Rango	Causa	APVP		
		En años	%	x 1000 hab
1	Ciertas afecciones originarias en el período perinatal (POO-P96)	29388	9,9%	6,9
2	Accidentes de transporte (V01-V99)	26780	9,0%	6,3
3	Anomalías congénitas (Q00-Q99)	19440	6,5%	4,6
4	Enfermedad isquémica del corazón (I20-I25)	18744	6,3%	4,4
5	Homicidio y lesiones inflingidas intencionalmente por otra persona y los de intención no determinada (X85-Y34)	16635	5,6%	3,9
6	Tumor maligno de otros órganos digestivos y del peritoneo (C15-C26)	15852	5,3%	3,7
7	Enteritis y colitis no infecciosas, enfermedad del peritoneo, del hígado, de la vesícula y otras de los intestinos	15705	5,3%	3,7
8	Suicidio y lesiones autoinflingidas (X60-X84)	14196	4,8%	3,3
9	Enfermedades de las vías respiratorias superiores, inferiores, del pulmón, influenza y neumonía (J00-J86)	11900	4,0%	2,8
10	Enfermedades del sistema nervioso e infecciones virales (A80-A89 y G00-G99)	10665	3,6%	2,5
11	Tumor maligno del tejido linfático y de los órganos hematopoyéticos y de sitios múltiples independientes (C81-C97)	9961	3,3%	2,3
12	Enfermedad cerebrovascular, de las arterias, y de las venas (I60-I89)	9353	3,1%	2,2
13	Enfermedades de las glándulas endocrinas del metabolismo y trastornos de la inmunidad (E00-E35, E70-E90 y D80-D89)	9025	3,0%	2,1
14	Exposición a fuerzas mecánicas animadas e inanimadas, ahogamiento sumersión accidental y otros (W20-W84)	8778	2,9%	2,1
15	Tumor maligno de los huesos, del tejido conjuntivo, de los tejidos blandos, de la piel y de la mama (C40-C41 y C43-C50)	7509	2,5%	1,8
16	Tumor maligno de los órganos genitourinarios (C51-C68)	7040	2,4%	1,7
17	Enfermedades de la circulación pulmonar y otras formas de enfermedad del corazón (I26-I28 y I30-I52)	6630	2,2%	1,6
18	Ciertas enfermedades víricas e infecciones virales, hepatitis viral, VIH por virus (B00-B34)	6128	2,1%	1,4
19	Enfermedades del aparato urinario y de la mama (N00-N39, N60-N64 y N99)	5218	1,7%	1,2
20	Enfermedad hipertensiva (I10-I15)	4699	1,6%	1,1
	<b>Subtotal</b>	<b>253646</b>	<b>85,1%</b>	<b>59,51</b>
	<b>Total</b>	<b>298198</b>	<b>100%</b>	<b>70,0</b>

Fuente: INEC, 2009

Cuadro 1.3. Comparación de AVPP 1994 - 2006

<b>Variable</b>	<b>2006</b>	<b>1994</b>	<b>Reducción Porcentual</b>
AVPP por 1000 hab.	69,97	78,26	<b>10,6%</b>
AVPP por 1000 hab en accidentes de Transporte	6,28	6,64	<b>5,3%</b>

Fuente: INEC, 2009

## **2. Justificación**

La importancia del conocimiento de los costos de choques viales radica en identificar las magnitudes absolutas y relativas de los diferentes componentes y sugerir formas de reducirlos con políticas públicas o actividades privadas. En otras palabras, cuanto se ahorra como sociedad y país cuando se disminuye el número o severidad de los choques viales. Por supuesto el valor de la vida humana es incalculable, y esto se entiende más fácilmente al pensar en dolor profundo que la muerte de un ser querido nos deja, sobre todo cuando un evento repentino como un choque vial lo aparta de nuestro lado de forma temprana. Pero los choques viales tienen además consecuencias que van más allá del mbito afectivo: consumo de recursos médicos y por servicios de emergencias, daños a la propiedad, pérdida de años laborales y congestión vehicular.

Queda claro que hay que realizar una valoración de los choques viales en su dimensión real, más allá de los costos directos que normalmente se asocian con eventos de esta índole. Los costos indirectos tales como pérdida de productividad y congestión vehicular tienen que cuantificarse para conocer el alcance del problema de salud pública que son los choques viales. Además de los costos personales, es necesario determinar los costos sociales de los choques y quién y cómo se pagan esos costos. Solo así será posible empezar a concienciar a los tomadores de decisiones, conductores y población del país acerca de las graves repercusiones de los choques viales.

Finalmente el conocimiento de los costos de los choques viales es indispensable para realizar análisis económico de las medidas de mitigación de los accidentes viales sobre todo para comparar diferentes alternativas y seleccionar aquellas con mayor relación beneficio-costos.

## **Objetivo general:**

Estimar los costos totales de los choques viales en Costa Rica y establecer las diferentes fuentes de estos y quienes son responsables del pago de esos costos.

## **Objetivos específicos:**

- 1) Estimar los costos médicos asociados con la atención de personas que resultaron heridas en un choque vial.
- 2) Estimar los costos de los servicios de emergencia de la policía y la Cruz Roja en la atención de choques viales.
- 3) Estimar los costos de los daños a la propiedad, específicamente daños a vehículos e infraestructura vial, ocasionados por choques viales.
- 4) Estimar los costos de las incapacidades temporales y permanentes y las pérdidas de productividad debido a los choques viales.
- 5) Estimar los costos por congestión vehicular debido a choques viales.

## **3. Metodología**

Como ya se mencionó, los costos de los choques se dividieron en costos directos y costos indirectos. Entre los costos directos se incluyen los costos médicos asociados con la atención de personas que resultaron heridas en un choque vial, los costos de los servicios de emergencia en la atención de los choques, y los costos de los daños a la propiedad ocasionados por accidentes viales. Por otro lado, están los costos indirectos que se pueden dividir básicamente en costos de las incapacidades temporales y permanentes y las pérdidas de productividad por muertes y discapacidades debido a los choques viales y los costos por congestión vehicular debido a accidentes de tránsito. Estos costos serán estimados para todo el país por año, para el periodo 2000 a 2011, según la información disponible. A continuación se detalla la metodología para el cálculo de cada uno de los costos mencionados.

### **Estimación de los costos médicos**

Dentro de los costos directos se encuentran los gastos en que incurren el Instituto Nacional de Seguros (INS) y la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), quienes son

las instituciones encargadas de brindarles atención médica a las personas heridas en un choque.

Todas las personas que se encuentren aseguradas con el INS tienen derecho a recibir atención médica y recibir el pago de incapacidades, si se ven afectadas por un accidente de tránsito. Si se da el fallecimiento de la persona, el seguro cubre los gastos de funeral o indemnizaciones.

El Seguro Obligatorio Automotor, SOA, que ofrece el INS cuenta con un límite de cobertura, el cual, a partir del año 2010 es de seis millones de colones, y deben cumplirse con los requisitos planteados por el INS para poder hacer uso de él.

El procedimiento a seguir cuando existe una persona herida debido a un choque es:

- Dependiendo de la gravedad del herido, este es remitido a la CCSS, o si es un herido leve, atendido por otra institución capacitada.
- Después de que las personas son atendidas, el INS se encarga de pagar los gastos a la institución que los atendió.

Sin embargo, para algunos heridos de gravedad, el límite de cobertura del seguro puede verse excedido, pero el INS no siempre cubre este excedente, lo que genera un costo adicional en la institución que atendió al herido. Debido a que los heridos de gravedad son remitidos a la CCSS, esta es la institución que se encarga de asumir estos costos. Debido a lo anterior se cuentan con dos tipos de costos, los que asume el INS, y los que asume la CCSS producto de la excedencia de la cobertura del seguro. Los costos médicos se estimaron a partir de los informes financieros de la CCSS al INS.

### **Estimación de los costos de servicios de emergencia**

A pesar de la realización de ingentes esfuerzos, la estimación de los costos de los servicios de emergencia no fue posible debido a que las diferentes instituciones (Policía de Tránsito, la Cruz Roja y el Cuerpo de Bomberos) no manejan datos desagregados de atención de emergencias por choques por lo que resultó imposible cumplir con este objetivo.

## **Estimación de costos por daños a la propiedad**

Las indemnizaciones por el seguro voluntario automotor del INS pretendían ser el punto de partida para recolectar esta información. Sin embargo, debido a la apertura del mercado de seguros, el INS está manejando de manera muy celosa su información financiera por lo que no fue posible recolectarla.

La única información disponible al respecto proviene de los informes de la Superintendencia General de Seguros (SUGESE) que presentan los montos anuales pagados por las aseguradoras por concepto de siniestros de automóviles. Desafortunadamente, los montos reportados son totales y no se diferencian los rubros de pagos (médicos, reparaciones de automóviles, etc)

## **Estimación de costos por incapacidades temporales y permanentes y pérdidas de productividad debido a los choques viales.**

Por lo anteriormente expuesto fue imposible obtener datos del INS de los costos por incapacidades temporales y permanentes así como indemnizaciones por muerte. Por otro lado se calculó la cantidad de años de vida potenciales de vida perdidos (APVP) y estimar la productividad perdida a partir de éstos utilizando la teoría del capital humano.

Para medir las tendencias de mortalidad de los grupos de edad más jóvenes se utilizan indicadores de mortalidad prematura, la cual en gran medida es teóricamente evitable. Este es un parámetro importante en la medición del estado de salud de una población y, por lo tanto, muy útil en la planificación de medidas en salud: ya que permite definir las prioridades de las intervenciones, advierte de los cambios temporales en la mortalidad prematura y de las diferencias entre las subpoblaciones, y contribuye a evaluar la eficacia de los diferentes programas (Del Valle et al, 1993).

Los Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP), es uno de los indicadores utilizados para determinar las muertes tempranas, es decir, las pérdidas que sufre la sociedad como consecuencia de la muerte de personas jóvenes o de fallecimientos prematuros. Se considera que una muerte es prematura cuando ocurre antes de cierta edad predeterminada, o antes de cumplir su esperanza de vida al nacer (Blanco, 2008).

## **Estimación de costos por congestión vehicular no recurrente debido a choques viales.**

La congestión vehicular es otra de las consecuencias frecuentes de los choques viales. Por ley (hasta el 2013), los vehículos involucrados en un accidente no podían ser removidos de la escena hasta el levantamiento correspondiente por el Oficial de Tránsito o si hay fallecidos en sitio, hasta el levantamiento del cuerpo por la autoridad judicial correspondiente. Por lo tanto, es común que la circulación en uno o varios carriles se vea interrumpida parcial o totalmente por la ocurrencia de choques viales. En calles de alto tránsito las consecuencias de estos cierres son grandes congestiones y retrasos en los tiempos de viaje lo que genera pérdidas sustanciales de tiempo y dinero para los usuarios de la vía.

Para entender mejor el problema de los costos por demora en choques, se realizaron dos análisis diferentes: un análisis de sensibilidad y un muestreo y estudio para el área metropolitana de San José.

Para el análisis de sensibilidad se utilizaron los datos reportados de choques a través de las computadoras de mano (handheld) por los oficiales de tránsito. Con estos datos se determina la gravedad y localización del choque y a partir de esta información se generan los diferentes escenarios que se estudian.

Para el cálculo de los costos que produce un choque debido a las demoras generadas es necesario tener en cuenta tres aspectos importantes, los cuales serían: el ingreso promedio con el que cuentan las personas afectadas, las demoras producidas por el choque, y por último, el número de personas afectadas por las demoras que produjo el choque, con esta información se calculara los costos que sufren las personas, estos costos serán estimados para todo el país por año, para el periodo 2008 a 2011, según la información disponible.

Para el análisis de muestreo se contó con información de la base de datos de Operaciones del 911 y de la Central de Comunicaciones de la Policía de Tránsito. Los costos se estimaron mediante muestreos y análisis de capacidad vial en los segmentos donde se ubicaron los choques, pues cubrir la totalidad de los choques demandaría una inversión mucho mayor de tiempo y recursos.

## 4. Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos de costos por choques viales en cada uno de los rubros analizados. Finalmente se agregan todos los datos y se hace un análisis general de los resultados.

### Estimación de los costos médicos

Como se mencionó anteriormente los costos médicos corresponden a los gastos en que incurren el Instituto Nacional de Seguros (INS) y la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), quienes son las instituciones encargadas de brindarles atención médica a las personas heridas en un choque. Sin embargo, debido a problemas de acceso a la información en el INS solo se cuenta con la información proveniente de la CCSS. Dicha información proviene de los Informes de Estado Financiero de la CCSS para los años 2008 a 2014 (CCSS-SEM, 2009-2014). En el Cuadro 4.1 se muestran los gastos en que incurrió la CCSS para atender pacientes víctimas de accidentes de tránsito.

Cuadro 4.1 Costos médicos de la CCSS por la atención de víctimas de accidentes de tránsito (en millones de colones)

Año	Pagado por el INS	Pagado por la CCSS	Costo Total
2008	4 287.97	537.63	4 825,59
2009	5 841.04	1 730.75	7 571,79
2010	6 712.83	1 689.46	8 402,29
2011	8 630.28	2 104.14	10 734,42
2012	14 011.96	2 561.90	16 573,86
2013	17 466.04	2 556.34	20 022,38
2014	12 003.27	2 487.94	14 491,21

Fuente: CCSS-SEM, 2009 - 2014

Como se muestra en el Cuadro, hay una cantidad importante de accidentes cuyos costos médicos sobrepasan el límite de las pólizas por accidente de tránsito y que por lo tanto subvenciona la CCSS. Por ejemplo para el 2014 el 17.2% del total de costos médicos fue subvencionado por la CCSS. En promedio durante los 7 años de estudio la CCSS, y por ende todos los cotizantes al Seguro de Enfermedad y Maternidad (SEM), subvencionó los costos médicos por choques en un 16.5%. También es importante mencionar que a partir

del 2012 la CCSS modificó su sistema de facturación, lo cual redundó en una mucha mejor recaudación de los cobros por costos médicos al INS.

Finalmente es importante destacar que los datos de gastos médicos en que incurrió el INS por la atención médica que realizaron ellos mismos o terceros que no fueran la CCSS no se incluyen en este análisis pues no se encuentran disponibles.

### **Estimación de costos por daños a la propiedad**

Cómo se mencionó anteriormente, debido a la apertura del mercado de seguros, el INS no suministró los datos necesarios para realizar un análisis detallado de los costos por daños materiales. Sin embargo si se cuenta con los datos suministrados por las compañías aseguradoras (no solamente el INS) a la SUGESE de pagos por siniestros en sus pólizas de automóviles.

El Cuadro 4.2 presenta los montos pagados por las aseguradoras entre el 2010 y 2014 por concepto de siniestros automovilísticos. Estos montos incluyen tanto los costos médicos como los costos por daños materiales.

Cuadro 4.2 Costos cancelados por siniestros automovilísticos,  
todas las aseguradoras  
(millones de Colones)

Año	Costo
2010	46 597,9
2011	50 915,6
2012	60 969,6
2013	74 176,2
2014	87 517,6

Fuente: SUGESE, 2015

## **Estimación de costos por pérdidas de productividad debido a los choques viales.**

Los años potenciales de vida perdidos son uno de los indicadores utilizados para determinar las muertes tempranas. Ya que cuantifica los años que teóricamente una persona deja de vivir si la muerte se presenta en forma prematura o antes de cumplir su esperanza de vida. Los choques viales constituyen un fenómeno sumamente complejo debido a los numerosos y variados factores que intervienen en su ocurrencia.

Sus altos índices de mortalidad lo convierten en un importante problema de salud pública principalmente por su elevada prevalencia en las poblaciones más jóvenes, y por el alto costo social y económico.

Este documento plantea un esfuerzo por mostrar las principales cifras sobre las víctimas en choques viales y una aproximación a las pérdidas que se derivan de este siniestro. Se espera que la divulgación de la realidad de los choques viales en Costa Rica y sus consecuencias y la transparencia, sean elementos esenciales para la concienciación social sobre la magnitud del problema.

En la actualidad según la Organización Mundial de la Salud (OMS) las lesiones causadas por el tránsito son la octava causa mundial de muerte, y la primera entre los jóvenes de 15 a 29 años. Las tendencias actuales indican que, si no se toman medidas urgentes, los accidentes de tránsito se convertirán en 2030 en la quinta causa de muerte.

En todo el mundo, el gobierno es el encargado de diseñar las políticas más apropiadas para reducir los efectos nefastos en las carreteras. Para la sociedad estas políticas tienen, como cualquier otra política, un coste que debe ser sufragado con los presupuestos públicos y la inversión privada. A cambio, se espera que las políticas produzcan como beneficio la disminución del número de accidentes y de personas fallecidas y heridas, así como los enormes costos asociados.

Sin embargo, no es posible imaginar que la ingeniería de transportes como política pueda resolver por sí sola la problemática de la inseguridad vial. En efecto cualquier posición reduccionista sobre un tema tan complejo debe ser evaluada muy críticamente. Hay un gran componente de causas humanas en los choques viales, que no serán corregidas completamente por una mejor infraestructura y señalamiento aunque mejorarlas es un desafío muy importante. (Pujol, 2009).

Desde un punto de vista de economía pública y del concepto de eficiencia y coste de oportunidad, es exigible que el dinero público se invierta siempre en aquellas políticas que

tengan una mayor rentabilidad social, es decir, aquellas cuyos beneficios superen en mayor medida a sus costes sociales. Sin embargo, mientras que el gobierno pudiera conocer con relativa facilidad cuánto va a costar poner en práctica una determinada política de seguridad vial, resulta mucho menos sencillo asignar un valor económico concreto al ahorro que supone evitar los accidentes de tráfico.

Si bien es cierto es muy complejo monetizar el sufrimiento personal de las víctimas de los accidentes graves de tráfico, es necesario calcular el impacto general que sobre la economía de un país o una región tienen los siniestros de circulación. Sin ello no sería posible decidir sobre las inversiones públicas o privadas destinadas a reducir los accidentes de tráfico. Y este impacto general viene representado por el valor de lo que se destruye en los accidentes de tráfico; concepto de destrucción de valor que es de fácil comprensión y asimilación social, como ocurre en otros acontecimientos como los desastres naturales, incendios, etc.

Lo que ya no resulta tan fácil es la asignación o la cuantificación económica de este valor: hay asignaciones relativamente fáciles como la destrucción del bien material, los costes hospitalarios y de atención a las víctimas, e incluso las pérdidas del poder de producción de las víctimas y accidentados, si bien sigue sin existir una metodología general universalmente aceptada.

En Costa Rica la disponibilidad de información para poder estimar las pérdidas en las que incurre el país por choques viales es muy limitada. No existen registros sistematizados periódicos ni espaciales de los gastos incurridos para atender a una persona según causas de muerte, ni pérdidas materiales y la información existente no se encuentra centralizada en una sola entidad y en la mayoría de casos no está digitalizada. Ante estas limitaciones, en esta sección se trata de aproximar las pérdidas por muertes en choques viales mediante la estimación de pérdidas de productividad.

### ***Marco Teórico -Metodológico***

Para medir las tendencias de mortalidad de los grupos de edad más jóvenes se utilizan indicadores de mortalidad prematura, la cual en gran medida es teóricamente evitable. Este es un parámetro importante en la medición del estado de salud de una población y, por lo tanto, muy útil en la planificación de medidas en salud: ya que permite definir las prioridades de las intervenciones, advierte de los cambios temporales en la mortalidad prematura y de las diferencias entre las subpoblaciones, y contribuye a evaluar la eficacia de los diferentes programas (Valle, 1993).

Los ***Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP)***, es uno de los indicadores utilizados para determinar las muertes tempranas, es decir, las pérdidas que sufre la sociedad como consecuencia de la muerte de personas jóvenes o de fallecimientos prematuros. Se considera que una muerte es prematura cuando ocurre antes de cierta edad predeterminada, o antes de cumplir su esperanza de vida al nacer (Blanco, 2008).

El concepto de años potenciales de vida perdidos fue utilizado por primera vez por Dempsey (1947), para medir los cambios en la mortalidad producida por tuberculosis y compararla con la debida a enfermedades cardíacas y cáncer.

Posteriormente, en 1948, Dickinson y Welker (1948) proponen una nueva herramienta de medida, consistente en la determinación de los “años de vida perdidos” y los “años de trabajo perdidos”, utilizando para ello la tabla de esperanza de vida a las distintas edades.

Por su parte Haenszel (1950), observó que las tasas de muertes convencionales no daban suficiente peso a la mortalidad en edades jóvenes, y propuso un índice de mortalidad que expresara las muertes en forma de Años de Vida Perdidos. El autor recomendó el método simple de utilizar la diferencia entre la edad a la muerte y a los 75 años, seleccionando esta edad como límite superior.

En 1951, Doughty (1951), utiliza el método de Haenszel pero usando como límite superior de edad los 70 años para el cálculo.

A pesar de su utilidad los ***APVP*** fueron muy poco usados durante los años 1950 y 1960, comenzando a ser más comunes como instrumento de planificación sanitaria en los años setenta. En 1977, Rommeder y McWhinnie (1977) hicieron una amplia y detallada revisión del método de cálculo de los ***APVP***, así como de las tasas brutas y ajustadas por edad

con aplicación a los datos de mortalidad de Canadá, proporcionando un nuevo índice que toma las muertes entre 1 y 70 años.

Durante la década de los ochenta se extendió el uso de este indicador. En diferentes países se han realizado varios estudios con el fin de identificar las principales causas de mortalidad prematura, comparando los resultados obtenidos por edad, sexo y raza para establecer las estrategias de prevención y las prioridades sanitarias.

Los choques viales constituyen un fenómeno sumamente complejo debido a los numerosos y variados factores que intervienen en su producción. Este problema aparece tanto en las sociedades desarrolladas como en países en desarrollo. A menudo se asocian con los grandes centros urbanos y las carreteras principales, pero las estadísticas demuestran que muchos de ellos también se producen en las pequeñas ciudades.

La razón por la cual las muertes por choques viales representan un importante problema de salud pública radica principalmente en su elevada prevalencia en las poblaciones más jóvenes, y el alto costo social y económico que suponen para los sistemas de salud, para las víctimas y para las empresas donde trabajan. De acuerdo con la OMS (2004) en algunos países desarrollados, los choques viales son una de las principales razones de la lentitud en la elevación de la esperanza de vida, debido al aumento relativo de la mortalidad que provocan en el grupo etario de 15 a 39 años.

Varios trabajos indican que estos “accidentes” no son producidos por la acción de hechos fortuitos, sino que son producto del error humano, de conductas inadecuadas, mala conservación del camino y muchos otros factores previsibles (Pujol, 2009).

De igual forma es importante establecer la diferencia entre el **coste económico** y el **impacto económico** de los choques viales. En economía suelen distinguir entre los conceptos conocidos como el costo económico y el impacto económico. Normalmente no se hace distinción entre ambos conceptos y se reconoce como sinónimos. Sin embargo, existe una distinción fundamental entre ambos. El *impacto económico* se refiere a aquellos eventos que pueden afectar tanto positiva como negativamente el valor de la producción real de un país o región en cualquier período de tiempo dado.

Por otro lado, el **costo económico** se refiere aquellas partidas consideradas como gastos o costos de oportunidad, ya sean desembolsados como no-desembolsados, que surgen de manera directa o indirecta de un desastre o mal social, sin considerar que el mismo pueda contener partidas que aumenten o bajen el nivel del producto nacional. De esta

manera al costo económico de los accidentes de tránsito en esta investigación serán considerados como un mal socio-económico y que acarrearán efectos dañinos a la vida y la propiedad.

### ***Método de Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP)***

Para la obtención de la información se utilizaron las bases de datos de mortalidad del Instituto Nacional de Estadística y Censo de Costa Rica (INEC) y del Centro Centroamericano de Población del Universidad de Costa Rica (CCP) así como las estadísticas del Instituto de Investigación Judicial (OIJ).

Con el fin de determinar los potenciales años de vida por choques viales en las diferentes edades y las diferencias de la mortalidad entre los sexos, se calcularon los años perdidos por grupo simple de edad y sexo, sumando los productos del número de muertes de cada edad por la diferencia entre esta edad y una edad límite, en este caso se tomó la esperanza de vida calculada por la Organización Mundial de la Salud para Costa Rica en los años analizados.

El cálculo de AVPP se realizó utilizando la siguiente expresión:

$$APVP = \sum_{i=1}^L [(L - i) * di]$$

donde:

L es la edad límite inferior establecida

L es la edad límite superior establecida

i es la edad de la muerte

di es el número de defunciones en la edad i

De manera específica, se siguen los siguientes pasos:

- a) Se estima la cantidad de personas fallecidas ocupadas en choques viales.
- b) La serie de tiempo utilizada abarca el periodo 2001-2012.
- c) Se excluyen todas las personas muertas en choques viales que no estén trabajando o sean inactivas.
- d) A cada una de las personas fallecidas se les estima la edad simple a la hora de fallecer, el sexo y el tipo de ocupación laboral que desempeñaba.

- e) Los datos de los fallecidos se agrupan por región de planificación con el fin de conocer el salario promedio de los ocupados de acuerdo a la información que generan la encuesta de hogares realizadas por el INEC (No se utiliza un único salario porque estos tienen marcadas diferencias según la región de planificación que se esté analizando, el sexo del ocupado y la edad).
- f) Se utilizan las tablas abreviadas de mortalidad elaboradas por el INEC para estimar la esperanza de vida al nacer para cada edad simple. Para efectos de este trabajo se toma como el número de años que en promedio hubiese vivido una persona desde la edad en que falleció.
- g) Una vez que se sabe para cada persona fallecida estadísticamente cuanto hubiese vivido y que ocupación y salario tenía, se estima cuanto ingreso en promedio hubiera percibido cada año de vida de acuerdo a su esperanza de vida a la hora de morir.
- h) El salario que se le asigna a cada persona que fallece está en función de la región de planificación donde percibía el ingreso, el sexo y la edad.
- i) Con el punto anterior se puede aproximar para el caso específico de los trabajadores cuanto ingreso se deja de percibir y cuáles podrían ser las pérdidas a nivel regional y nacional. Hay que tener claro que este ejercicio solo es una parte del problema, no se contempla las pérdidas materiales, costes hospitalarios, u otro tipo de costes más subjetivos relacionados con la vida humana ni las pérdidas de personas que no están ocupadas.
- j) Para ajustar el dato anterior, se procede a restarle a los ingresos estimados el ahorro que dejaría de percibir el país por la muerte de estos trabajadores. Para ello se estima para cada región, ocupación y sexo la propensión marginal al consumo y al ahorro. Es decir, que porcentaje de los ingresos se gastan o ahorran según ocupación. Una vez realizado este cálculo se obtiene un valor neto de pérdida de productividad para el país.
- k) La información de los ingresos según ocupación se obtuvo de las Encuestas de Hogares y Propósitos Múltiples del INEC y los datos de consumo se obtuvieron de la encuesta de Ingresos y Gastos.
- l) Se excluye las amas de casa dentro del análisis por no contar con información confiable aproximada del ingreso que perciben.
- m) Por último se compara el valor neto obtenido con el Producto Interno Bruto a precios de mercado, el cual se obtuvo del Banco Central de Costa Rica.

### ***El problema a escala mundial***

Los accidentes de tránsito han llegado a convertirse en un problema importante a escala global. Según un informe de la Comisión para la Seguridad Global en la Carretera, los accidentes de tráfico que causan víctimas mortales son considerados como una epidemia global, por no decir pandemia.

El Banco Mundial y la Organización Mundial de la Salud han planteado la necesidad de tratar el tema de la seguridad vial como una prioridad de desarrollo mundial. Esto se debe a que, aunque parezca extraño, el problema de la seguridad en las carreteras está relacionado con el nivel de desarrollo económico que han alcanzado los diferentes países. Las proyecciones del Banco Mundial apuntan a un aumento de 65% en las muertes por accidentes de tránsito hasta el año 2020, pero éstas muertes se concentrarían en los países de ingresos bajos y medios, mientras que en los países de altos ingresos se proyecta una reducción de 30% en las muertes. Es decir, hay una gran desigualdad entre países ricos y países pobres en lo que respecta a este problema.

De acuerdo con los informes del Banco Mundial esta diferencia obedece a muchas causas:

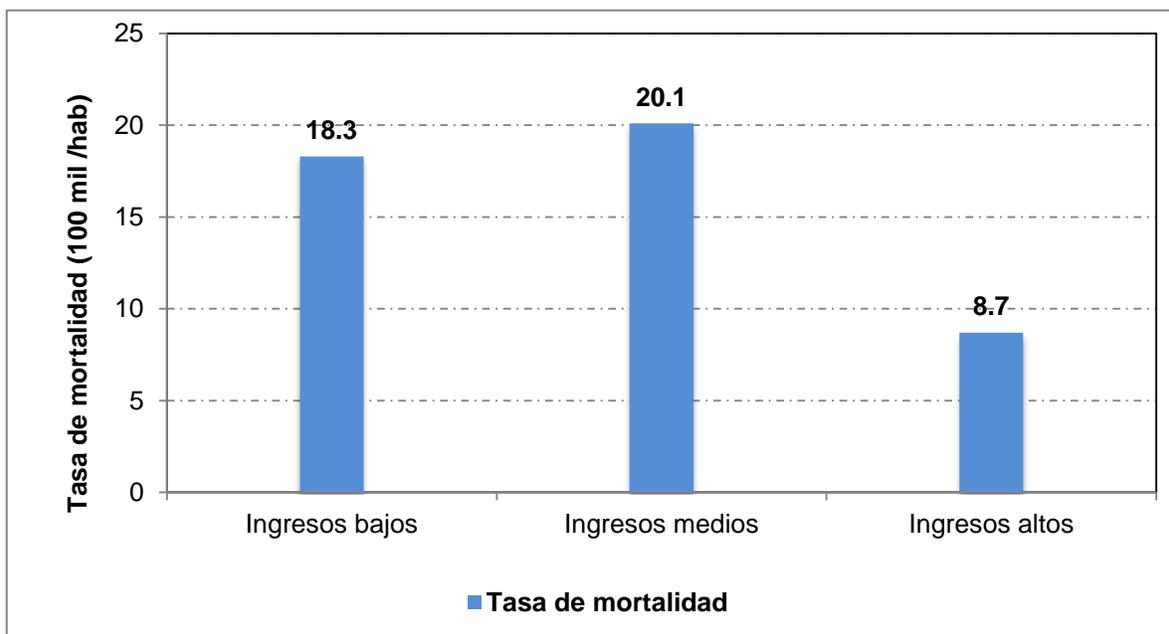
1. En los países más pobres hay una infraestructura vial menos adecuada que en los países ricos, lo que aumenta la probabilidad de accidentes fatales.
2. Los propios vehículos de motor cumplen mejor con los reglamentos de seguridad en los países ricos que en los países pobres.
3. La probabilidad de supervivencia en un accidente está ligada a la disponibilidad y calidad de tratamiento médico adecuado, lo cual no es fácil de conseguir en los países de menores recursos económicos (más pobres).

De esta manera, como ya se indicó, las muertes y traumas por accidentes de tránsito se han ido convirtiendo en una epidemia a nivel mundial y en una brecha más de desigualdad entre ricos y pobres. En este sentido, su control debe verse como parte de la estrategia de desarrollo económico de los diversos países y debe contarse entre los objetivos prioritarios de las agencias internacionales de apoyo al desarrollo económico y social.

Del informe sobre la situación mundial de la seguridad vial del 2013 de la OMS es posible identificar algunos hechos relevantes y tendencias entre ellas están:

- Cada año se producen en todo el mundo aproximadamente 1,24 millones de muertes por accidentes de tránsito, y la situación ha cambiado poco desde 2007. Sin embargo, esta estabilización debe examinarse en el contexto de un aumento mundial del 15% en el número de vehículos registrados, lo cual indica que las intervenciones para mejorar la seguridad vial mundial han mitigado el aumento previsto del número de muertes.

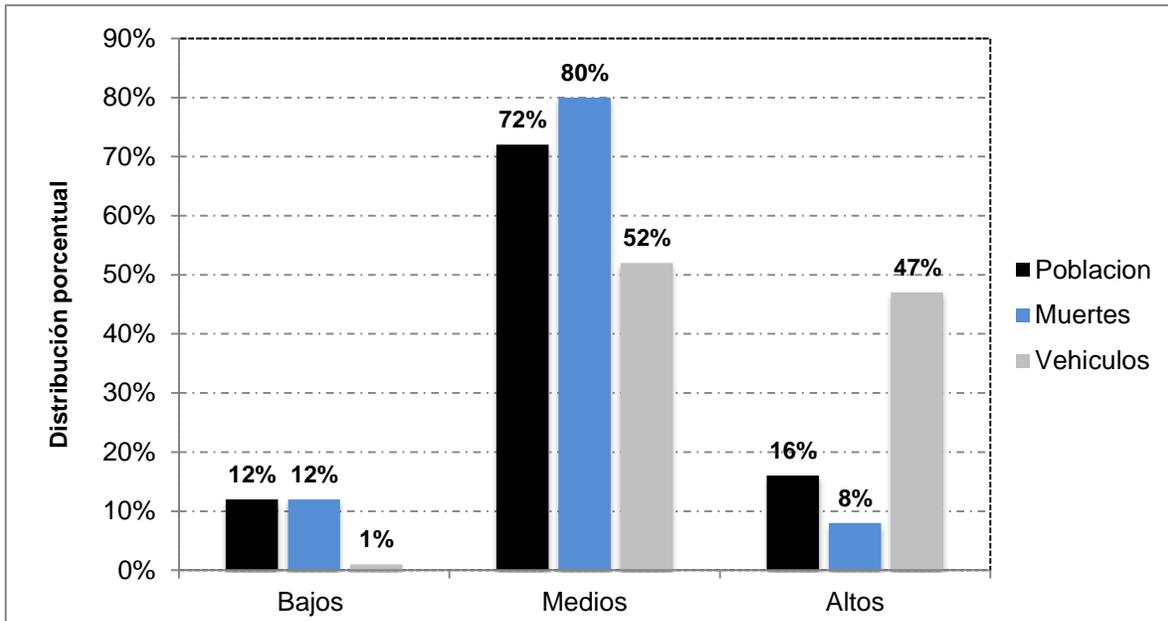
**Figura 4.1:** Tasas de mortalidad de tránsito por cada 100 000 habitantes, según el estado de ingresos del país (OMS, 2013)



Elaboración Propia con datos de la OMS, 2013

- Los países de ingresos medios son los que tienen mayores tasas de mortalidad por accidentes de tránsito, es decir, 20,1 por 100 mil habitantes, en comparación con 8,7 en los de ingresos elevados y 18,3 en los de ingresos bajos. El 80% de las muertes por accidentes de tránsito tienen lugar en los países de ingresos medios, que representan el 72% de la población mundial pero solo tienen el 52% de los vehículos registrados en todo el mundo. Esos países sufren mortalidad desproporcionada por accidentes de tránsito en comparación con su nivel de motorización (ver figuras 4.1 y 4.2).

**Figura 4.2:** Distribución porcentual de la población, muertes por accidentes de tránsito y vehículos motorizados registrados, en función del **nivel de ingreso** del país (OMS, 2013)

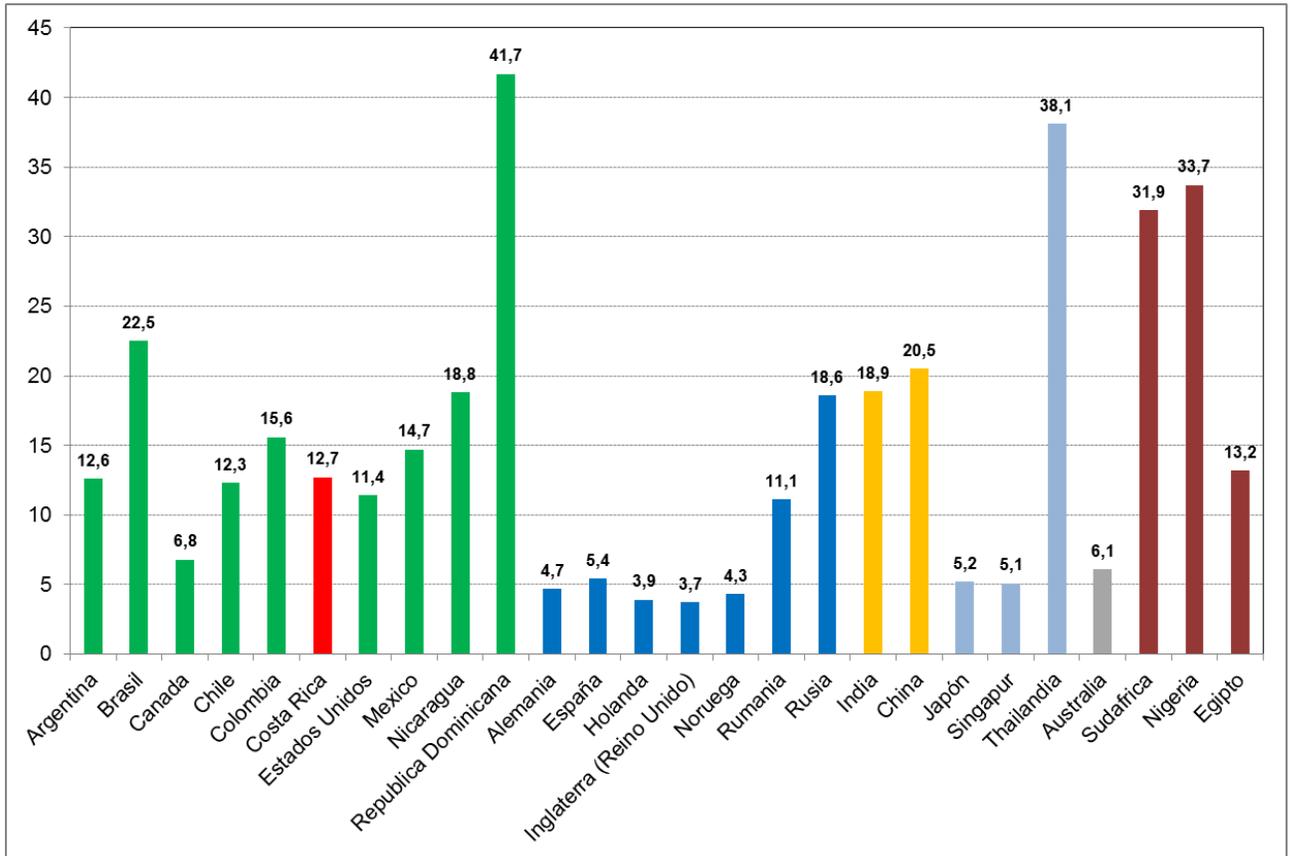


Elaboración Propia con datos de la OMS, 2013

- A nivel mundial el mayor riesgo de morir a consecuencia de lesiones causadas por el tránsito corresponde a la Región de África, y el menor a la Región de Europa (Figura 4.3). No obstante, hay importantes disparidades de la tasa de mortalidad por accidentes de tránsito entre países de una misma región, y la que presenta mayores diferencias es la Región de Europa.
- El informe de la OMS (2013) muestra que la mitad de las muertes mundiales por accidentes de tránsito corresponden a peatones (22%), ciclistas (5%) y motociclistas (23%), los llamados “usuarios vulnerables de la vía pública”.
- Sin embargo, los grupos que corren mayor riesgo varían de forma significativa en función de la región y de los ingresos de los países. En la Región de África, donde mucha gente se desplaza caminando o en bicicleta, los peatones representan una elevada proporción de las muertes (38%).
- En cambio, en los países del Pacífico Occidental, donde los ciclomotores son un medio de transporte muy utilizado, el 36% de las muertes por accidentes de tránsito afectan a ocupantes de vehículos motorizados de dos o tres ruedas (Figura 4.4).
- Estos indicadores constituyen una seria advertencia respecto de la necesidad de tener en cuenta a los usuarios no motorizados de la vía pública. El 27% de las

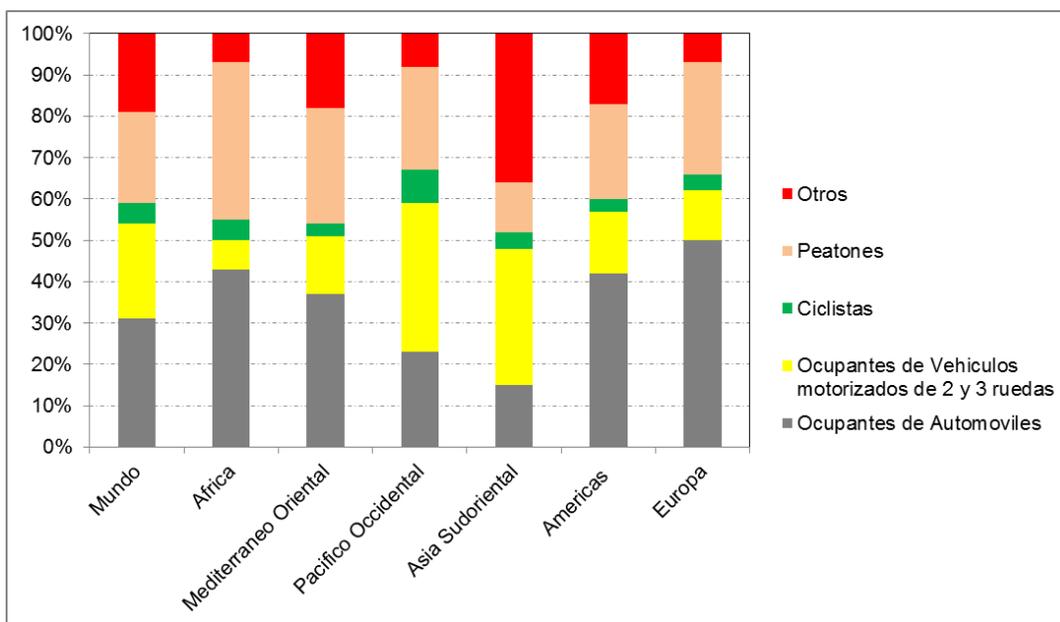
muerres por accidentes de tránsito afectan a los peatones y los ciclistas. En los países de ingresos bajos y medios, la cifra se acerca más al 33%, pero en algunos países supera el 75%.

**Figura 4.3:** Muertes por accidentes de tránsito por 100 000 habitantes, según países seleccionados (OMS, 2013)



Elaboración Propia con datos de la OMS, 2013

**Figura 4.4:** Muertes por accidentes de tránsito en función del tipo de usuario de la vía pública, por región de la OMS, (2013)



Elaboración Propia con datos de la OMS, 2013

De igual forma en varios estudios de diferentes países se comprueba que el número de choques viales está muy asociado con los flujos viales y con la cantidad de población cercana a las vías más importantes (Pujol, 2009). Esto se confirmó en Costa Rica en un estudio realizado por ProDUS de la Universidad de Costa Rica para la OPS en 2004. Hay también mucha evidencia (Evans, 1991 y 2004) que indica que la velocidad es una determinante central de la gravedad de un choque y de sus consecuencias sobre los seres humanos involucrados.

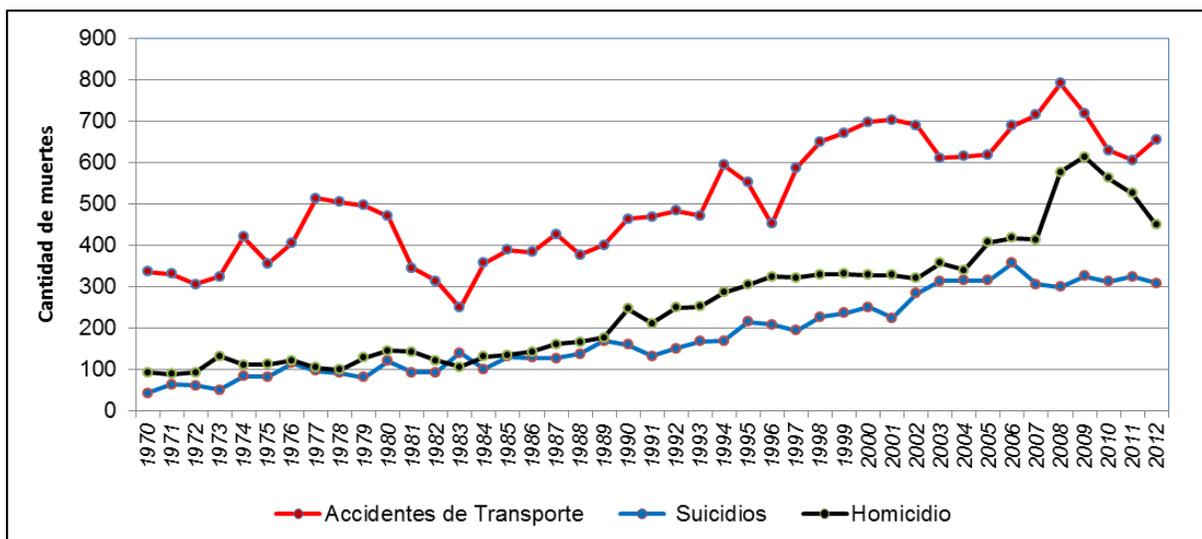
Por lo tanto, Pujol (2009) plantea que reducir: (a) los contactos entre vías de alta velocidad y de alto tráfico con pueblos y ciudades, (b) la demanda de transporte y de flujos viales, así como (c) reducir altas velocidades en vías urbanas (conductores), podrían resultar en formas efectivas de reducir la cantidad total de choques viales y sus tasas por habitante. Los análisis realizados en Europa y en Costa Rica indican que los autobuses son mucho más seguros que los automóviles y que las motocicletas son mucho más inseguras. Las investigaciones también indican que velocidad aumenta significativamente la ocurrencia y gravedad de los accidentes.

## 1. Contexto Nacional

Los choques viales constituyen uno de los principales problemas en el país. En Costa Rica, por muchos años, el número de personas fallecidas en accidentes de tránsito ha representado la primera causa de muerte violenta en el país, oscilando esa cifra entre 620 y 751 víctimas por año, para un promedio 678,2 entre el 2000 y el 2010 (ver figura 4.5). Lo anterior se ha visto beneficiado entre otras cosas por (Pujol 2009):

- Malos hábitos de conducir de muchos conductores como ir a mayor velocidad que la permitida, cambiar de carril muchas veces, y no guardar las distancias con el vehículo de adelante.
- Irrespeto a la legislación por parte de dueños de cabezales, motociclistas y una minoría significativa de los conductores.
- Interacciones excesivas y muy peligrosas entre zonas urbanas y vías de alta velocidad relativa en particular en lugares con mucho tráfico de vehículos pesados como la carretera a Limón {32} y la vía a Caldera (27).
- Aumento de la motorización importante especialmente en la década de los 90s.
- Entrada de muchos conductores nuevos especialmente jóvenes, muchos de los cuales no tienen suficiente respeto por la autoridad y la ley.
- Muy poca inversión vial especialmente en construcción de espaldonas, creación de cunetas seguras, señalamiento vertical y horizontal.
- Rápido aumento de las motocicletas en circulación en los últimos 10 años.
- Mejora del estado de los pavimentos en muchas carreteras importantes, lo que promueve velocidades más altas de circulación.
- Actitud irresponsable de algunos peatones y ciclistas cuyas actuaciones los ponen en peligro (circular tomados, no portar ropas visibles o reflectores cuando circulan de noche).
- Reducción paulatina de peso promedio de los vehículos que entran a la flota y crecientes diferencias de peso entre ellos lo que aumenta los daños potenciales en caso de choques.

**Figura 4.5:** Costa Rica: Cantidad de personas fallecidas por muertes violentas 1970-2012



Elaboración Propia con datos del INEC.

El rango de edad que conforma la mayor cantidad víctimas por año en accidentes de tránsito lo es el de 20 a 29 años, el cual agrupa el 25% de las muertes en los últimos 40 años. También son relevantes las muertes que suceden en personas entre los 30 y 45 años los cuales concentran cerca del 25% de los fallecidos, así como el grupo de 15 a 19 años con el 8,3% (Ver cuadro 4.3 y figura 4.6 y 4.7).

Es importante mencionar que esta distribución en las muertes por accidentes de tránsito no siempre ha mantenido la misma estructura, los menores de 15 años disminuyeron significativamente la cantidad de muertes pasando de representar en promedio cerca del 19% de todas las muertes entre 1970 y 1990 al 7,5% entre 1990 y el 2012. Por el contrario, los grupos etarios entre 35 y 54 años han aumentado el porcentaje de incidencia pasando del 23% en promedio entre 1970 y 1990 a cerca del 30% en las dos décadas siguientes.

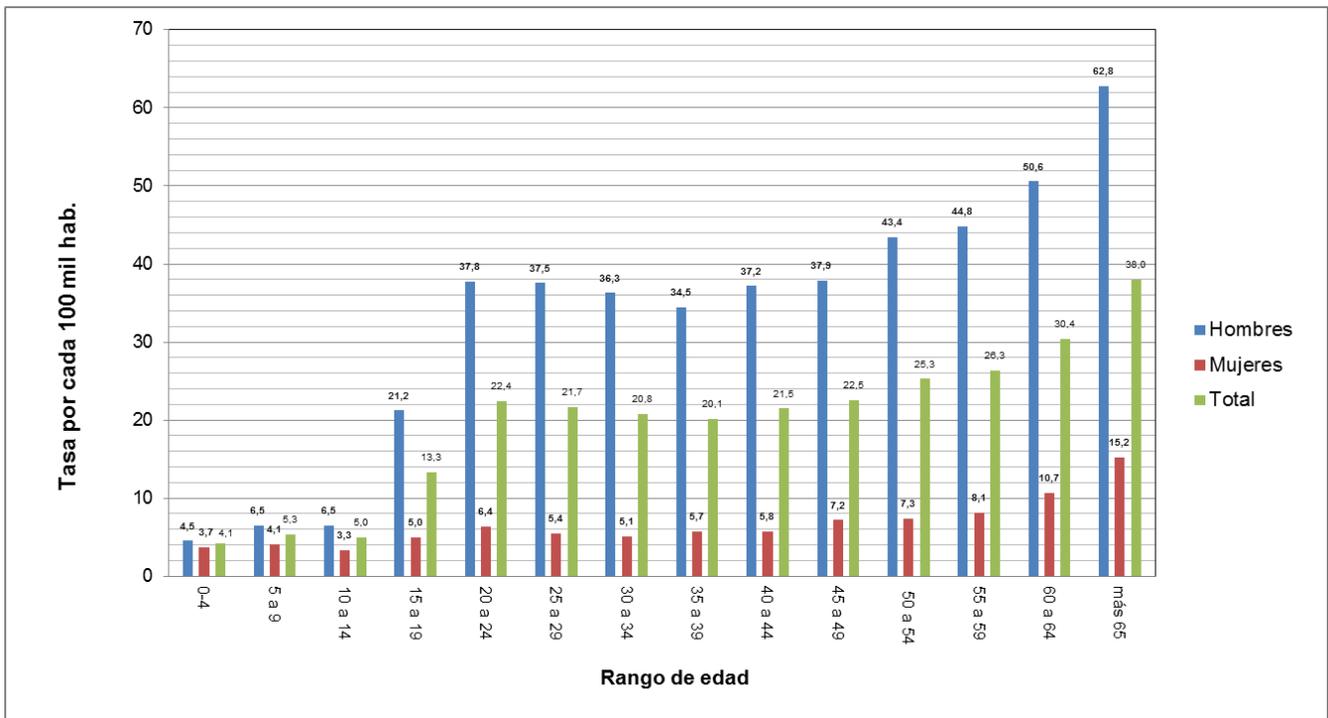
Al analizar las tasas de muertes por choques viales por cada 100 habitantes según grupos quinquenales y sexo de la víctima (figura 4.6), queda claro que la posibilidad de morir por un choque vial es mayor conforme aumenta la edad de la persona independientemente de

su sexo. Sin embargo, hay que aclarar, que estas personas, junto con los menores de 15 años son en su mayoría víctimas de los choques viales, es decir, son peatones u acompañantes. (Ver figura 4.14 en la sección “Participación de las víctimas en choques viales”)

En el caso de los hombres la tasa para los menores de 14 años no supera las 7 muertes por cada 100 mil habitantes mientras que este valor aumenta considerablemente entre quienes tienen entre 20 y 24 a 37,8 muertes por cada 100 mil y a 62,8 para los mayores de 65 años. (Ver figura 4.6)

En el caso de las mujeres aunque el valor de las tasas es mucho menor, si se muestra una tendencia creciente conforme aumenta la edad. Antes de los 15 años de edad las tasas de mortalidad femeninas por choques viales presentan valores similares a los hombres y menores a 5 muertes por cada 100 mil habitantes, sin embargo este valor aumenta a 6,4 para el grupo de 20 a 24 años y a 15,2 para el grupo de los mayores de 65 años.

**Figura 4.6:** Tasa de muertes por choques viales por cada 100 mil habitantes según grupos quinquenales de edad y sexo (promedio de muertes 1970-2012)



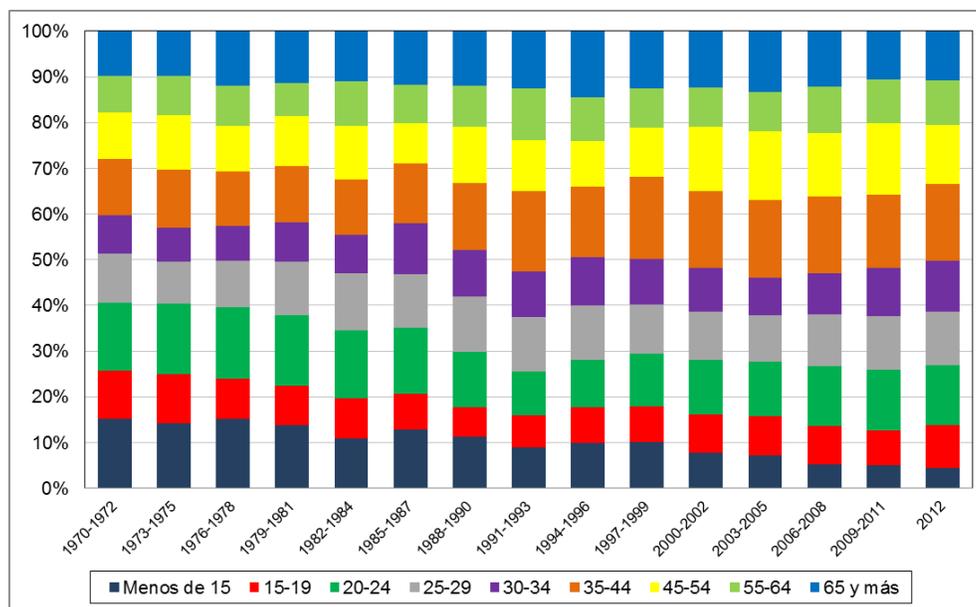
Elaboración Propia con datos del INEC.

**Cuadro 4.3:** Costa Rica: Cantidad de personas fallecidas por accidentes de tránsito según grupos de edad y sexo 1970-2012

Grupos de edad	Masculino	%	Femenino	%	Total	%	Relación Hombres / Mujeres
0 a 4 años	344	1,9%	271	7,1%	615	2,8%	1,27
5 a 9 años	491	2,7%	293	7,7%	784	3,6%	1,68
10 a 14 años	479	2,7%	232	6,1%	711	3,3%	2,06
15 a 19 años	1483	8,2%	330	8,6%	1813	8,3%	4,49
20 a 24 años	2428	13,5%	394	10,3%	2822	12,9%	6,16
25 a 29 años	2143	11,9%	303	7,9%	2446	11,2%	7,07
30 a 34 años	1803	10,0%	249	6,5%	2052	9,4%	7,24
35 a 39 años	1487	8,2%	246	6,4%	1733	7,9%	6,04
40 a 44 años	1388	7,7%	215	5,6%	1603	7,3%	6,46
45 a 49 años	1183	6,6%	225	5,9%	1408	6,4%	5,26
50 a 54 años	1084	6,0%	185	4,8%	1269	5,8%	5,86
55 a 59 años	878	4,9%	162	4,2%	1040	4,8%	5,42
60 a 64 años	772	4,3%	167	4,4%	939	4,3%	4,62
65 a 69 años	601	3,3%	137	3,6%	738	3,4%	4,39
70 a 74 años	533	3,0%	129	3,4%	662	3,0%	4,13
75 a 79 años	402	2,2%	123	3,2%	525	2,4%	3,27
80 a 84 años	306	1,7%	93	2,4%	399	1,8%	3,29
85 y más	222	1,2%	62	1,6%	284	1,3%	3,58
<b>Total</b>	<b>18027</b>	<b>100,0%</b>	<b>3816</b>	<b>100,0%</b>	<b>21843</b>	<b>100,0%</b>	<b>4,72</b>

Elaboración Propia con datos del INEC.

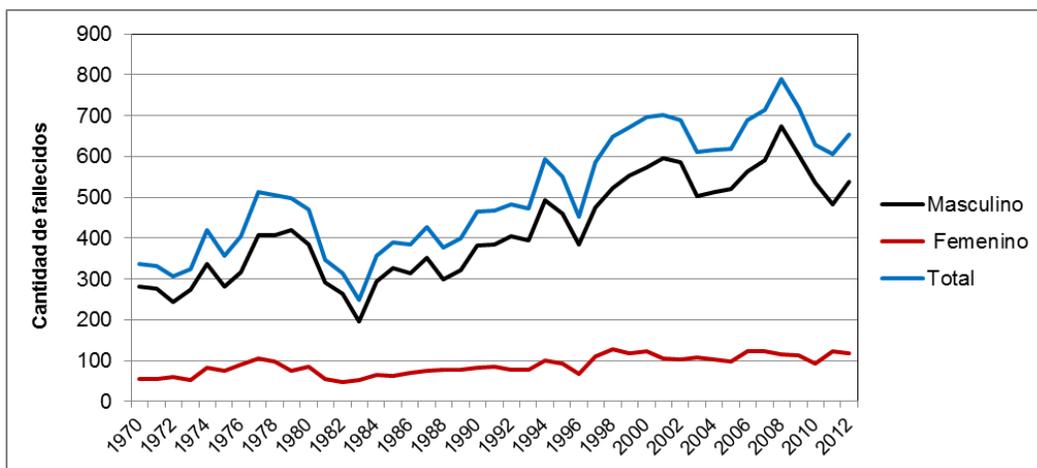
**Figura 4.7:** Costa Rica: Cantidad de personas fallecidas por accidentes de tránsito según grupos de edad 1970-2012 (Valores en trienio)



Elaboración Propia con datos del INEC.

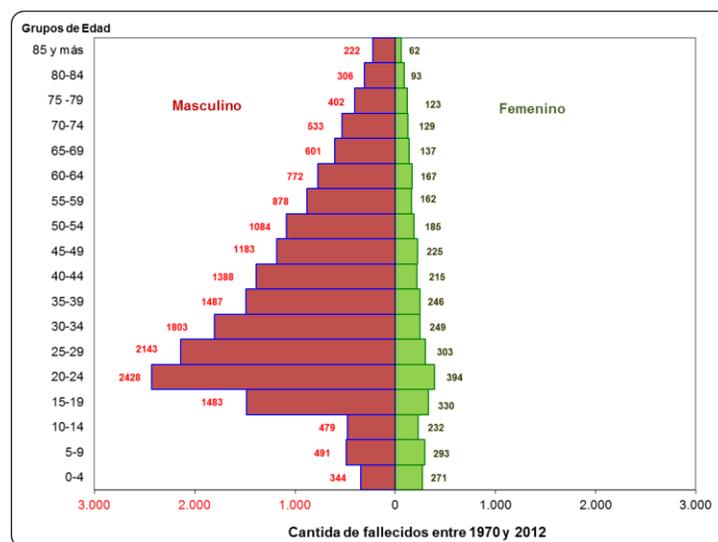
Al estudiar la distribución de las víctimas de acuerdo con el sexo al cual pertenecen, es posible determinar que los varones son los más afectados en estos eventos, comprendiendo poco más de un 80% de las fatalidades. A pesar de lo anterior, la cifra de mujeres que pierden la vida en estos eventos se constituye como la más importante respecto a las otras muertes violentas. Como se muestra en el cuadro 4.3 y en las figuras 4.8 y 4.9 las muertes según sexo son relativamente similares en el grupo de 0 a 4 años, conforme aumenta la edad la brecha entre hombres y mujeres es cerca de 8 veces más en los primeros, hasta los 85 años y más donde la relación tiende a ser similar.

**Figura 4.8:** Costa Rica: Cantidad de personas fallecidas por accidentes de tránsito según sexo 1970-2012 (Valores en trienio)



Elaboración Propia con datos del INEC.

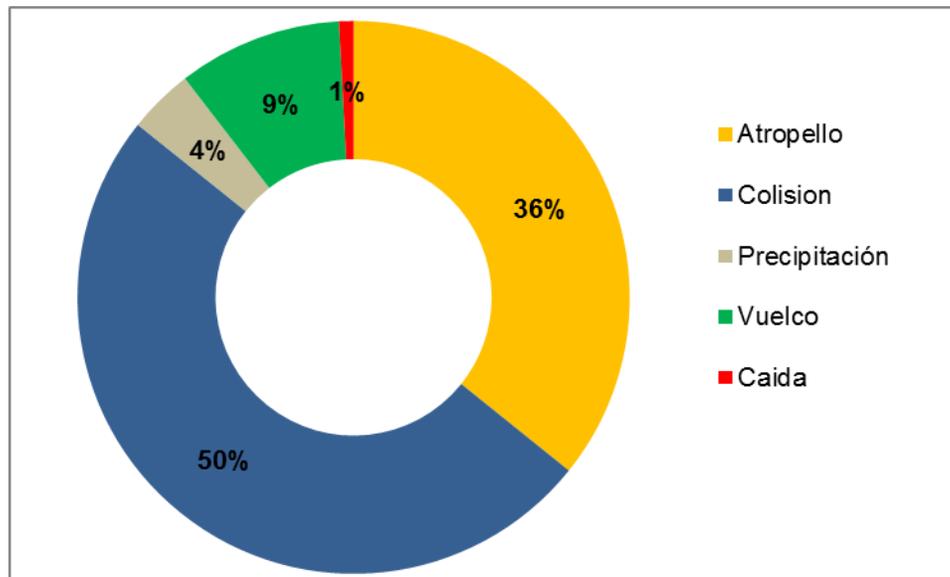
**Figura 4.9:** Costa Rica: Cantidad de personas fallecidas por choques viales según grupos quinquenales de edad y sexo 1970-2012.



Elaboración Propia con datos del INEC.

El siguiente análisis hace referencia a las causas, modalidades o formas de muerte asociados con las muertes de tránsito. A continuación, se presenta en la figura 4.10 la distribución de las víctimas según modalidad del accidente, para los 3.413 casos ocurridos entre 2006 y 2010.

**Figura 4.10:** Porcentaje de personas fallecidas por accidentes de tránsito en Costa Rica, según modalidad del accidente, 2006-2010.

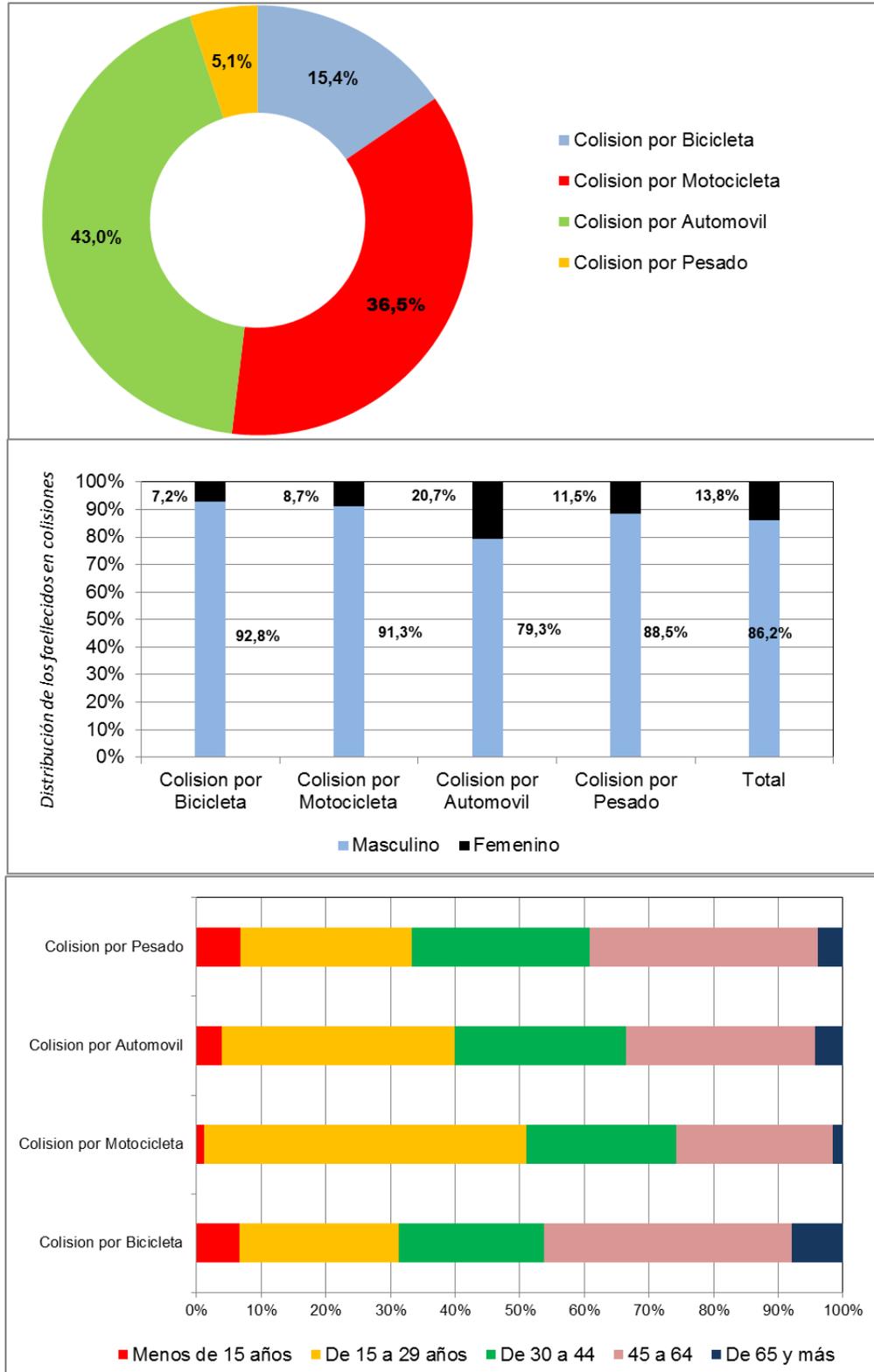


Elaboración Propia con datos del INEC.

El fallecimiento de una persona producto de un choque vial por **colisión**, se constituye en la manera más frecuente y la probabilidad más inmediata en eventos de esta naturaleza. Tal afirmación guarda fundamento en las más de 1.705 personas fallecidas entre el 2006 y el 2009, cifra que compromete la mitad de todas las víctimas (50%) que perdieron la vida en este periodo. Igualmente, se añade al punto anterior, que el 43% de estas colisiones fueron con automóviles, el 36,5% con motocicletas, un 15,4% con bicicletas y alrededor de un 5% por vehículos pesados.

Los hombres representan el 86,7% de los fallecidos, aunque por tipo de colisión en el caso de automóviles el porcentaje de los hombres disminuye al 79% y es cercano al 92% en el caso de motocicletas y bicicletas.

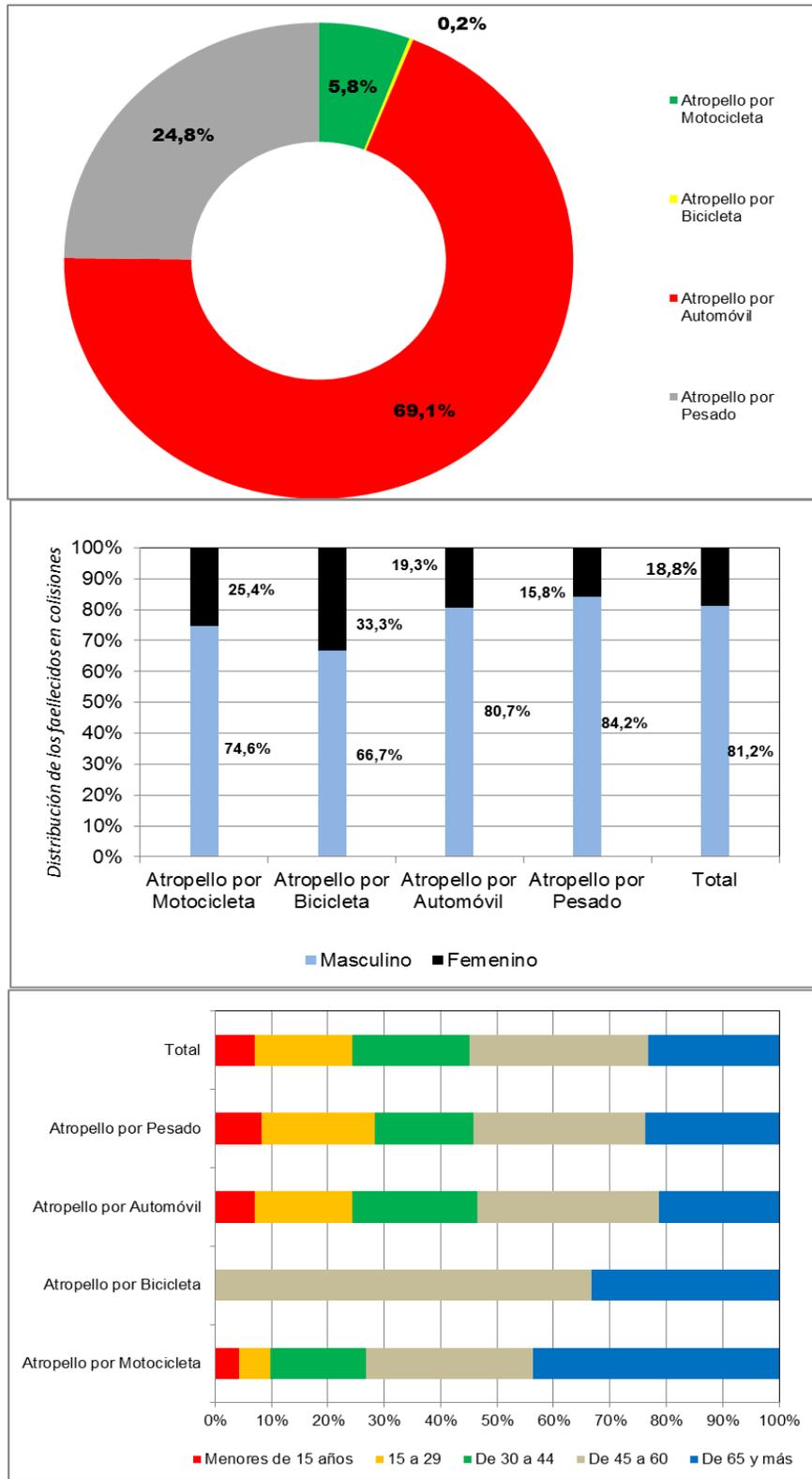
**Figura 4.11:** Porcentaje de personas fallecidas en accidentes de tránsito por tipo colisión y sexo de la persona en Costa Rica, 2006-2010.



Elaboración Propia con datos del INEC.

Los **atropellos** representan la segunda modalidad de accidentes más prominente (36%), oscilando su magnitud alrededor de 250 víctimas anuales, entre las cuales los adultos mayores son los más vulnerables. Entre el 2006 y el 2010 se presentaron cerca de mil doscientas veinte de estas fatalidades. De las cuales el 81,2% corresponden a hombres y el 18,8% a mujeres. Dentro de los atropellos, el 69,1% son por automóviles, el 24,8% por vehículos pesados y el 5,8 por motocicletas, mientras que las bicicletas representan menos del 0,5%.

**Figura 4.12:** Porcentaje de personas fallecidas en accidentes de tránsito por tipo atropello, grupo de edad y sexo de la persona en Costa Rica, 2006-2010.

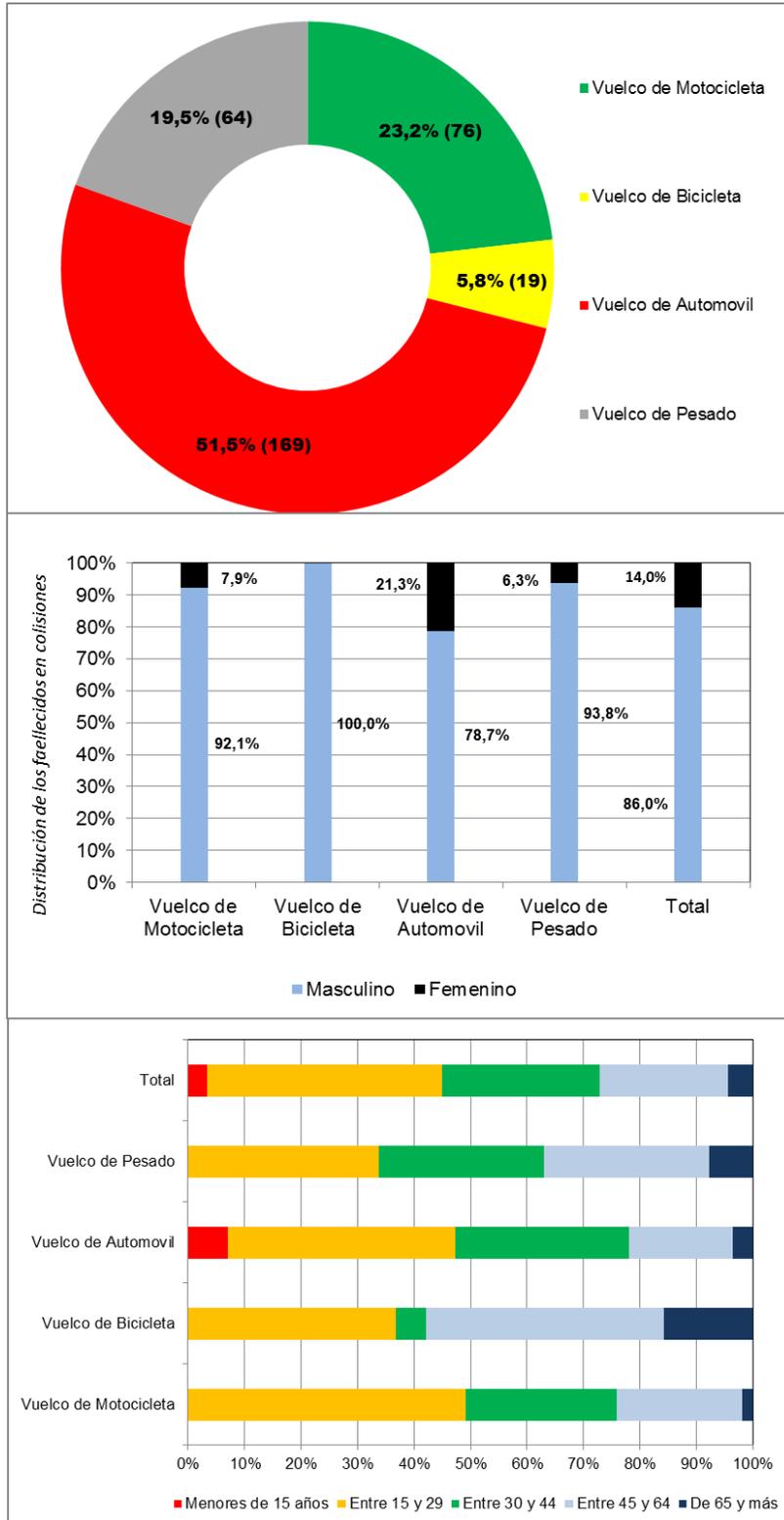


Elaboración Propia con datos del INEC.

Entre 2006 y 2010 cerca de 328 personas fallecieron en accidentes de tránsito a causa de los vuelcos, constituyéndose en la tercera causa de muerte por choques viales (9%). Al analizar la modalidad del vuelco, los automóviles agrupan el mayor porcentaje con 51,1% de estos eventos, seguido de las motocicletas con el 23,2% y los vehículos pesados con 19,5%, la bicicletas agruparon en este periodo el 5,8%.

En el 86% de los casos durante este periodo las víctimas fueron hombres, aunque la distribución por la modalidad del vuelco varia, en el caso de los vehículos las mujeres fallece en el 21% de los casos, 8% en motocicletas y 6,3% en vehículos pesados. Con respecto a la edad de los fallecidos por vuelcos, son los de 15 a 29 años los que agrupan la mayor cantidad con el 41,6% seguido del grupo de 30 a 44 años con 27,9% y el de 45 a 64 años con el 22,7%.

**Figura 4.13:** Porcentaje de personas fallecidas en accidentes de tránsito por tipo de vuelco, grupo de edad y sexo de la persona en Costa Rica, 2006-2010.



Elaboración Propia con datos del INEC.

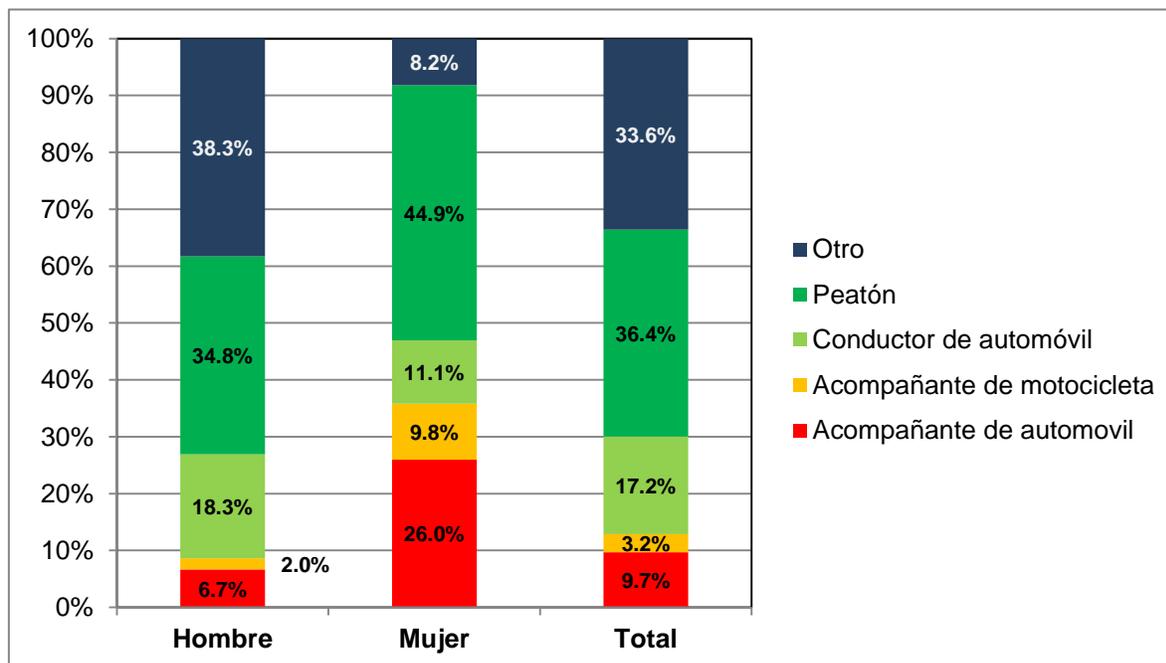
Por último, las **precipitaciones** son la cuarta causa de fallecimientos en accidentes de tránsito representando el 4% de estos sucesos. Entre el 2006 y el 2010 se registraron alrededor de 130 muertes por precipitaciones, de los cuales el 71,5% fueron en automóviles, el 18,5% en vehículos pesados, el 6,9% en motocicleta y el 3,1% en bicicleta. Es importante mencionar que en el 85% de los casos las personas que fallecen son hombres. Por otro lado, las edades donde se concentran este tipo de eventos son principalmente en personas entre los 15 y 65 años (90%).

## 2. Participación de las víctimas en choques viales

A continuación se plantean algunos hechos relevantes para el período 2006-2010:

- Los **peatones** continúan siendo las víctimas de accidentes más prominentes en el país, agrupando el 36% de las muertes por accidentes de tránsito y alcanzando entre el 2006 y el 2010 cerca de 1.256 defunciones, alrededor de 250 por año.
- La distribución de las muertes de peatones por sexo muestra que las mujeres tienden a ser víctimas de estas fatalidades, del 100% de las muertes femeninas asociadas a choques viales, en el 45% de los casos son peatones, 26% son acompañantes de automóviles, casi un 10% eran acompañantes de motocicletas y solo en un 11% conducían el vehículo en el que viajaban (ver figura 4.14).

**Figura 4.14:** Personas fallecidas en accidentes de tránsito según tipo de participación, en Costa Rica, 2006-2010



Elaboración Propia con datos del INEC.

- Aquellas víctimas que perecieron en un accidente de tránsito al momento en que viajaban como **acompañantes** en vehículo en las carreteras costarricenses ascendió a 334 individuos entre el 2006 y el 2010, cifra que resulta en un promedio anual de 67 víctimas, aumentando considerablemente la participación femenina (41,9%) en dichas muertes. Profundizando en el tema es posible establecer que dos de esas participaciones, específicamente los acompañantes de automóvil y motocicleta son los más vulnerables, siendo que entre ambos conceptos se concentra el 90% de las víctimas que viajan como acompañantes (ver cuadro 4.4).
- Los **conductores de motocicleta** fallecidos superaron a cualquier otra modalidad de víctima diferente del peatón, al registrar 691 (20%), constituyéndose de esta manera como la segunda población más afectada y que como puede apreciarse en el Cuadro 4.4 es prácticamente exclusiva del género masculino (98,1%) y se concentra en personas entre los 18 y 44 años.

**Cuadro 4.4:** Porcentaje de personas fallecidas en accidentes de tránsito según tipo de participación, y grupos de edad en Costa Rica, 2006-2010.

Tipo de participación	Menores de 18 años		De 18 a 29 años		De 30 a 44 años		De 45 a 60 años		Más de 60 años		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Acompañante vehículo cuatro ruedas	71	25,3%	150	14,2%	79	8,7%	45	6,8%	32	5,7%	377	10,9%
Acompañante vehículo dos ruedas	17	6,0%	70	6,6%	17	1,9%	9	1,4%	5	0,9%	118	3,4%
Conductor vehículo cuatro ruedas	18	6,4%	229	21,7%	260	28,6%	143	21,5%	62	11,1%	712	20,5%
Acompañante vehículo dos ruedas	64	22,8%	402	38,2%	295	32,4%	166	25,0%	78	14,0%	1005	29,0%
Peatón	111	39,5%	202	19,2%	259	28,5%	302	45,4%	382	68,3%	1256	36,2%
<b>Total</b>	<b>281</b>	<b>100,0%</b>	<b>1053</b>	<b>100,0%</b>	<b>910</b>	<b>100,0%</b>	<b>665</b>	<b>100,0%</b>	<b>559</b>	<b>100,0%</b>	<b>3468</b>	<b>100,0%</b>

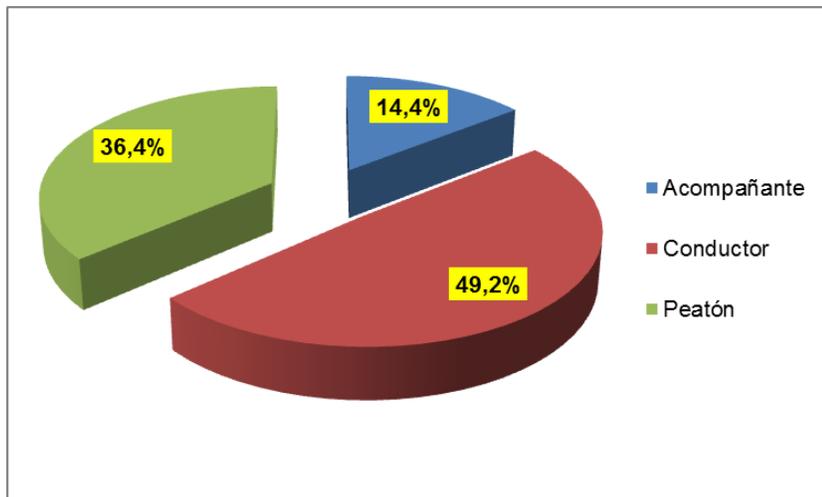
Elaboración Propia con datos del INEC.

- Los **conductores de automóvil** se ubican como terceros en incidencia respecto a este tipo de fatalidades en carretera, de manera que al menos 593 de ellas perdieron la vida durante este periodo (2006-2010), esto equivale aproximadamente a 120 muertes anuales, siendo los hombres los más afectados (89,9%) como es la tendencia en este tipo de fallecimiento.
- Los **conductores de bicicleta** resultan ser las víctimas que ocupan el cuarto lugar en importancia, en el periodo analizado cerca de 1 de cada 10 muertes

relacionadas con accidentes de tránsito fueron en personas que conducían una bicicleta.

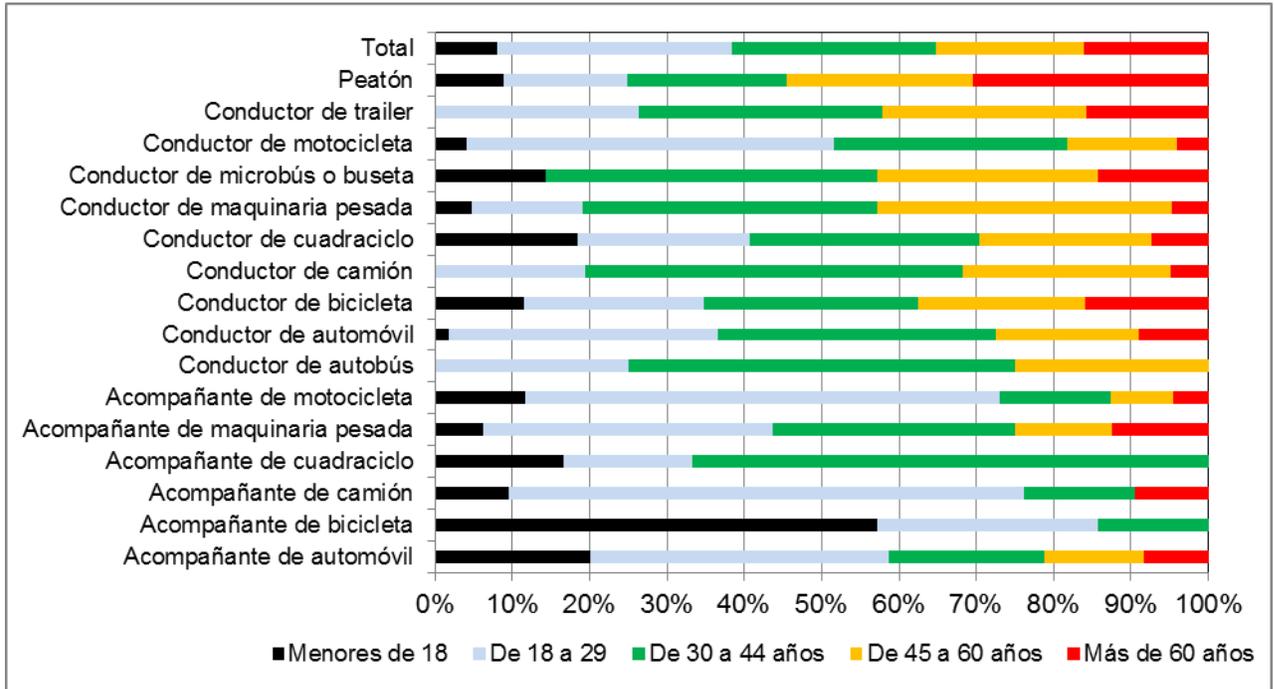
- Al analizar los fallecimientos por **grupos de edad**, se tiene que entre los peatones que mueren, los mayores de 60 años (30,4%) conforman el rango de edad más afectado, el problema aún es mayor si se toma en cuenta que este grupo de edad conforma menos del 15% de la población total del país. Otro de los grupos donde hay mayor cantidad de peatones fallecidos es entre los 45 y 60 años (24%) y los ubicados entre los 30 y 44 años (26,2%).
- Por su parte los **conductores de motocicleta** que mueren en accidentes de tránsito lo hacen principalmente entre los 18 y 29 años (47,6%) y los 30 y 44 años (30,1%). Con respecto los conductores de automóvil, el principal rango de edad en los que han fallecido por accidentes de tránsito en este periodo han sido entre los 30 y 44 años (35,9%) y 18 a 29 años (34,7%). En el cuadro 4.5 se muestran todos los rangos de edad en que fallecen las personas según grupos de edad y tipo de participación.

**Figura 4.15:** *Porcentaje de personas fallecidas en accidentes de tránsito según tipo de participación, en Costa Rica, 2006-2010.*



Elaboración Propia con datos del INEC.

**Figura 4.16:** *Porcentaje de personas fallecidas en accidentes de tránsito según tipo de participación y grupos de edad, en Costa Rica, 2006-2010.*



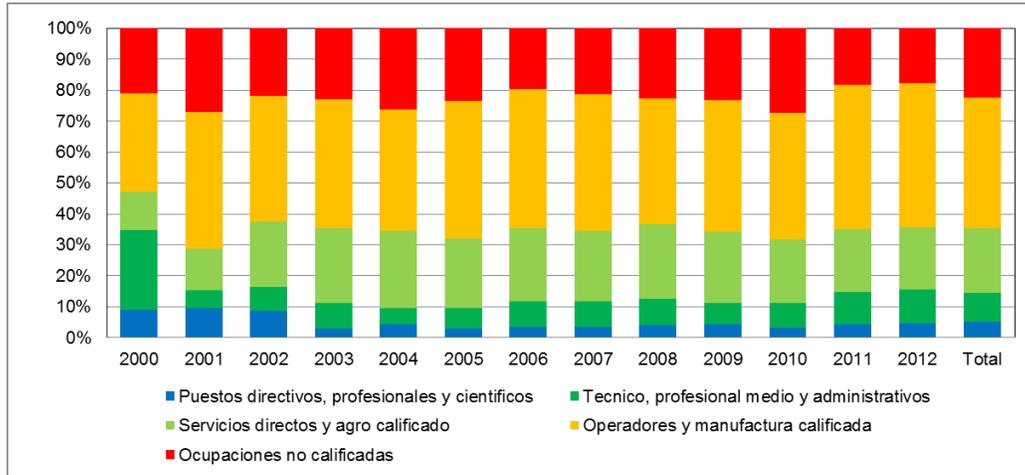
Elaboración Propia con datos del INEC.

### 3. Perfil ocupacional de las víctimas en accidentes de tránsito

Con el fin de identificar cual es la ocupación que tenían las personas que fallecieron por accidentes de tránsito se utilizaron las bases de datos del INEC y se procesaron y reclasificaron las actividades en 5 categorías (ver figura 4.17).

En los últimos 12 años, en promedio el 22% de las muertes en accidentes de tránsito, es decir, cerca de 1.933 provenían de personas que trabajaban en empleos no calificados. El tipo de ocupación donde más personas fallecen en accidentes de tránsito está relacionado con operadores de maquinaria y equipo y manufactura calificada, donde se concentra el 42% de los sucesos. El valor anterior es importante, ya que estos empleados en 2011 según el censo, ocupaban apenas el 20% de los empleos del país, a pesar de ello acumulan más del 40% de las muertes.

**Figura 4.17:** *Porcentaje de personas fallecidas en accidentes de tránsito según tipo de ocupación que desempeñaban, en Costa Rica, 2000-2012.*



Elaboración Propia con datos del INEC.

La tercera ocupación donde más personas fallecen en accidentes de tránsito es en trabajadores de servicios directos, venta de locales y agropecuario calificado. En el periodo analizado (2000-2012) una de cada cinco personas que moría por accidentes de tránsito laboraba en estas actividades.

Por último, donde menos personas mueren es en ocupaciones de mayor calificación, en el caso de puestos directivos y profesionales, en el periodo de análisis fallecieron en accidentes de tránsito cerca de 442 personas, lo que equivale al 5,1% de todas las muertes registradas en este tipo de evento, considerando que según datos del censo 2011, este grupo acumulaba el 16% de todos los empleos. De igual forma el 9,3% (801) de las muertes correspondían a personas que tenían trabajos en ocupaciones técnicas, profesional medio o apoyo administrativo, ocupación que agrupaba en 2011 el 18% de los empleos.

#### 4. Cantidad de años perdidos por accidentes de tránsito en Costa Rica

La evaluación de la cantidad de años perdidos por accidentes de tránsito se elaboró para tres periodos de tiempo: 2001-2004, 2005-2008 y 2009-2012. Se utilizaron periodos de 4 años ya que permiten corregir en parte la variabilidad de los datos que se puede presentar en un año determinado. Los datos a su vez fueron agrupados para las seis regiones de planificación.

La base de datos de defunciones proviene del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) la cual se procesó y clasificó solo para aquellas personas que tuvieran alguna ocupación, es decir, no se toma en cuenta las personas inactivas.

El motivo para solo utilizar las personas que trabajaban responde al hecho de que uno de los objetivos del proyecto es estimar de manera general la pérdida de productividad medida como la cantidad de años perdidos en cada periodo por tipo de ocupación y así estimar el ingreso que dejarían de percibir. De esta manera, el análisis se realizó por grupos de edad simple con el fin de estimar la cantidad de años perdidos de productividad de cada fallecido.

Las personas empleadas que fallecieron en accidentes de tránsito fueron clasificadas según su ocupación de la siguiente manera:

Ocupación	
1	Directores y gerentes
2	Profesionales científicos e intelectuales
3	Técnicos y profesionales de nivel medio
4	Personal de apoyo administrativo
5	Trabajadores de los servicios y vendedores de comercios y mercados
6	Agricultores y trabajadores calificados (agropecuarios, forestales y pesqueros)
7	Oficiales, operarios y artesanos de artes mecánicas y de otros oficios
8	Operadores de instalaciones y máquinas y ensambladores
9	Ocupaciones elementales
	No bien especificadas

Para la esperanza de vida en cada periodo analizado se utilizaron las tablas abreviadas de mortalidad (número de años que en promedio viviría de más una persona desde la edad de su muerte en el accidente de tránsito) elaboradas para el INEC para el periodo 2001-2012. Los datos se muestran en el cuadro siguiente:

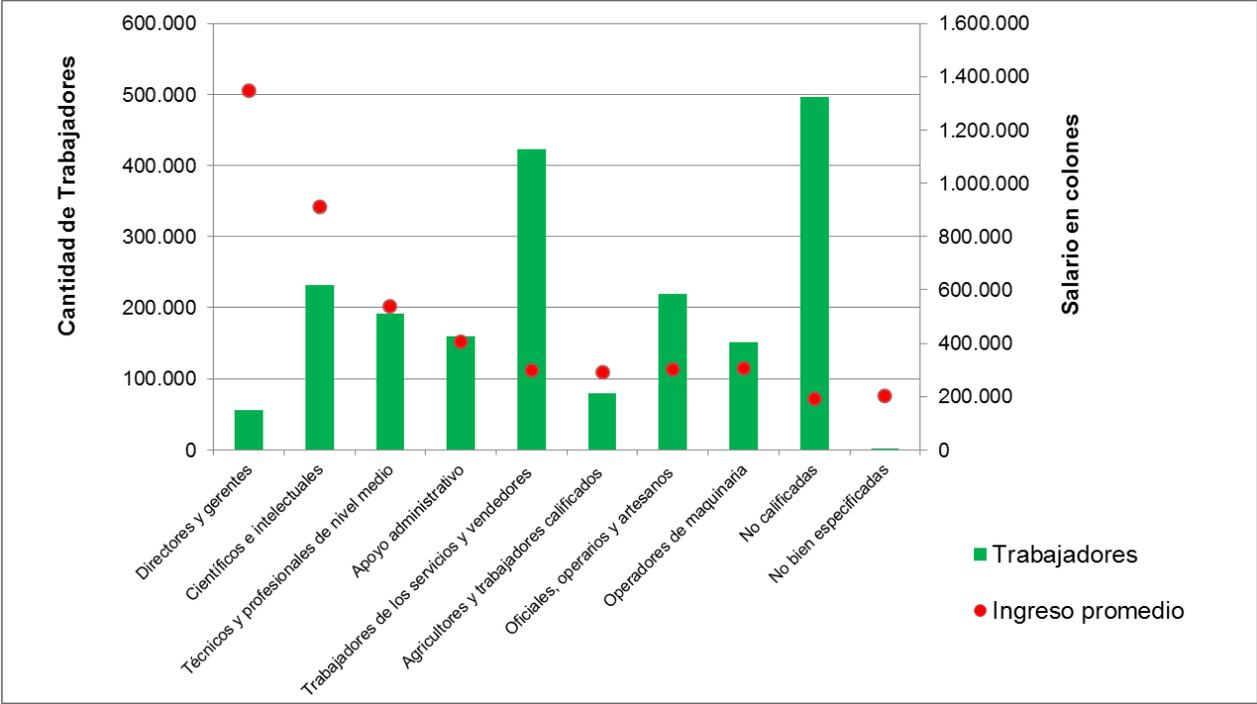
**Costa Rica: Tabla abreviada de mortalidad por grupos quinquenales de edad 2001-2012 (número de años que en promedio vive una persona desde la edad x en adelante, hasta el final de la vida)**

Edad	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	Hombres	Mujeres																						
0	76,2	81,1	76,4	80,3	76,2	80,9	76,8	81,6	76,5	81,8	76,7	81,9	76,7	81,7	76,8	81,8	76,8	81,8	76,9	81,8	76,9	81,9	77,0	81,9
1	76,1	80,9	76,3	80,1	76,0	80,6	76,6	81,3	76,3	81,4	76,6	81,6	76,6	81,4	76,6	81,5	76,7	81,5	76,7	81,5	76,8	81,6	76,8	81,6
5	72,2	77,0	72,4	76,2	72,1	76,7	72,7	77,4	72,4	77,5	72,7	77,7	72,7	77,5	72,7	77,6	72,8	77,6	72,8	77,6	72,9	77,7	72,9	77,7
10	67,3	72,1	67,5	71,3	67,2	71,8	67,8	72,4	67,5	72,6	67,8	72,8	67,7	72,6	67,8	72,7	67,8	72,7	67,9	72,7	67,9	72,7	67,9	72,7
15	62,4	67,2	62,5	66,3	62,2	66,8	62,9	67,5	62,6	67,7	62,8	67,8	62,8	67,6	62,9	67,7	62,9	67,7	62,9	67,7	63,0	67,8	63,0	67,8
20	57,7	62,3	57,8	61,5	57,5	62,0	58,2	62,6	57,8	62,8	58,1	62,9	58,1	62,7	58,1	62,8	58,2	62,8	58,2	62,8	58,3	62,9	58,3	62,9
25	53,0	57,4	53,2	56,9	52,8	57,1	53,5	57,8	53,1	57,9	53,4	58,1	53,4	57,8	53,4	57,9	53,5	57,9	53,5	58,0	53,5	58,0	53,6	58,0
30	48,3	52,5	48,5	52,3	48,1	52,2	48,8	52,9	48,5	53,1	48,7	53,2	48,7	52,9	48,8	53,0	48,8	53,0	48,8	53,1	48,9	53,1	48,9	53,1
35	43,7	47,7	43,8	47,5	43,5	47,4	44,2	48,0	43,8	48,2	44,1	48,3	44,1	48,1	44,1	48,2	44,2	48,2	44,2	48,2	44,2	48,2	44,3	48,2
40	39,0	42,9	39,2	42,7	38,8	42,5	39,5	43,2	39,2	43,4	39,5	43,5	39,4	43,3	39,5	43,4	39,5	43,4	39,6	43,4	39,6	43,4	39,6	43,4
45	34,5	38,2	34,6	37,9	34,3	37,8	34,9	38,5	34,7	38,7	34,9	38,7	34,8	38,5	34,9	38,6	34,9	38,6	35,0	38,6	35,0	38,7	35,0	38,7
50	30,0	33,5	30,1	33,3	29,8	33,1	30,5	33,8	30,3	34,0	30,4	34,1	30,4	33,8	30,5	33,9	30,5	33,9	30,5	33,9	30,5	34,0	30,6	34,0
55	25,8	29,0	25,8	28,7	25,5	28,6	26,2	29,3	26,0	29,5	26,1	29,5	26,1	29,2	26,1	29,3	26,2	29,3	26,2	29,4	26,2	29,4	26,2	29,4
60	21,7	24,6	21,8	24,4	21,5	24,2	22,1	24,9	21,8	25,2	22,0	25,0	21,9	24,8	22,0	24,9	22,0	24,9	22,0	24,9	22,1	24,9	22,1	24,9
65	17,9	20,5	17,9	20,2	17,6	20,1	18,1	20,8	18,0	21,1	18,1	20,8	18,0	20,5	18,1	20,6	18,1	20,6	18,1	20,7	18,2	20,7	18,2	20,7
70	14,4	16,7	14,5	16,4	14,2	16,2	14,7	16,9	14,5	17,2	14,5	16,9	14,4	16,6	14,5	16,7	14,5	16,7	14,5	16,8	14,6	16,8	14,6	16,8
75	11,3	13,1	11,4	12,9	11,0	12,8	11,6	13,3	11,4	13,5	11,2	13,2	11,1	12,9	11,2	13,0	11,2	13,0	11,2	13,1	11,3	13,1	11,3	13,1
80	8,8	10,2	8,7	9,8	8,3	9,8	8,9	10,2	8,8	10,4	8,5	10,1	8,4	9,7	8,4	9,8	8,5	9,8	8,5	9,8	8,5	9,9	8,5	9,9
85	6,7	7,8	6,8	7,4	6,3	7,4	6,7	7,6	6,6	7,6	6,3	7,4	6,1	6,9	6,2	7,1	6,3	7,1	6,3	7,1	6,3	7,1	6,3	7,1
90	5,0	6,0	5,5	5,6	4,9	5,7	5,1	5,7	5,0	6,1	4,6	5,7	4,3	5,0	4,5	5,2	4,5	5,1	4,5	5,2	4,6	5,2	4,6	5,2
95	5,0	4,9	5,3	4,4	4,0	5,6	4,4	5,4	4,0	5,0	3,5	4,8	2,6	3,2	3,1	3,6	3,2	3,5	3,1	3,7	3,4	3,7	3,2	3,5
100	6,7	4,5	7,7	6,3	7,7	9,0	7,8	7,0	7,1	6,7	11,7	5,7	11,8	5,8	11,5	5,7	11,6	5,7	11,5	5,7	11,5	5,7	11,6	5,7

Elaboración Propia con información del INEC, 2014.

Para aproximar los salarios que percibían las personas que fallecieron en choques viales en cada periodo analizado, se utilizó los datos de las Encuestas de hogares y propósitos múltiples (EHPM) para el periodo 2001-2009 y la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) para el periodo 2010-2012, en ambos casos las fuentes son el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC). Los salarios fueron deflactados por inflación para poder comparar entre años y clasificados para cada región de planificación. La figura siguiente es un ejemplo de la estructura de la población ocupada en 2012 por tipo de ocupación en el país y los ingresos devengados promedio en cada trabajo.

**Figura 4.18:** Estructura de los empleados en 2012 según ocupación e ingreso promedio en colones.



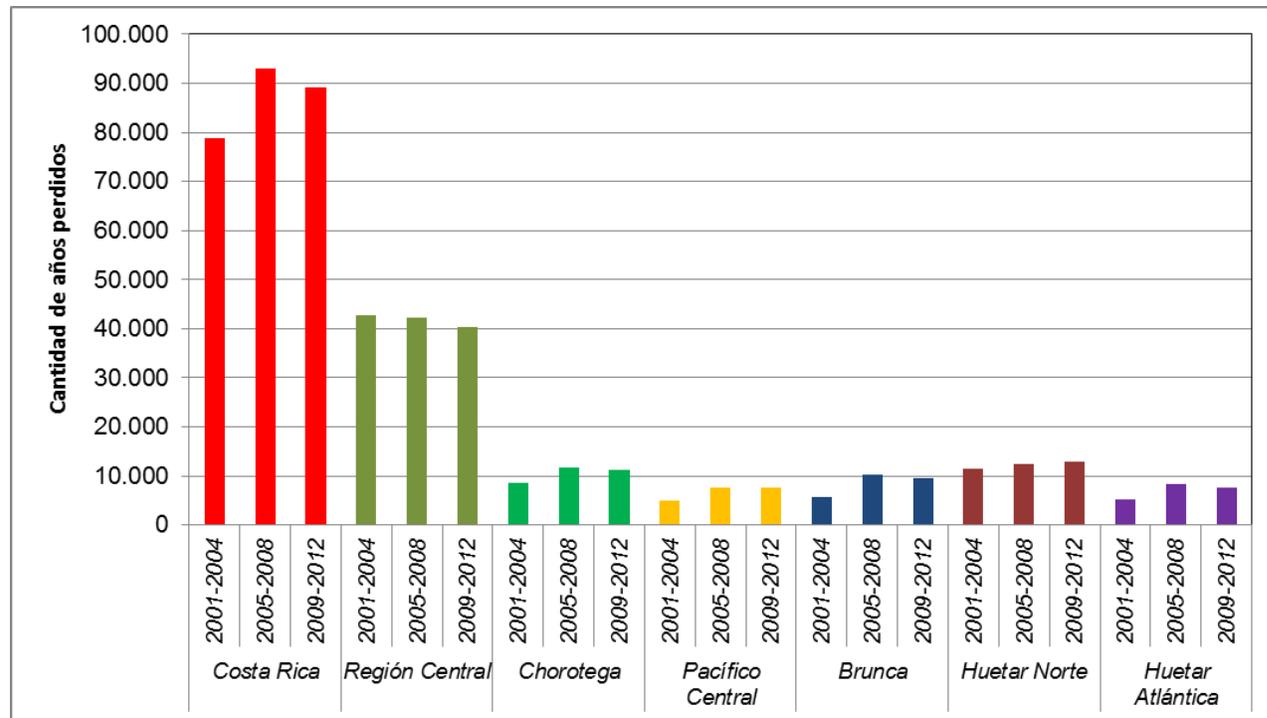
Elaboración Propia con información del INEC, 2012. (ENAH)

Una vez estimada la cantidad de personas fallecidas en choques viales, según ocupación y edad simple y su distribución espacial en regiones, se puede estimar la pérdida económica bruta asociando la cantidad de años perdidos de cada fallecido al salario promedio en la ocupación que desempeñaba.

Los cuadros 4.7, 4.8 muestran la cantidad de año perdidos, el total de ingresos dejados de percibir cada 4 años y el promedio anual de ingresos que se dejarían de percibir respectivamente.

Como se muestra en el cuadro 4.8 y la figura 4.19, para el periodo 2001-2004 se estima una pérdida de años cercano a los 78.5 mil para todo el país, valor que se incrementa 93 mil para 2005-2008 y disminuye a 89 mil entre el 2009 y el 2012. Entre el 45% y 50% de estos años perdidos se concentran en la región Central, el resto de regiones muestran un aporte muy similar entre el 10% y 12% con excepción de la región Huetar Norte donde el porcentaje varía entre el 13% y 14% siendo la única región que muestra un crecimiento en la cantidad de años perdidos en el periodo de análisis.

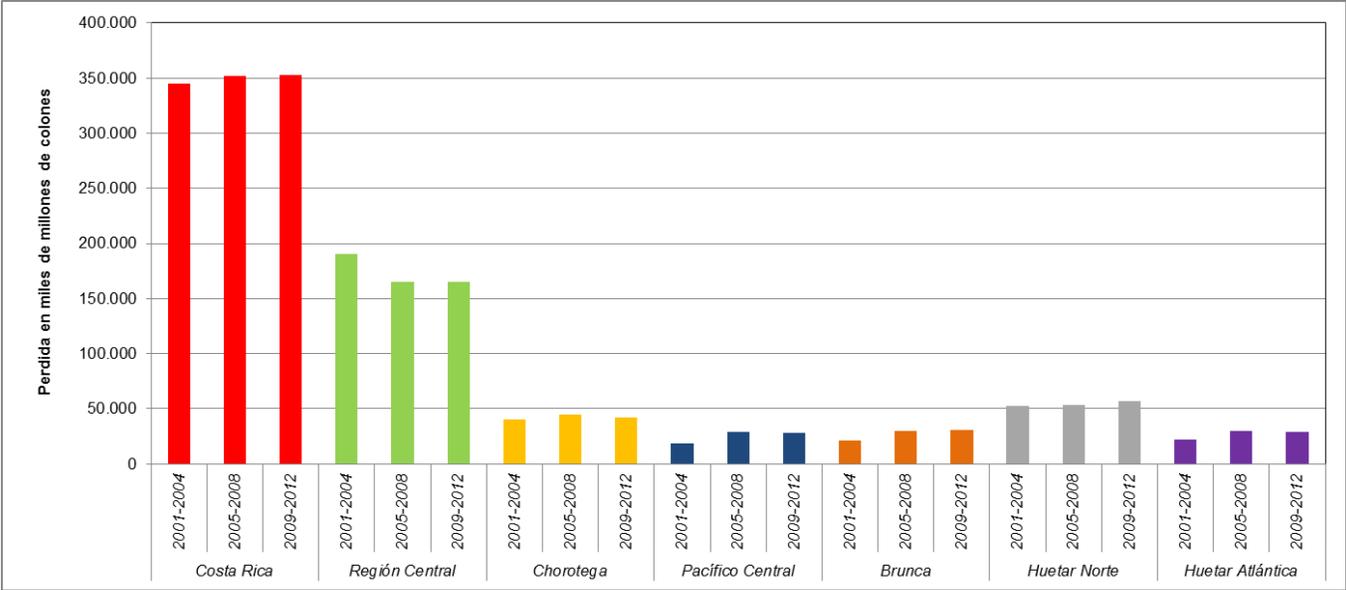
**Figura 4.19:** Cantidad de años perdidos por choques viales en personas ocupadas según región de planificación entre 2001-2012.



Como se muestran el cuadro 4.7, la cantidad bruta anual de pérdidas por años de vida perdidos alcanza para el país cerca de 344,6 miles de millones de colones para el periodo 2001-2004, cerca de 352,2 miles de millones para el periodo 2005-2008 y alrededor de 352,6 miles de millones para el periodo 2009-2012. El grafico 20 muestra la distribución a nivel regional de estos valores.

Como es de esperar, a nivel regional el mayor valor se presenta en la región Central, cuyo efecto se debe no solo al mayor número de empleados fallecidos en choques viales sino que también por la presencia de mayores salarios en esta región, respecto al resto de regiones del país. Se estima que la pérdida anual en esta región agrupa entre el 46% y 55% (2001-2004) del total del país. La región que le sigue en importancia de pérdidas es la región Huetar Norte entre el 15% y 16% del total del país, seguido de la Chorotega (11,6% y 12,8%). El resto de regiones agrupan valores similares en el periodo analizado y ronda entre el 5% y 8%.

**Figura 4.20:** Cantidad de ingresos (millones de colones) perdidos por choques viales en personas ocupadas según región de planificación entre 2001-2012.



Una vez estimado las pérdidas brutas por choques viales, los valores son ajustados descontándoles las pérdidas por ahorro. Para ellos se estima la propensión marginal al ahorro y se multiplica por los valores anuales mostrados anteriormente en el cuadro 4.6. La tabla de propensión marginal al ahorro utilizada se muestra a continuación:

**Cuadro 4.6:** Propensión marginal al ahorro en Costa Rica por quintiles de ingreso según tipo de ocupación.

Ocupación de la Fuerza de trabajo	Propensión marginal al ahorro por quintil de ingreso según salario neto (valor ponderado para trabajadores jefes y no jefes)				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Directores y gerentes	0,077	0,088	0,246	0,319	0,465
Profesionales científicos	0,069	0,055	0,228	0,304	0,449
Técnicos y profesionales	0,045	0,074	0,180	0,289	0,426
Personal de apoyo administrativo	0,027	0,047	0,188	0,264	0,412
Trabajadores de los servicios	0,030	0,056	0,176	0,279	0,408
Agricultores y trabajadores	-0,035	0,039	0,159	0,244	0,383
Oficiales, operarios	0,028	0,051	0,163	0,265	0,399
Operadores de instalaciones	0,013	0,069	0,178	0,259	0,376
No Calificadas	-0,059	0,021	0,158	0,233	0,369

Elaboración propia con datos de la Encuesta de Ingresos y Gastos, 2005.

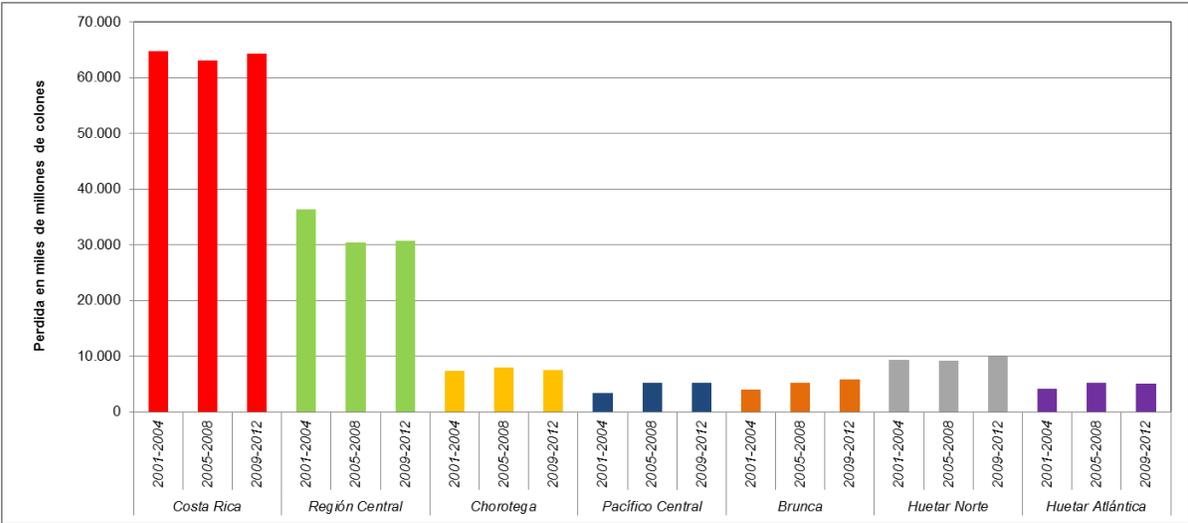
Una vez aplicado el factor de corrección, el cuadro 4.8 muestra los valores netos anuales en millones de colones de pérdidas para el país por las muertes en choques viales. El valor para el periodo 2001-2004 asciende a los 64,7 miles de millones de colones (suma cuatro años), para el periodo, 2005-2008 a los 63,1 miles de millones de colones (suma cuatro años) y para el periodo 200-2012 a los 64,2 miles de millones (suma cuatro años). El cuadro 4.7 muestra los valores a nivel regional (valores cada cuatro años y valores promedio anual).

El cuadro 4.7, muestra el valor que representa las pérdidas netas por choques viales como porcentaje del PIB de Costa Rica. El valor anual promedio del periodo 2001-2004 alcanza el 1,22% del PIB, el 0,89% para el periodo 2005-2008 y el 0,79% para el periodo 2009-2012. La información del cuadro 9a esta desagregada por años y es posible observar una tendencia descendente en las pérdidas anuales respecto al PIB entre el 2001 y el 2005, pasando de 1,3% del PIB en 2001 a 0,88% del PIB en 2005. Posteriormente, se mantiene una tendencia relativamente creciente entre 2005 y 2009 entre el 0,88% y el 0,96% del PIB, para luego decaer hasta alcanzar en 2012 el 0,74% del PIB.

En el cuadro 4.8, se desglosa la información por región de planificación. Como es de esperar en términos absolutos, la región Central absorbe el mayor monto de las pérdidas por choques viales en el país, aunque este valor ha disminuido en los últimos años. Para el periodo 2001-2004 en promedio, cada año esta región perdía el 0,65% del valor de PIB por costos de choques viales. Este valor represento cerca del 54% de todas las pérdidas por este rubro en el país. Para el periodo 2005-2008 la región pierde por costos de choques viales cerca del 0,43% del PIB y el 0,38% para el periodo 2009-2012.

Por su parte, la región Huetar Norte se convierte en la segunda región de planificación con más pérdidas por choques viales, en el periodo 2001-2004 tuvo una perdida promedio anual cercana al 0,17 % del PIB (2.343 millones de colones anuales), este valor decrece para los años siguientes, muestra de ello es que en el periodo 2005-2008 representaba el 0,13% y en el 2009-2012 el 0,12%. La región Chorotega tuvo pérdidas cercanas por costos de choques viales cercanas al 0,13% del PIB entre el 2001 y el 2004 (promedio anual), del 0,11% entre el 2005 y el 2008 y del 0,09% para el periodo 2009-2012. En el resto de las regiones, este valor es menor al 1% y durante este periodo se ha mantenido relativamente constante respecto al PIB (ver cuadro 4.8).

**Figura 4.21:** Cantidad de ingresos (millones de colones (suma cuatro años)) perdidos netos anuales por choques viales en personas ocupadas según región de planificación entre 2001-2012.



**Cuadro 4.7:** Costa Rica *perdida por choques (Años de vida perdidas) viales respecto al PIB, 2001-2012.*

<b>Año</b>	<b>Costo Choques viales Millones de colones</b>	<b>PIB Real (millones de colones)</b>	<b>Costo/ PIB</b>
2001	16.971,0	1.303.369,6	1,30%
2002	17.294,8	1.341.456,8	1,29%
2003	15.805,0	1.431.687,4	1,10%
2004	14.703,8	1.496.327,2	0,98%
2005	13.955,0	1.589.763,0	0,88%
2006	15.679,8	1.732.506,0	0,91%
2007	15.455,8	1.861.496,7	0,83%
2008	18.098,9	1.909.928,8	0,95%
2009	18.144,4	1.897.451,8	0,96%
2010	15.270,5	1.990.336,1	0,77%
2011	14.783,4	2.074.533,8	0,71%
2012	16.098,6	2.182.914,1	0,74%

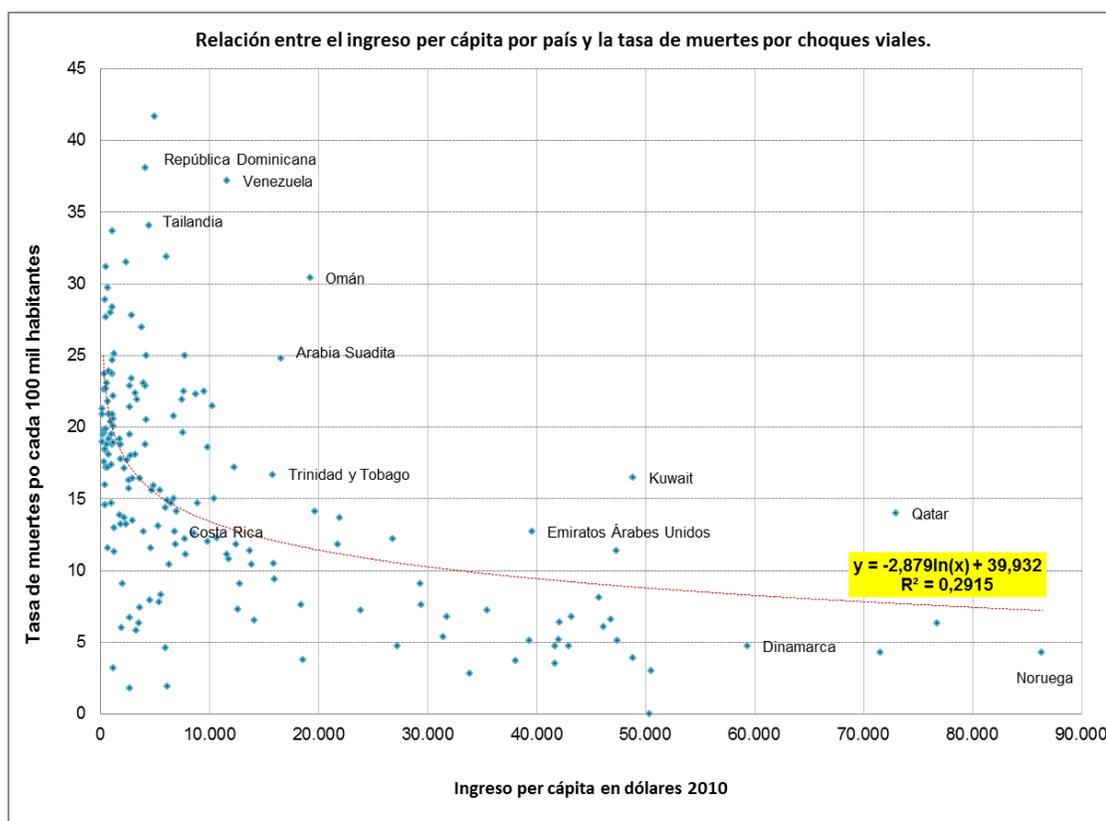
**Cuadro 4.8: Perdida por choques viales según región de planificación respecto al PIB**  
(valor promedio anual cada cuatro años), 2001-2012.

Región	Periodo	Millones de colones (suma cuatro años)	Valor promedio anual	Valor promedio anual respecto al PIB
<i>Costa Rica</i>	2001-2004	67.775	16.944	1,22%
	2005-2008	63.189	15.797	0,89%
	2009-2012	64.297	16.074	0,79%
<i>Región Central</i>	2001-2004	36.455	9.114	0,65%
	2005-2008	30.418	7.605	0,43%
	2009-2012	30.733	7.683	0,38%
<i>Chorotega</i>	2001-2004	7.430	1.858	0,13%
	2005-2008	7.938	1.985	0,11%
	2009-2012	7.559	1.890	0,09%
<i>Pacífico Central</i>	2001-2004	3.411	853	0,06%
	2005-2008	5.231	1.308	0,07%
	2009-2012	5.192	1.298	0,06%
<i>Bunca</i>	2001-2004	3.954	989	0,07%
	2005-2008	5.250	1.313	0,07%
	2009-2012	5.774	1.444	0,07%
<i>Huetar Norte</i>	2001-2004	9.372	2.343	0,17%
	2005-2008	9.184	2.296	0,13%
	2009-2012	9.926	2.482	0,12%
<i>Huetar Atlántica</i>	2001-2004	4.152	1.038	0,07%
	2005-2008	5.168	1.292	0,07%
	2009-2012	5.113	1.278	0,06%

## Consideraciones Finales

- Los choques viales se han convertido en un problema de salud pública en países de ingresos bajos e ingresos medios como Costa Rica (ver figura 4.22). Actualmente queda mucho por investigar en lo que respecta a la magnitud del problema en términos de carga de la enfermedad, así como las implicaciones económicas y sociales que este evento tiene en la población.

**Figura 4.22:** Relación entre el ingreso per cápita por país y la tasa de muertes por choques viales.



- En Costa Rica no se ha reducido significativamente las tasas de lesionados y muertes por choques viales a diferencia de los países desarrollados que mejoran continuamente. Los conductores de automóviles, furgones y camiones tienen grandes responsabilidades en la inseguridad vial. Sin embargo, también el comportamiento

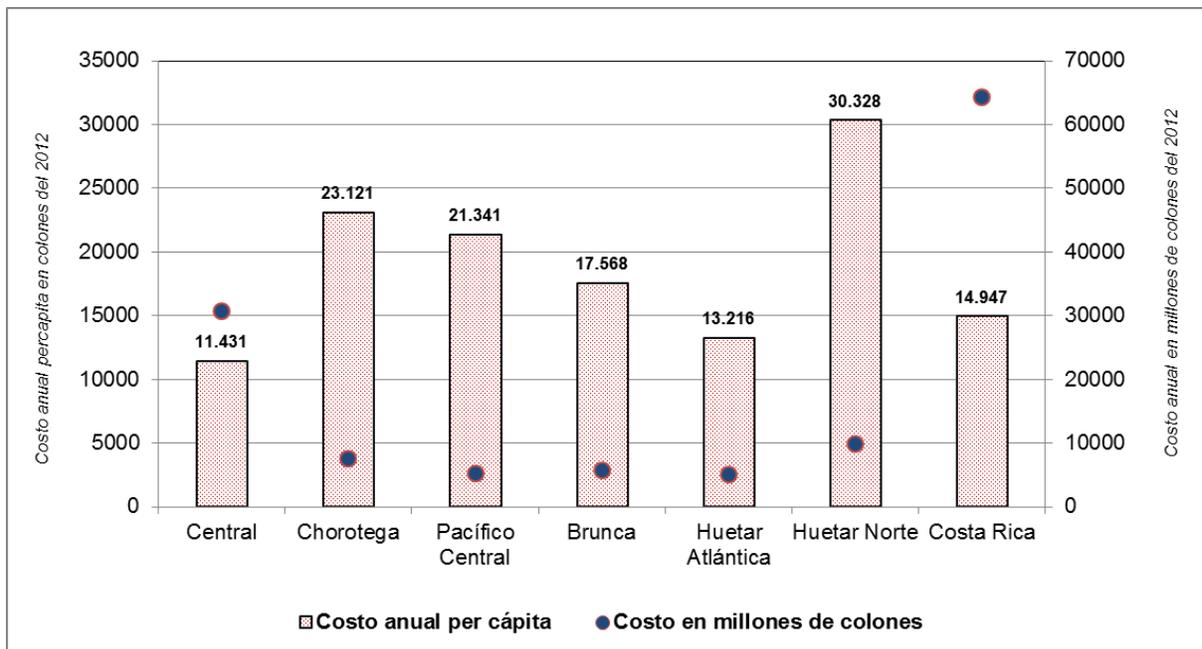
temerario de motociclistas, ciclistas y peatones aumenta la frecuencia y gravedad de los choques viales.

- Los datos muestran que el número de muertes por choques viales es relativamente estable con oscilaciones. Los peatones agrupan una alta proporción entre los que fallecen que casi siempre supera un cuarto y que en algunos períodos supera el tercio, proporción más alta que hace una década y mucho más alta que en Estados Unidos o Europa.
- Para Costa Rica entre el 2001 y 2012, se calculó un total de 260.864 años potencialmente perdidos por choques viales, lo que representa un enorme impacto económico en términos de productividad social. El 63% de estos años perdidos se dan dentro de la región Central.
- Las muertes por choques viales tienen serias implicaciones puesto que la víctima, con una media de edad entre 30 y 35 años, ya ha recibido educación, desempeñado una profesión, está en la cima de su vida productiva y tiene dependientes a su cargo.
- De acuerdo con el tipo de ocupación del fallecido, existe más propensión a morir como conductor en empleos más calificados o de mayores ingresos y en edades entre los 18 y 35 años. La cantidad de víctimas en mayores de 50 años disminuye en el caso de los conductores pero empieza a aumentar como acompañantes o peatones, convirtiendo a este grupo, junto con el de mujeres y menores de edad en víctimas de este problema.
- Con respecto a lo anterior, los datos muestran que las mujeres son en su mayoría víctimas de los choques viales, un porcentaje importante mueren como peatones o acompañantes de vehículos automotores. También los datos muestran que las tasas de accidentes por cada 100 mil habitantes se incrementan considerablemente después de los 50 años, mostrando que los adultos mayores son también una población vulnerable.
- Los datos elaborados muestran que en Costa Rica el costo en muertes por choques viales solo aproximando la pérdida de productividad por años perdidos alcanza entre

el 1,2% del Producto Interno Bruto del país cada año. Este valor es consistente con otros valores en otros países que utilizando metodologías distintas muestran que los choques viales comprenden un componente importante del PIB como por ejemplo en México (1,4 % y 3%) (Secretaria de Salud México (2008)), Puerto Rico (1,58%), Colombia (1,5%) (Ministerio de Transporte Colombia (2010)) o Perú (1 y 2%) (Iniciativa de seguridad vial del BID, (2010)).

- De igual forma, el gasto para el país implica una gran cantidad de variables adicionales además de la pérdida de vidas humanas, donde están las discapacidades, lesiones severas, rehabilitación y hospitalización que dañan sensiblemente a la sociedad en su conjunto. Además representa en términos económicos una proporción considerable del Producto Interno Bruto.
- Si bien es cierto la región Central agrupa las mayores pérdidas por choques viales en valores absolutos (48% total del país), los datos a nivel per cápita muestran otra situación. Como se muestra en la figura 23 la región Huetar Norte se convierte en la zona con mayor pérdida por persona con alrededor de 30.3 miles de colones anuales, seguido de la Chorotega con 23.1 miles de colones y la Pacífico Central con 21.3 miles de colones por persona. En el caso de la región Central, esta presenta el menor valor de pérdida per cápita con cerca de 11.4 miles de colones anuales.

**Figura 4.23:** *Perdida anual total y per cápita por años perdidos de productividad a causa de choques viales según región de planificación (promedio 2009-2012).*



- A pesar de que los choques viales y sus consecuencias se están convirtiendo en un problema de salud pública en nuestro país y muchos países del mundo, especialmente los de menores recursos, aún es posible arrancar y continuar ciclos virtuosos de mejoramiento. Para esto al menos hay que aprender de los países más avanzados, reconocer y aprovechar el contexto físico y socioeconómico de cada país y región, y buscar las mejores oportunidades que cambian con el tiempo. Hay que avanzar en muchos frentes al mismo tiempo, en parte porque cualquier medida obedecerá casi siempre, a lo que se conoce en economía a la ley de los beneficios marginales decrecientes. Hay que poner la necesidad de coaliciones críticas sociales y organizativas que avancen en muchos frentes simultáneamente por encima del dogmatismo, las posiciones ideológicas, la promoción comercial y el orgullo profesional. Debe promoverse el conocimiento y la investigación científica de la realidad como fundamento de las políticas públicas. Esto implica tener información de calidad pero también recursos para analizarla y desarrollar conocimiento específico. Los datos, resultados y análisis comparativos entre países expuestos en este documento podrían ser extremadamente útiles. Sin embargo, esto solo es posible si los tomadores de decisión aumentan el uso del conocimiento en su trabajo diario. (Pujol, 2009).
- Es importante reducir el comportamiento temerario dentro del sistema y educar lo mejor posible a los actores, choferes de vehículos, motociclistas, peatones y ciclistas. La circulación de vehículos tiene enormes riesgos intrínsecos y la prudencia así como la concentración en la realidad vial son indispensables para sobrevivir. El uso de instrumentos microeconómicos para lograr educar a los infractores puede ser una buena alternativa, las penas deben ser proporcionales a la falta y la reeducación debe estar primero que el castigo. La vigilancia es indispensable para lograr que las regulaciones de tránsito se cumplan y crear credibilidad en el sistema. Los policías de tránsito deben tener instrumentos modernos para trabajar. Pero la oportunidad más importante es utilizar de manera intensa medios electrónicos y automáticos como sensores y cámaras para detectar el incumplimiento de las normas.

- Lo último pero no lo menos importante es que hay que aumentar significativamente la inversión pública en carreteras y en infraestructura urbana, y por lo tanto cobrar los impuestos suficientes para pagarlas a lo largo del tiempo. El país debería aspirar a carreteras que promuevan la no ocurrencia de choques viales. Sin embargo, siempre antes de realizar la inversión se deben evaluar diferentes soluciones, para ello se deben utilizarse análisis de inversión como costo beneficio y sobre todo de costo efectividad. En una sociedad de renta media como es Costa Rica hay muchas formas de mejorar la calidad de vida, algunas más eficaces y eficientes que otras. Escoger entre ellas requiere conocimiento e investigación fundamentada en las ciencias físicas y en la estadística.

### **Estimación de costos por congestión vehicular no recurrente debido a choques viales.**

Para el cálculo de los costos que produce un choque debido a las demoras generadas es necesario tener en cuenta tres aspectos importantes, los cuales serían: el ingreso promedio con el que cuentan las personas afectadas, las demoras producidas por el choque, y por último, el número de personas afectadas por las demoras que produjo el choque, con esta información se calculara los costos que sufren las personas, estos costos serán estimados para todo el país por año, para el periodo 2008 a 2011, según la información disponible. A continuación se detalla la metodología para el cálculo de cada uno de los aspectos mencionados.

#### ***Ingresos Promedio por Persona***

Para la estimación de los ingresos promedio por persona se utilizó la información que obtenida por el Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica, INEC, en las *Encuestas de Hogares y propósitos Múltiples* para el periodo 2001 – 2009, de donde se obtienen los ingresos mensuales promedio, clasificados de acuerdo a la región del país en donde la persona vive.

Estos ingresos se trasladaron a valores reales, deflactados por el IPC, y se estimaron los valores para los años 2010 y 2011 utilizando la tasa de crecimiento que se presentó entre los años 2008 y 2009. A continuación se muestran los ingresos obtenidos en el análisis.

**Cuadro 4.9.** Ingresos mensuales promedio por persona, por año y región, en colones.

Región	2008	2009	2010	2011
Central	335 048	360 621	376 460	405 194
Chorotega	237 729	252 502	263 592	279 972
Pacífico Central	241 245	250 131	261 118	270 737
Brunca	225 971	226 996	236 966	238 041
Huetar Atlántica	226 134	251 095	262 123	291 056
Huetar Norte	261 146	254 175	265 339	258 256

Fuente. INEC, 2001-2009

### ***Demoras Producidas***

En este estudio se analizaron siete escenarios distintos, a continuación se mencionan las demoras utilizadas en cada uno de estos escenarios, las cuales fueron estimadas de acuerdo a la magnitud del choque.

En los primeros tres escenarios se utilizaron demoras de 5, 10 y 15 minutos, respectivamente, para todos los choques ocurridos, en estos escenarios no se toman en cuenta la magnitud del choque.

Para los demás escenarios si se clasificaron los choques de acuerdo con su magnitud, obteniendo las siguientes categorías: choques con solo daños materiales, choques con heridos leves, choques con heridos graves, y choques con personas fallecidas.

Para el cuarto y sexto escenario se estimó una demora de 5 minutos para los choques con solo daños materiales, una demora de 10 minutos para los choque con heridos leves, 15 minutos para los choques con heridos graves y 30 minutos en los casos que personas fallecieron.

De igual manera para el quinto y séptimo escenario las demoras estimadas fueron de 5 minutos para choques con solo daños materiales, 15 minutos para choques con heridos leves, 30 minutos para choques con heridos graves y 60 minutos para choques con personas fallecidas.

### ***Personas Afectadas***

Para la estimación de las personas afectadas se cuenta con los partes de tránsito realizados por los oficiales que atendieron el choque. Para el análisis es necesario contar con la ubicación y la hora en que se produjo el choque, ya que con esta información se procederá a estimar la cantidad de vehículos que transitaban por la vía en el momento en que este se produjo.

Para esto se cuenta con la información brindada por el Ministerio de Obras Públicas y Transporte, MOPT, de donde se obtiene el Tránsito Promedio Diario Anual, TPDA, para cada Estación Permanente y Estación de Recuento con las que cuenta el MOPT, sin embargo esta información es necesario tenerla desglosada por hora, para todas las carreteras del país, no únicamente en los puntos en los que se encuentran las estaciones.

Debido a esto se utilizaron, adicionalmente, conteos manuales realizados por el MOPT para cada una de estas estaciones en donde en algunos casos los conteos se realizaron las 24 horas, mientras que en otros únicamente 12 horas, de las 6 a las 18 horas.

De estos conteos se obtuvieron los porcentajes correspondientes para cada hora, en base a 24 y 12 horas, dependiendo de la estación, para el segundo grupo de estaciones se extrapolarán los porcentajes de las horas en los que no se realizaron conteos, de las 18 a las 6 horas., de acuerdo a la cercanía de las estaciones de 24 horas, y los porcentajes del periodo de las 6 a las 18 horas se corrigieron para obtener un total del 100%.

Ya conociendo los porcentajes para cada estación, con base en 24 horas, se puede conocer los volúmenes promedios horarios para cada año de acuerdo a la estación de conteo, para conocer este volumen en todas las carreteras del país se extrapolaron dependiendo de la cercanía que hay entre las carreteras y las estaciones de conteo, obteniendo así el volumen horario para cada punto de las carreteras nacionales.

Para realizar la conversión de vehículos a personas se utilizó la información obtenida del *Estudio de Oferta y Demanda de Transportes de la GAM*, de donde se obtiene que en promedio los autobuses transportan 38,7 pasajeros, mientras que los demás vehículos con 1,4 pasajeros.

De esta manera se calculó la cantidad de personas que se ven afectadas para cada choque, de acuerdo a la ubicación de este y la hora en que ocurrió.

Adicionalmente, la infraestructura de la carretera es un aspecto importante a tomar en cuenta a la hora de estimar la cantidad de personas que fueron afectadas por el choque,

por lo que es necesario que en los escenarios planteados se tome en consideración este efecto.

En los primeros cinco escenarios no se tomó en cuenta este aspecto, por lo que se estimó que el 100% de los vehículos que circulan por la carretera se ven afectados por el choque.

Mientras que para el caso del sexto y séptimo escenario, para las carreteras con solo una vía, y las carreteras con dos vías con cuatro o menos carriles se estimó que los vehículos afectados corresponden al 100%.

Para las carreteras con dos vías y más de cuatro carriles, el 100% de los vehículos que circulan en el sentido en que se produjo el accidente se ven afectados, mientras que en el sentido contrario se estima que solo el 50% se ve afectado. Esto equivale al 75% del volumen de la carretera.

Por último, para las carreteras con dos vías y que cuentan con barrera divisoria, el 100% de los vehículos que circulan en el sentido en que se produjo el accidente se ven afectados, mientras que en el sentido contrario se estima que solo el 25% se ve afectado. Esto equivale al 62,5% del volumen de la carretera.

Como se mencionó anteriormente, se analizaron siete escenarios diferentes, de acuerdo a la magnitud del choque y a la infraestructura con la que contaba la carretera en donde ocurrió el choque. A continuación se resumen estos escenarios:

**Cuadro 4.10.** Demoras en minutos y porcentaje de vehículos afectados para cada escenario.

		Escenarios						
		1	2	3	4	5	6	7
Demoras (minutos)	Choques con solo daños materiales	5	10	15	5	5	5	5
	Choques con heridos leves				10	15	10	15
	Choques con heridos graves				15	30	15	30
	Choques con personas fallecidas				30	60	30	60
Vehículos Afectados	Carreteras con solo una vía	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Carreteras con dos vías y cuatro o menos carriles						100%	100%
	Carreteras con dos vías y más de cuatro carriles						75%	75%
	Carreteras con barrera divisoria						62,5%	62,5%

Se estimaron los costos totales, promedios por choque, y promedios por personas afectadas, producidos por las demoras que crean los choques, para el periodo del año 2008 al 2011, y para cada uno de estos escenarios.

Es importante mencionar que los costos totales no pueden ser comparados anualmente para cada escenario, esto debido a que la muestra que se tiene por año no equivale al 100% de los choques ocurridos en dado año. A continuación se muestra el número de choques que se analizó para cada año:

**Cuadro 4.11.** Número de choques analizados para cada año.

Año	Partes Tránsito
2008	4893
2009	18361
2010	18971
2011	5491

Los datos del 2009 y 2010 son los más completos en términos de la cantidad de choques, pues se estima que cada año ocurren unos cincuenta mil choques reportables y éstos años corresponden a más del 35% de los datos mientras 2008 y 2011 no superan el 10%.

Teniendo claro lo anterior se procede a mostrar los resultados obtenidos en el análisis. El cuadro 4.12 presenta los resultados de costos totales producidos por demoras debido a choques viales según el escenario. De todos los escenarios, el que muestra los datos de costos más elevados es el 3 que le acredita 15 minutos de demora a todos los vehículos que circulan por la vía en la hora del choque.

**Cuadro 4.12.** Costos totales, producidos por las demoras que generan los choques, en miles de colones.

<b>Año</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>	<b>Escenario 4</b>	<b>Escenario 5</b>	<b>Escenario 6</b>	<b>Escenario 7</b>
<b>2008</b>	3 484	6 968	10 452	2 637	3 045	2 424	2 810
<b>2009</b>	18 179	36 358	54 537	14 014	16 211	12 412	14 362
<b>2010</b>	20 574	41 149	61 723	15 613	18 147	13 633	15 867
<b>2011</b>	7 059	14 118	21 178	5 507	6 537	4 874	5 782

Por otro lado, el cuadro 4.13 muestra los costos promedio por choque para cada escenario. De nuevo el escenario 3 muestra los costos más elevados.

**Cuadro 4.13.** Costos promedios por choque, producidos por las demoras que generan los choques, en colones

<b>Año</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>	<b>Escenario 4</b>	<b>Escenario 5</b>	<b>Escenario 6</b>	<b>Escenario 7</b>
<b>2008</b>	712 042	1 424 084	2 136 126	833 518	962 342	766 230	888 058
<b>2009</b>	990 096	1 980 192	2 970 289	1 194 820	1 382 155	1 058 196	1 224 520
<b>2010</b>	1 084 571	2 169 142	3 253 713	1 329 345	1 545 059	1 160 732	1 350 996
<b>2011</b>	1 188 222	2 376 445	3 564 667	1 470 382	1 745 419	1 301 452	1 543 895

Finalmente, el cuadro 4.14 muestra el costo promedio por persona afectada en cada uno de los escenarios. De nuevo el escenario 3 es el que muestra los costos por demora más elevados.

**Cuadro 4.14.** Costos promedio por personas afectadas, producidos por las demoras que generan los choques, en colones.

Año	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6	Escenario 7
2008	161	322	482	187	216	172	200
2009	172	344	516	201	233	178	206
2010	180	359	539	211	246	185	215
2011	193	385	578	232	276	206	244

### *Estudio de muestreo de demoras*

Complementariamente a estos escenarios se realizó un estudio de demoras por choques a través de un muestreo de la duración de choques desde que éste era reportado a la Central de Operaciones del 911 o la Central de Comunicaciones de la Policía de Tránsito, hasta que el oficial de Tránsito reportaba que en Tránsito había sido reestablecido. Este estudio fue llevado a cabo por el estudiante Leonardo Cordero Hernández para su Proyecto Final de Graduación en Ingeniería Civil (2014).

Todos los detalles del estudio pueden ser consultados en el Trabajo Final de Graduación de Leonardo. A continuación se presenta una descripción general del estudio y los resultados obtenidos. El primer paso del estudio fue muestrear la duración de los choques en el Área Metropolitana de San José. Para determinar el tamaño de muestra se supuso una distribución de tiempos de duración del choque normal:

$$n = \left( \frac{Z_{\alpha/2} * S}{d} \right)^2$$

Donde n es el tamaño de muestra mínimo,  $Z_{\alpha/2}$  es el valor de la distribución normal estándar, S es la desviación estándar de la muestra y d es el error máximo permitido. Para una confianza del 95% ( $Z_{\alpha/2} = 1.96$ ) un error máximo permitido de 2 min y una desviación estándar de 18.39 min., el tamaño mínimo de muestra es 325 observaciones. Del muestreo de duraciones de choques se obtuvieron los datos presentados en el cuadro 4.15 y la figura 4.24:

Cuadro 4.15 Estadísticas descriptivas de la muestra de duraciones de choques (minutos)

(n = 347)

Promedio	55.5
Desviación Estándar	18.39
Máximo	124
Mínimo	16

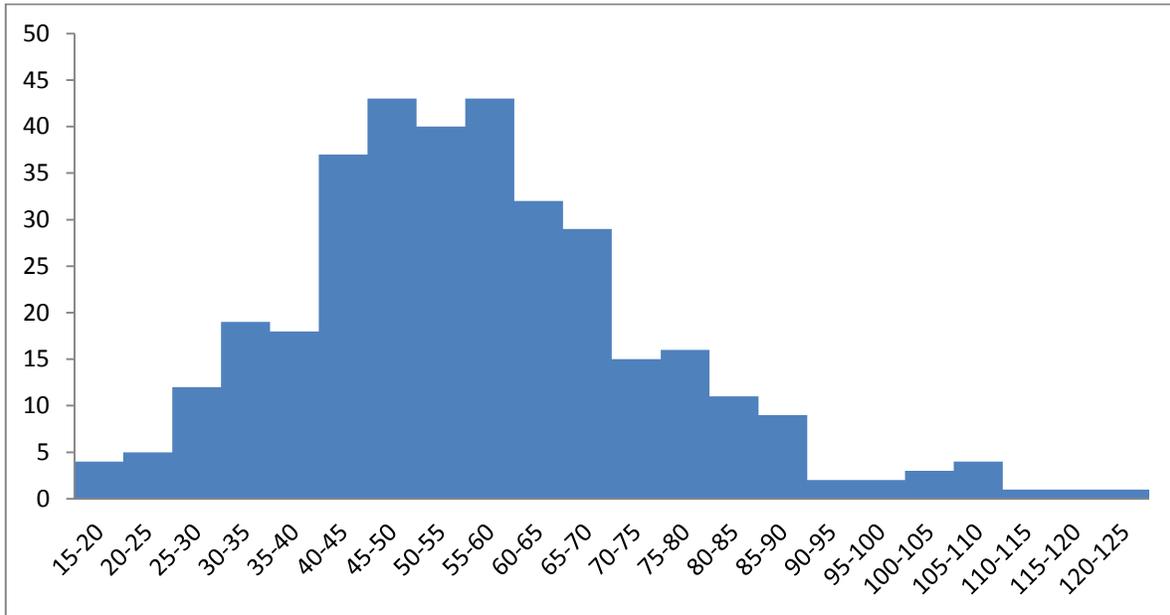


Figura 4.24. Histograma de duración de choques en el Área Metropolitana de San José

A partir de la duración de cada choque se utilizó teoría de colas para estimar la duración promedio de la demora para cada usuario de la vía. Para tal efecto se siguió el procedimiento sugerido por Chin et al (2004). La figura 4.25 muestra el comportamiento de flujo vehicular supuesto durante el accidente:

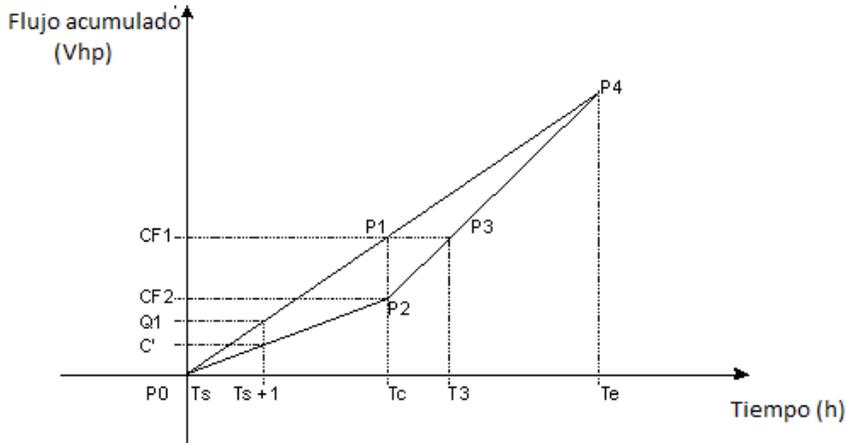


Figura 4.25. Grafico representativo del comportamiento del flujo vehicular a la hora del accidente. (Fuente: Chin et al, 2004)

dónde:

Q1 representa la demanda que se tiene en el momento que ocurre el accidente, traducida a solo vehículos livianos.

C' representa la capacidad reducida.

Ts es el tiempo inicial.

Tc el tiempo en que las condiciones normales de la vía son restauradas.

Te es el tiempo final, cuando ya se disipo la cola formada por el accidente.

El tiempo de dispersión de cola puede ser aproximado mediante la siguiente fórmula:

$$t_e - t_c = \frac{t_c * (C - C')}{C - Q_1}$$

La línea P0-P4 se construye acumulando la demanda, y la línea P0-P2 se construye acumulando la capacidad en las condiciones del accidente (reducida).

Llegado el tiempo Tc, las condiciones de la vía son restauradas pero se tiene una cola, cuya longitud es la diferencia entre P2 y P1. El tiempo que tome en disiparse esta longitud de cola, sumado a Tc, dará el tiempo final Te. Dependiendo de la cantidad de vehículos acumulados y del valor de la capacidad bajo condiciones normales se puede estimar este tiempo.

Una vez obtenidos los datos se procede a calcular el tiempo de demora total, con la siguiente formula, que no es más que el área encerrada entre la línea de demanda acumulada y las líneas de capacidad:

$$TD = \frac{(Q1-C')x(Tc-Ts)x(Te-Ts)}{2}$$

La demora promedio por vehículo puede ser calculada dividiendo el tiempo de demora total obtenido, por el número de vehículos involucrados.

Para obtener entonces la demora total es necesario conocer tanto la capacidad, como la capacidad reducida de la vía. Para la estimación de la capacidad se utilizará el Highway Capacity Manual (HCM), la metodología y las formulas empleadas se muestran a continuación:

Para el caso de carreteras multicarril la metodología es la siguiente:

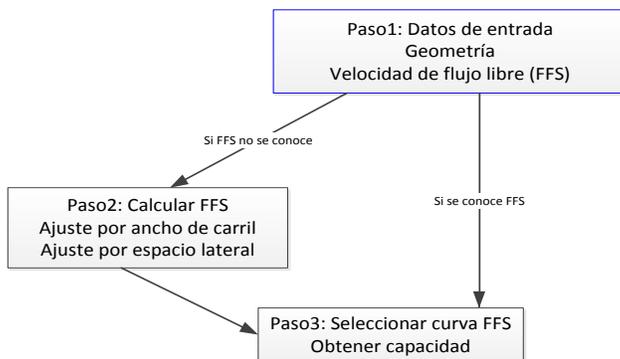


Figura 4.26. Pasos para el cálculo de la capacidad de un segmento de carretera.

Fuente: HCM, 2010.

Paso1: datos de entrada: hace referencia a las características geométricas de la vía, ancho de carril, y espacio lateral, y la velocidad de flujo libre en caso que se tenga.

Paso2: si no se conoce FFS, se debe calcular con base en los datos de entrada.

$$FFS = BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_A$$

dónde:

FFS: velocidad de flujo libre (mi/h)

BFFS: velocidad base de flujo libre (mi/h)

fLW: ajuste por ancho de carril (mi/h)

fLC: ajuste por espacio lateral derecho (mi/h)

fA: densidad total de accesos, se calcula sumando el número de accesos total, desde 3 millas (4,8 km) antes y 3 millas después del punto estudiado, y se divide entre 6 millas (9,6km).

Paso3: De las curvas de FFS se obtiene la capacidad de la vía, esta representa la máxima cantidad de vehículos por carril que pueden pasar por la vía bajo un nivel de servicio de E, que corresponde a una densidad de 45veh/mi/carril (28veh/km/carril). Este valor de capacidad obtenido es de densidad por lo que se debe multiplicar por el número de carriles para obtener la capacidad en vehículos por hora.

La capacidad obtenida se refiere a condiciones en que no existen pesados, si no que estos son considerados por medio de ciertos factores como vehículos livianos. Para poder realizar comparaciones de la capacidad con la demanda de la vía, se debe saber el porcentaje de pesados en esta, para traducir esa demanda a solo vehículos livianos.

Para el caso de carreteras de 2 carriles, la metodología es la siguiente:

Se supuso que las carreteras a tratar son carreteras tipo III, las cuales el manual las define como carreteras que atraviesan pueblos o ciudades y en las cuales los usuarios pueden o no conducir a altas velocidades.

Para este tipo de carreteras se define que la capacidad máxima bajo condiciones ideales es de 1700veh/h por cada carril de circulación. Se debe estudiar las condiciones de la vía para obtener los factores de reducción. La fórmula utilizada se muestra a continuación:

$$C = 1700 * f_g * f_{HV}$$

Dónde:

C: capacidad veh/h

fg: factor de reducción por tipo de terreno.

fHV: factor por vehículos pesados y recreacionales.

Una vez obtenida la capacidad se puede obtener la capacidad reducida de un cuadro como el siguiente del estudio de Chin, et al. (2004), el cual muestra cómo se reduce la capacidad de una vía, dependiendo del número de carriles de esta, y del número de carriles afectados:

Cuadro 4.16. Reducción de la capacidad de una vía, en función del número de carriles que tiene esta y el número de carriles bloqueados.

Efecto del choque	Número de carriles de la autopista				
	1	2	3	4	5+
Vehículo en espaldón	0.450*	0.750	0.840	0.890	0.930*
1 carril cerrado	0.000	0.320	0.530	0.560	0.750
2 carril cerrado	N/A	0.000	0.220	0.340	0.500
3 carril cerrado	N/A	N/A	0.000	0.150*	0.200*
4 carril cerrado	N/A	N/A	N/A	0.000	0.100*
Nota: *supuesto					

Fuente: Chin et al, 2004.

Con la información de cada choque se obtuvo o se supuso el número de carriles bloqueados y de esta forma se estimó capacidad reducida en la vía. Por otro lado la demanda vehicular a la hora del choque se obtuvo de los datos de volumen histórico para el segmento de carretera en cuestión, de la estación de recuento del MOPT más cercana. De esta forma se estimó la demora total y la demora promedio por vehículo para cada uno de los 347 choques muestreados. El Cuadro 4.17 muestra las estadísticas de demora por vehículo:

Cuadro 4.17. Demora Promedio por Vehículo por choque:

Área Metropolitana de San José (minutos)

Promedio	19.15
Desviación Estándar	10.16
Máximo	30.00
Mínimo	0

Los datos muestran que el promedio de demora por cada choque en el Área Metropolitana de San José fue de aproximadamente 20 minutos para cada vehículo. También es importante notar que algunos choques no producen demora, debido a que a la demanda es menor a la capacidad reducida y por lo tanto los vehículos siguen circulando normalmente.

Una vez estimada la demora se procedió a calcular el valor de tiempo promedio para cada choque. Para lo anterior se estimó el valor del tiempo de cada uno de los usuarios de las

vías a partir de la metodología propuesta por el American Association of State Highway and Transportation Officials (ASSHTO) en su publicación “User and Non-User Benefit Analysis for Higways” (2010). El procedimiento supone que cada usuario valora su tiempo como un porcentaje de sus ingresos dependiendo del modo y propósito del viaje. El Cuadro 4.18 muestra dichos porcentajes:

Cuadro 4.18. Valor de tiempo con base en salario, por modo y propósito de viaje.

<b>Modo y propósito de viaje</b>	<b>Valor (con base a salario)</b>
<b>Auto</b>	
Conductor viaje regular	50%
Carpool (Conductor) viaje regular	60%
Carpool (Pasajeros) viaje regular	40%
Viaje Personal	50%
Viaje Personal larga distancia	70%
Negocios	100%
<b>Bus</b>	
Viaje regular	50%
Viaje Personal	50%
Bus con exceso pasajeros	100%
Negocios	100%
<b>Camión</b>	
Negocios	100%

**Fuente:** ASSHTO, 2010.

El modo de viaje se obtuvo de los datos de recuento anteriormente mencionados, por otro lado para determinar el propósito del viaje se utilizó el estudio de Leonardo Castro para PRUGAM (2007):

Cuadro 4.19 Porcentaje de viajes por motivo o propósito.

Motivo o propósito	Porcentaje
Por trabajo	65,97
A la escuela	7,55
Al colegio	10,64
A la Universidad	3,4
De Salud	2,29
De compras/Trámites	5,06
Social/Recreación	1,59
Acompañar	2,47
Otro	1,03
Total	100

Fuente: Castro (2007).

Para propósitos de este trabajo las anteriores categorías se pueden agrupar de la siguiente manera: los viajes por trabajo, a la escuela, al colegio y a la universidad se pueden categorizar como viajes regulares, los viajes por salud, de compras, por recreación, acompañar y otros se pueden tomar como personales, de esta manera se adapta al estudio de la AASHTO (2010), sobre el valor del tiempo, esto para viajes en automóvil y autobús. En este estudio los viajes regulares en automóvil se dividen dependiendo la ocupación del vehículo, si solo viaja el conductor se le asigna un 50%, mientras que en la práctica conocida como Carpool, se asigna un porcentaje diferente al conductor y a los acompañantes, dado que no se tiene la información suficiente, y la práctica del Carpool en Costa Rica es sabido que no es muy popular, se considerara siempre como que el conductor viaja solo.

Dado que no se cuenta con la información necesaria los viajes por negocios no serán tomados en cuenta para el caso de vehículos livianos y buses, ya que estos posiblemente en el estudio de Castro (2007), formen parte de la categoría por trabajo, pero no se conoce de este porcentaje cual es por negocios y cual por viaje al trabajo exactamente, por lo que se tomaran todos como viajes al trabajo, por lo tanto quedaran en la categoría de viajes regulares. En el caso de los vehículos pesados se asume que todos los viajes son por negocios.

Cuadro 4.20 Porcentaje de viajes regulares o personales.

Motivo o propósito	Porcentaje
Regulares	87,56
Personales	12,44
Total	100

Fuente: Adaptado de Castro, 2007.

El Ingreso promedio para la región Central fue obtenido a partir de la Encuesta de Hogares del 2013:

Cuadro 4.20. Ingreso promedio según región de planificación.

Hogares y fuente de ingreso	Total	Región de planificación					
		Central	Chorotega	Pacífico Central	Brunca	Huetar Atlántica	Huetar Norte
<b>Total de hogares</b>	1 376 000	916 643	88 703	71 246	83 895	139 828	75 685
<b>Hogares perceptores</b>							
<b>Total</b>	1 367 047	913 293	87 869	70 276	83 033	137 596	74 980
Por trabajo	1 166 385	788 763	70 878	56 606	66 162	117 789	66 187
Por trabajo asalariado	986 992	680 795	58 705	44 140	49 255	99 779	54 318
Por trabajo autónomo	418 989	283 633	23 974	22 630	28 527	34 707	25 518
Por renta de la propiedad	252 608	192 900	8 912	8 781	9 461	21 101	11 453
Con subsidios estatales y becas	306 272	161 970	27 935	21 288	32 389	41 515	21 175
Con otras transferencias	573 635	391 587	38 475	32 344	35 776	50 758	24 695
<b>Ingreso total<sup>1/</sup></b> (En millones de colones)							
<b>Ingreso total del hogar</b>	1 347 505	1 047 071	56 683	52 104	53 212	84 459	53 977
Ingreso por trabajo	1 097 771	847 604	47 332	40 350	43 954	72 065	46 466
Ingreso por salario <sup>2/</sup>	834 918	637 238	38 674	29 560	32 359	61 827	35 260
Ingreso autónomo <sup>2/</sup>	262 853	210 366	8 658	10 790	11 595	10 238	11 206
Ingreso renta de la propiedad <sup>2/</sup>	86 352	71 928	1 751	3 955	2 687	3 057	2 976
Subsidios estatales y becas	17 272	9 245	1 698	1 470	1 870	1 902	1 087
Otras transferencias <sup>3/</sup>	146 111	118 294	5 902	6 329	4 701	7 435	3 449

Fuente: INEC, Encuesta Nacional de Hogares, 2013.

### ***Ocupación Promedio***

La ocupación promedio por vehículo interesa para determinar la cantidad de personas involucrada en cada accidente, y determinar el costo total a partir de demora individual.

Según Castro (2007) la ocupación promedio para el caso de automóviles es 1,44 personas por vehículo, la cual es muy posible que en la actualidad sea aún más baja debido al alto

crecimiento de la flota vehicular, sin embargo este es el dato más actualizado con el que se cuenta.

Para el caso de los autobuses se determinó con base en conteos presentados en el estudio de Castro (2007), que la ocupación promedio por autobús es de 44,25 personas.

### ***Costos totales por demora***

Con todos los datos anteriormente mencionados se procedió a calcular los costos totales por demora por cada choque. Los resultados se muestran en el Cuadro 4.22:

Cuadro 4.22. Costos Totales por Demora por Choque

Promedio	₡ 12 743 949
Desviación Estándar	₡ 11 180 829
Máximo	₡ 60 727 383
Mínimo	0

El promedio de costo por choque en el área metropolitana de San José fue de aproximadamente trece millones de colones. Considerando muy conservadoramente que al día ocurren aproximadamente 50 de estos choques y que tienen 200 días laborales al año, el costo anual por demoras debido a choques viales en 2014 es estima en ₡ 127 439 490 000.

Ahora bien, si se comparan estos datos con los estimados por medio del análisis de escenarios, se tiene que el más cercano es el escenario 3 donde se estimaba una demora de 15 minutos para todos los vehículos. Por otro lado en el estudio de muestreo de choques, se tiene que el promedio de demora por choques es de 19.15 minutos. Si se considera que en el área metropolitana de San José se concentran las rutas con mayor flujo vial es entonces de esperar que el estimado de costo por choque esté muy por encima de las estimaciones promedio para todo el país. En este caso las estimaciones para San José fueron de ₡ 13 millones en el 2014 y de ₡ 3.5 millones en el 2011 para todo el país. Si se considera conservadoramente que ocurren cuarenta mil choques viales al año en Costa Rica, utilizando el promedio del 2011 se tiene un costo por demora total anual de ₡ 142 586 680 000.

### **Costos Totales**

A continuación se presenta una tabla resumen de los costos estimados de los choques en este estudio para los años disponibles en todas las categorías:

Cuadro 4.23 Costos Totales de los choques Viales años 2010 a 2012  
(Millones de Colones)

<b>Año</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<b>Costos Aseguradoras</b>	46 598	50 916	60 970
<b>Costos CCSS</b>	1 689	2 104	2 562
<b>Costos Directos (aseguradoras + CCSS)</b>	48 287	53 020	63 532
<b>Costos APVP (indirectos)</b>	15 271	14 783	16 099
<b>Total</b>	63 558	67 803	79 630
<b>PIB Real</b>	1 990 336	2 074 534	2 182 914
<b>Costos directos / PIB</b>	<b>2.43%</b>	<b>2.56%</b>	<b>2.91%</b>
<b>Costos indirectos/ PIB</b>	<b>0.77%</b>	<b>0.71%</b>	<b>0.74%</b>
<b>Costo total/ PIB</b>	<b>3.19%</b>	<b>3.27%</b>	<b>3.65%</b>

Es importante recordar que los costos pagados por las aseguradoras incluyen tanto los costos por daños materiales como los costos médicos pagados a terceros. Sin embargo, los costos médicos son relativamente menores en este rubro; por ejemplo en el 2012 de los más de 60 mil millones de colones que pagaron las aseguradoras por siniestros vehiculares, 14 mil millones de colones los pagó el INS a la CCSS por concepto de servicios médicos (23%).

Los costos directos representan en Costa Rica entre un 2.43% y un 2.91% mientras los costos indirectos rondan el 0.75% del PIB. En total los costos de los choques viales corresponden a un valor entre el 3.19% y el 3.65% del PIB anual.

Ahora bien, los costos indirectos considerados aquí no incluyen todavía nuestros estimados por demora. Utilizando los estimados por choque del escenario 3, que se consideran los más realistas y un promedio de cuarenta mil choques por año se tiene:

Cuadro 4.24 Costos estimados por demora  
(Millones de Colones)

<b>Año</b>	<b>Costo por demora</b>	<b>PIB Real</b>	<b>Costo/ PIB</b>
<b>2008</b>	85 445.0	1 909 928.8	4.5%
<b>2009</b>	118 811.6	1 897 451.8	6.3%
<b>2010</b>	130 148.5	1 990 336.1	6.5%
<b>2011</b>	142 586.7	2 074 533.8	6.9%

Claramente los costos por demora son los más importantes en términos de magnitud, aunque también resultan los más difíciles de percibir por los usuarios aunque estos sufren sus consecuencias muy frecuentemente.

## **5. Conclusiones y Recomendaciones**

Aproximadamente el 16% de los costos médicos en los que incurre la CCSS debido a los choques viales no son cubiertos por los seguros obligatorios o voluntarios y deben ser subvencionados por la CCSS y en consecuencia por todos los costarricenses. En promedio, estos costos representan más de 2 mil millones de colones al año o un 0.1% del PIB entre los años 2010 y 2012. Claramente esta situación es insostenible y es necesario reducir dicha subvención tanto como sea posible, por medio de un aumento en los límites de cobertura de las primas de choque. Es importante mencionar que entre todas las aseguradoras se recolectaron más de 582 mil millones de colones en primas por seguro de automóviles y se pagaron 320 mil millones por siniestros automovilísticos entre 2010 y 2014 (un 55% de lo recolectado). Lo anterior evidencia que existe una amplia oportunidad para subir los límites de cobertura médica de las primas sin afectar a las aseguradoras de manera importante. Por ejemplo, en el periodo del 2010 al 2014 los costos médicos subvencionados por la CCSS ascienden a 11 400 millones de colones que representa solo un 2% de los ingresos por seguros automovilísticos que tuvieron las aseguradoras en el mismo periodo.

Solo los costos pagados por las aseguradoras entre 2010 y 2012 ascienden a más de 52 mil millones de colones al año o el equivalente al 2.5% del PIB. Esta cifra es extremadamente alta y por si sola es mayor en porcentaje que el total pagado debido a choques viales en muchos países desarrollados. Es importante reducir substancialmente este monto reduciendo tanto el número como la gravedad de los choques, pero además

ejerciendo un mejor control de los seguros para evitar pagar gastos médicos y de reparación excesivos.

Entre los años 2001 a 2012 los costos debido a años productivos de vida perdidos en Costa Rica ascienden a más de 192 mil millones de colones o un promedio anual del 0.92% del PIB. En el mismo periodo se calcularon más de 260 mil años potencialmente perdidos por choques viales o un promedio de casi 22 mil al año. En Costa Rica, los choques viales son una de las principales causas de años potenciales de vida perdidos. Al igual que en el caso de los costos por seguros es importante reducir substancialmente este monto reduciendo tanto el número como la gravedad de los choques.

Se estima que el costo total por tiempo perdido debido a un choque oscila entre los 3.5 y los 13 millones de colones en Costa Rica. Entre el 2008 y el 2011 se estimaron costos por demora totales de más de 476 mil millones de colones, con un promedio anual de aproximadamente 120 mil millones de colones o un equivalente al 6% del PIB en el mismo periodo. Cada choque en el área metropolitana de San José produce una demora promedio de 20 minutos para los usuarios de la vía donde sucedió el choque, durante el tiempo en que se atiende el choque y se disipa la cola. Esta estimación de costos por demora es la más preocupante de todas, pues refleja un costo social altísimo para nuestro país. Claramente es necesario además de reducir la cantidad de choques, mejorar substancialmente los tiempos de atención de los choques por parte de las autoridades correspondientes. El país debe invertir urgentemente en aumentar la cantidad y calidad de los oficiales de tránsito y dotarlos de mejores herramientas para la realización de su trabajo.

## REFERENCIAS

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 2010. User and Non-User Benefit Analysis for Highways.

Blanco, Patricia et al. (2008). Años de vida perdidos por infarto agudo de miocardio en la Argentina entre 1991 y 2005. *Rev. argent. cardiol.* 2008, vol.76, n.6 [citado 2015-03-05], pp. 442-449.

Castro, L. (2007). Estudio de oferta y demanda de transporte de la GAM. San José, Costa Rica.

CCSS-SEM (2010). Estados Financieros y Opinión de los Auditores Independientes al 31 de diciembre del 2009 y 2008.

CCSS-SEM (2011). Estados Financieros y Opinión de los Auditores Independientes al 31 de diciembre del 2010 y 2009.

CCSS-SEM (2013). Estados Financieros y Opinión de los Auditores Independientes al 31 de diciembre del 2012 y 2011.

CCSS-SEM (2015). Estados Financieros y Opinión de los Auditores Independientes al 31 de diciembre del 2014 y 2013.

Chin, S., Franzese, O., Greene, D. & Hwang, H. (2004). TEMPORARY LOSSES OF HIGHWAY CAPACITY AND IMPACTS ON PERFORMANCE Recuperado el 09 de Mayo del 2013, de [http://www-cta.ornl.gov/cta/Publications/tlc/tlc2\\_title.shtml](http://www-cta.ornl.gov/cta/Publications/tlc/tlc2_title.shtml).

CINPE, 2007. *Estudio Económico de la GAM*. Reporte Técnico en la consultaría sobre Desarrollo Económico en la GAM. San José, Costa Rica: CINPE-UNA para el proyecto PRUGAM.

Connely, L.B. y R. Supangan, 2006. The economic costs of road traffic crashes: Australia, states and territories. *Accident Analysis and Prevention*. Vol. 38 pp 1087-1093.

Cordero Hernández, L., (2014). Estimación de costos por demora debido a accidentes de tránsito en el área metropolitana de San José. Trabajo Final de Graduación de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica.

Del Valle Gómez M<sup>o</sup>O, López M<sup>o</sup>L, Areos González PI y Cueto Espinar A. (1993) Análisis de los APVP por cancer en Asturias y España. *Rev san Hig Púb*; 67:129-144.

Dempsey M. Decline in tuberculosis: death rate fails to tell entire story. *Am Rev Tuberc* 1947; 157–164.

Dickinson F. y Welker E. (1948). What is the leading cause of death? Two new measures. En: Bureau of Medical Economic Research. American Medical Association. Bulletin 64.

Doughty JH (1951). Mortality in terms of lost years of life. *Canadian Journal of Public Health* 1951;42:134.

Evans, Leonard (2004) *Traffic Safety*, Science Serving Society

Evans, Leonard (1991) *Traffic Safety and the Driver*, Van Nostrand Reinhold

Gamboa Miranda, D.F., Gutiérrez, A. 2002. *Los accidentes de tránsito: modelo de análisis económico*. Tesis de maestría en economía de la salud, Escuela de Economía, Universidad de Costa Rica.

Haenszel W. (1950). A standardized rate for mortality defined in units of lost years of life. En: *Am J Public Health*. Vol 40, pp. 17-26.

Laclé, A. y Rocabado, F., 1996. *Mortalidad Prematura en Costa Rica*. Universidad de Costa Rica.

NationMaster.com, 2009. *Economy Statistics: GDP (2004) by County*. [http://www.nationmaster.com/graph/eco\\_gdp-economy-gdp&date=2004#source](http://www.nationmaster.com/graph/eco_gdp-economy-gdp&date=2004#source) visitada en julio de 2009.

Pujol, R (2009). El contexto territorial de la seguridad vial: algunas lecciones de Costa Rica. Universidad de Costa Rica.

Romedor JM, Mc Whinnie JR (1977). Potential years of life lost between ages 1 and 70: An indicator of premature mortality for health planning. *International Journal of Epidemiology*;6:143-51.

Secretaría de Salud. (2008). Programa de Acción Específico 2007-2012 Seguridad Vial. México: Subsecretaría de Prevención y Promoción de la Salud.

SUGESE, 2015. Anexo 4 Estadísticas, Histórico 2014.

<http://www.sugese.fi.cr/estadisticas/2014.html>

Transportation Research Board. (2010). HCM2010: Highway Capacity Manual. Volume 2: Uninterrupted Flow. Transportation Research Board publications. Washington, DC.

World Health Organization, 2004. *World Report on Road Traffic Injury Prevention*.  
Ginebra, Suiza.