

UNIVERSIDAD DE GRANADA

**Departamento de Medicina Preventiva
y Salud Pública**

**FACTORES DE RIESGO DE MORTALIDAD Y
MORBILIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁFICO
DE CICLOMOTORES Y MOTOCICLETAS**

Tesis Doctoral

Carolina Donate López

Granada, 2006

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Carolina Donate López
D.L.: Gr. 2 - 2007
ISBN: 84-338-4216-1

FACTORES DE RIESGO DE MORTALIDAD Y MORBILIDAD EN ACCIDENTES DE TRÁFICO DE CICLOMOTORES Y MOTOCICLETAS

Tesis Doctoral que presenta CAROLINA DONATE LÓPEZ
para aspirar al Título de Doctor.

Granada, 15 de Diciembre de 2006.

Directores de la Tesis Doctoral

Dr. D. Pablo Lardelli Claret
Profesor Titular del Departamento de Medicina Preventiva y
Salud Pública de la Universidad de Granada.

Dra. D^a. Aurora Bueno Cavanillas
Profesora Titular del Departamento de Medicina Preventiva y
Salud Pública de la Universidad de Granada.

Dr. D. José Juan Jiménez Moleón
Profesor Titular del Departamento de Medicina Preventiva y
Salud Pública de la Universidad de Granada.

PABLO LARDELLI CLARET, PROFESOR TITULAR DE MEDICINA
PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA DE LA UNIVERSIDAD DE
GRANADA

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral que presenta D^ª. CAROLINA DONATE LÓPEZ al superior juicio del Tribunal que designe la Universidad de Granada, sobre el tema *Factores de riesgo de mortalidad y morbilidad en accidentes de tráfico de ciclomotores y motocicletas*, ha sido realizada bajo mi dirección, siendo expresión de la capacidad técnica e interpretativa de su autora, en condiciones que la hacen acreedora al Título de Doctor, siempre que así lo considere el citado Tribunal.

En Granada, a 15 de Diciembre de 2006.

Fdo. Pablo Lardelli Claret

AURORA BUENO CAVANILLAS, PROFESORA TITULAR DE
MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA DE LA UNIVERSIDAD
DE GRANADA

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral que presenta D^a. CAROLINA DONATE LÓPEZ al superior juicio del Tribunal que designe la Universidad de Granada, sobre el tema *Factores de riesgo de mortalidad y morbilidad en accidentes de tráfico de ciclomotores y motocicletas*, ha sido realizada bajo mi dirección, siendo expresión de la capacidad técnica e interpretativa de su autora, en condiciones que la hacen acreedora al Título de Doctor, siempre que así lo considere el citado Tribunal.

En Granada, a 15 de Diciembre de 2006.

Fdo. Aurora Bueno Cavanillas

JOSÉ JUAN JIMÉNEZ MOLEÓN, PROFESOR TITULAR DE
MEDICINA PREVENTIVA Y SALUD PÚBLICA DE LA UNIVERSIDAD
DE GRANADA

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral que presenta D^a. CAROLINA DONATE LÓPEZ al superior juicio del Tribunal que designe la Universidad de Granada, sobre el tema *Factores de riesgo de mortalidad y morbilidad en accidentes de tráfico de ciclomotores y motocicletas*, ha sido realizada bajo mi dirección, siendo expresión de la capacidad técnica e interpretativa de su autora, en condiciones que la hacen acreedora al Título de Doctor, siempre que así lo considere el citado Tribunal.

En Granada, a 15 de Diciembre de 2006.

Fdo. José Juan Jiménez Moleón

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
1. Epidemiología de los accidentes de tráfico (AT)	2
1.1 Epidemiología general	2
1.1.1. Conceptos	2
a. Accidente	2
b. Accidente de tráfico	2
c. Exposición	3
d. Lesión por AT	4
e. Defunción por AT	4
1.1.2. Epidemiología descriptiva de los accidentes de tráfico	5
a. Indicadores de Exposición	8
b. Indicadores de Accidentes y Accidentalidad	9
c. Indicadores de Lesionados y Lesividad	11
d. Indicadores de Mortalidad y Letalidad	12
e. Discapacidad	16
f. Coste	17
1.1.3. Epidemiología analítica de los accidentes de tráfico	19
a. Modelos causales: La Matriz de Haddon	19
b. Principales factores de riesgo según su origen	20
b.1 Factores humanos (el individuo)	20
b.2 Factores mecánicos (el vehículo)	26
b.3 Factores del entorno físico	27
b.4 Factores del entorno social	29
b.5 Velocidad	30
1.2 Epidemiología de los accidentes de tráfico de vehículos de dos ruedas a motor (VDRM)	31
1.2.1. Conceptos	31
a. Vehículo de dos ruedas a motor (VDRM)	31
1.2.2. Epidemiología descriptiva de los accidentes de tráfico de VDRM	31

a.	Exposición	31
b.	Accidentes y lesionados	33
c.	Defunciones (Mortalidad)	34
d.	Discapacidad	35
e.	Coste	35
1.2.3	Epidemiología analítica de los accidentes de tráfico de VDRM	36
a.	Factores individuales	36
b.	Factores del vehículo	39
c.	Factores del ambiente	39
d.	Velocidad	39
2.	Análisis de los factores de riesgo de la gravedad de los accidentes de tráfico	40
2.1	Aspectos generales	40
2.1.1	Conceptos básicos	40
a.	Definición de gravedad	40
b.	Fuentes de información	41
c.	Indicadores de gravedad	41
2.1.2	Consideraciones metodológicas en el estudio de los factores asociados a la gravedad de los accidentes de tráfico	42
a.	Elementos que influyen en la gravedad	42
b.	Métodos de estudio	44
b.1	Diseños Epidemiológicos	44
b.2	Estrategias de análisis	45
2.1.3	Factores de riesgo de la gravedad de los accidentes de tráfico	46
a.	Factores individuales	46
b.	Factores del vehículo	49
c.	Factores ambientales	50
d.	Velocidad	51
2.2	Factores de riesgo de la gravedad de los accidentes de tráfico de VDRM	53
2.2.1	Individuales	53
2.2.2	Del vehículo	56
2.2.3	Ambientales	58
2.2.4	Velocidad	59
II.	JUSTIFICACIÓN	61
III.	OBJETIVOS	63
IV.	MÉTODOS	65

1. Diseño	66
2. Ámbito de estudio	66
3. Fuente de información	66
3.1 Cuestionario estadístico del accidente	66
3.2 Base de datos	67
4. Población de estudio	67
5. Variables de estudio	69
5.1 Variables dependientes	70
5.2 Variables independientes	70
5.2.1 Variables del conductor	70
5.2.2 Variables del vehículo	72
5.2.3 Variables del accidente	72
5.2.4 Variables ambientales	73
5.2.5 Variables del pasajero	74
6. Análisis	75
6.1 Estudio descriptivo	75
6.2 Estudio analítico	75
6.2.1 Obtención de incidencias acumuladas de muerte y de lesión craneal para cada categoría de cada una de las variables independientes	75
6.2.2 Obtención de Riesgos Relativos de muerte para cada categoría de las variables independientes	75
a. Estimaciones crudas de RR	76
b. Estimaciones ajustadas	76
b.1 Estimaciones ajustadas de RR para la defunción	76
b.2 Estimaciones ajustadas de RR para la lesión craneal	80
6.3 Soporte informático	81
V. RESULTADOS	83
1. Estudio de la defunción	84
1.1 Estudio descriptivo	84
1.1.1 Para los conductores	84
1.1.2 Para los pasajeros	86
1.2 Estudio analítico	87
1.2.1 Análisis global	
1.2.1.1 Proporciones de letalidad por categorías de las variables independientes	87
A) Para los conductores	87
B) Para los pasajeros	89

1.2.1.2 Estimación de riesgos relativos de mortalidad	89
a. Factores dependientes del conductor	89
b. Factores relacionados con el tipo de vehículo, el tipo de accidente y el número de vehículos implicados	90
c. Factores ambientales	91
1.2.2. Análisis por componentes	92
1.2.2.1 Análisis de la vulnerabilidad	92
A) Análisis emparejado conductor-pasajero (<i>Modelo 4</i>)	92
B) Análisis no emparejado de los factores del pasajero asociados a la vulnerabilidad del pasajero (<i>Modelo 2</i>)	92
1.2.2.2 Análisis del efecto de las variables del conductor sobre el riesgo de muerte del pasajero que depende de la gravedad intrínseca del accidente (<i>Modelo 3</i>)	93
1.2.2.3 Verificación de la bondad del modelo teórico de descomposición del riesgo de muerte de los ocupantes de un VDRM implicado en un AT	93
A) Comparación de las estimaciones del efecto de las variables individuales sobre la vulnerabilidad	93
B) Comparación entre las estimaciones obtenidas según el modelo global y el producto de las estimaciones de sus dos componenetes	93
2. Estudio de la lesión en la cabeza	94
2.1 Estudio descriptivo	94
2.1.1 Para los conductores	94
2.1.2 Para los pasajeros	94
2.2 Estudio analítico para la lesión en la cabeza	94
2.2.1 Proporciones de lesividad por categorías de las variables independientes	94
2.2.1.1 Para los conductores	94
2.2.1.2 Para los pasajeros	97
2.2.2 Estimación de riesgos relativos	97
2.2.2.1 Para los conductores	97
a. Factores individuales del conductor	97
b. Tipo de vehículo, tipo de accidente y número de vehículos Implicados	98
c. Factores ambientales	98
2.2.2.2 Para los ocupantes de VDRM. Análisis emparejado	99
2.2.2.3 Modificación del efecto del casco sobre la probabilidad de sufrir una lesión en la cabeza en función de las restantes variables independientes	99
TABLAS Y FIGURAS	101

VI.	DISCUSIÓN	163
1.	Consideraciones metodológicas	164
1.1	Diseño de estudio	164
1.2	Hipótesis de estudio	166
1.3	Población de estudio y fuente de información	168
1.4	Estrategias de análisis	172
2.	Discusión de los resultados	176
2.1	Factores individuales	178
2.1.1	Edad	178
2.1.2	Sexo	179
2.1.3	No uso de casco	180
2.1.4	Otros factores individuales	183
a.	Licencia	183
b.	Nacionalidad	183
c.	Discapacidades	184
d.	Circunstancias psicofísicas	184
e.	Horas de conducción continuada	186
f.	Motivo del desplazamiento	186
g.	Acción del conductor	186
h.	Infracciones del conductor distintas de las cometidas sobre la velocidad	187
2.2	Velocidad	187
2.3	Tipo de vehículo, posición en el vehículo, tipo de accidente y número de vehículos implicados	189
2.3.1	Tipo de vehículo	189
2.3.2	Posición en el vehículo	190
2.3.3	Tipo de accidente	191
2.3.4	Número de vehículos implicados	191
2.4	Factores ambientales	192
3.	Propuestas de futuro	195
3.1	Investigación	195
3.2	Intervención	196
VII.	CONCLUSIONES	198
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	201

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1. EPIDEMIOLOGÍA DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO

1.1. EPIDEMIOLOGÍA GENERAL

1.1.1. CONCEPTOS

a. Accidente

Se considera que cualquier evento no intencionado que interfiere en la actividad diaria es un accidente (Robertson, 1998). También se ha definido el accidente como “un evento inesperado y adverso, el cual resulta en lesiones a las personas, daños a la propiedad o pérdidas en el proceso” (University of Vermont. Environmental Safety Facility. Department of Risk Management, 2003).

b. Accidente de tráfico

En general hay un acuerdo mayoritario sobre los principales aspectos de la definición de AT: “un acontecimiento que sucede de forma brutal como consecuencia de la transferencia anormal de energía –esencialmente mecánica- a través de un vehículo en movimiento, que es potencialmente nocivo y es independiente de la voluntad humana” (Plasència, 1992). Cuando lo que se pretende es hacer énfasis en las consecuencias del AT, el término habitualmente utilizado es el de lesión o daño por AT (*injury*). De acuerdo con la Convención de Viena, la definición internacional estándar de un AT con lesión implica una colisión de un vehículo en movimiento en una vía pública en la cual un usuario de la vía, humano o animal, es lesionado (International Road Traffic and Accident Database, 1992). Sin embargo, algunos países requieren la implicación de un vehículo a motor y otros excluyen ciertos tipos de accidentes.

En España, la Orden de 13 de Marzo de 1981 de Presidencia de Gobierno establece el concepto normativo de AT como aquél que reúne las siguientes circunstancias (Dirección General de Tráfico, 1991):

- Que se produzca en una vía abierta a la circulación pública o tenga en ella su origen.
- Que a causa del mismo, una o varias personas resulten muertas o heridas o se produzcan daños materiales.
- Que al menos un vehículo en movimiento esté implicado.

c. Exposición

El término exposición define la cantidad de actividad en la cual pueden producirse los accidentes. Cualquier actividad del ser humano está expuesta al riesgo de accidentarse. A nivel individual, el principal determinante de la probabilidad que tiene un sujeto de involucrarse en un accidente es la intensidad de su exposición. A pesar de la aparente simplicidad del concepto de exposición, su medición en la práctica es difícil. Al hablar del tráfico, la cantidad de actividad normalmente se refiere a la cantidad de recorrido, es decir, al número de kilómetros por persona realizados (Plasència, 1992), cualquiera que sea el medio de transporte, y con independencia de si son conductores o pasajeros (Elvik y Vaa, 2004).

En los estudios epidemiológicos de base individual, es interesante conocer el volumen de exposición para diferentes tipos de personas, clasificadas según su edad, sexo, profesión, etc. (Plasència, 1992). Para ello, una primera aproximación vendría dada por el volumen de conductores, clasificados según diversas características (Massie et al., 1995). No obstante, este indicador no es una buena medida de exposición acumulada, pues es bien sabido que múltiples factores, como la edad y el sexo, influyen en la cantidad de kilómetros o de horas de conducción recorridas por cada conductor (Hakim et al., 1991). Por ello, es necesario estimar, para cada categoría de conductor, su intensidad real de exposición. Ésta puede ser medida, bien en términos de distancias recorridas, bien en relación con el tiempo de conducción (Evans, 1991; Joly et al., 1991; Chipman et al., 1992; Massie et al., 1995; DeYoung et al., 1997; Regidor et al., 2002).

No hay una medida perfecta de exposición (Ryan et al., 1998). Por ejemplo, aunque se admite que el número de kilómetros recorridos es la mejor de ellas (ya que tiene un gran efecto sobre el riesgo de accidentes), la dependencia entre accidentalidad y exposición no es lineal, especialmente porque el incremento en kilometraje genera un proceso de aprendizaje de tráfico (Maycock, 1992; Page, 2001). De ahí que la elección de cualquier medida de exposición pueda estar justificada por el principio de qué investigar y qué se puede aprender de los resultados acerca de la reducción de accidentes o lesiones. También debemos tener presente que el uso de una u otra medida de exposición tiene implicaciones diversas para su interpretación que podrían no ser obvias. Por ejemplo, utilizar como medida de exposición en AT las horas de conducción puede ser un indicador de riesgo engañoso, porque obviamente una persona que no viaje en coche u otro vehículo a motor no podrá colisionar en uno de ellos, aunque sí puede ser lesionada como peatón. Pero además, una persona que conduce un determinado número de horas sobre distancias cortas está a mayor riesgo por hora conducida que cuando conduce el mismo número de horas sobre distancias largas (Janke, 1991; Robertson, 1998). Por otra parte, además de la intensidad de exposición, hay que tener en cuenta las condiciones bajo las que ésta tiene lugar. Por ejemplo, en áreas urbanas, la velocidad media de conducción es menor que en carretera, lo que lleva a una disminución de la energía intercambiada en las colisiones. Por ello, a igualdad de exposición, las colisiones en áreas urbanas son más frecuentes, pero menos severas que las que se producen en carretera (Robertson, 1998).

d. Lesión por AT

Desde un punto de vista conceptual, se define como lesión accidental (injury) toda lesión corporal producida por la exposición aguda a la energía, que interactúa con el organismo en cantidades o tasas que exceden el umbral de tolerancia fisiológica. En algunos casos (ahogamiento, estrangulación o congelación), la lesión se debe a la insuficiencia aguda de un elemento vital. En todos los casos, el intervalo entre la exposición y la aparición de la lesión debe ser corto (Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Granada, 2005). En el caso de los AT, es mayoritariamente la liberación súbita de energía cinética la responsable de la lesión, si bien en algunos casos pueden coexistir lesiones producidas por otros tipos de energía (sobre todo térmica, por combustión post-colisión, o química, por la exposición a agentes químicos liberados como consecuencia del AT), así como por estrangulación o ahogamiento. Como consecuencia de un AT pueden darse dos circunstancias: que ocurran sólo daños materiales, tanto en los vehículos implicados como en el entorno, o bien que algunas de las personas involucradas sufran algún tipo de lesión, en cuyo caso se habla de AT con víctimas.

Para el estudio de las lesiones, resulta fundamental una correcta clasificación de las mismas según su tipo y su gravedad (Linn, 1995). En algunos países, las estadísticas no registran lesiones para las cuales no se ha prescrito tratamiento después de los primeros auxilios, por ejemplo en el caso de rasguños y magulladuras (Rosman y Knuiman, 1994; Rosman, 2001; Alsop y Langley, 2001). Todo lo relacionado con la lesión por AT se estudiará con más detalle en la sección 2 de esta introducción.

e. Defunción por AT

Una de las consecuencias de los AT es, desgraciadamente, el fallecimiento de algunas de las personas implicadas en ellos. De acuerdo con la norma internacional establecida por la Conferencia Europea de Ministros de Transporte (ECMT) -organismo dependiente de la OCDE, de la CEE-ONU y de Eurostat-, se considera que una persona ha fallecido a consecuencia de un AT cuando muere dentro de los 30 días posteriores al accidente, por una causa directa o indirectamente relacionada con él (Unidad de Seguridad Vial. Dirección de vialidad. "Análisis estadística de accidentes 1997-1999" de Chile; Eurostat publications, 2000 y 2001). Sin embargo, las estadísticas de los diferentes países suelen aplicar criterios muy heterogéneos: Por ejemplo, algunos países emplean períodos menores de tiempo, como por ejemplo Francia (6 días), Italia (7 días) o Portugal (1 día). En España, a partir de 1993, la Dirección General de Tráfico (DGT) considera que una defunción se produce a consecuencia de un AT si tiene lugar en los 30 días posteriores a éste. Hasta 1992 inclusive, se consideraban sólo los fallecidos en las primeras 24 horas. La heterogeneidad antes mencionada hace que, para poder efectuar comparaciones internacionales, cada país deba aplicar un factor de corrección de magnitud variable a su estimación original de defunciones. En España, el factor de corrección utilizado es 1,3 cuando se trabaja con datos de víctimas en AT anteriores a 1993. Este coeficiente corrector está

basado en los estudios realizados por J. W. Pitt, y era el aplicado por la Organización de Naciones Unidas a los datos obtenidos con el concepto de 24 horas (Plasència et al., 1994; Redondo Calderón, 1997; Eurostat publications, 2000a y 2001a).

1.1.2. EPIDEMIOLOGÍA DESCRIPTIVA DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO

La Epidemiología descriptiva de los AT puede estudiarse a partir de los elementos principales que componen la llamada “cadena epidemiológica de los AT”: la población, los accidentes, las víctimas, las defunciones y las discapacidades (Figura 1). Las posibles relaciones entre estos elementos permiten establecer lo que Redondo-Calderón y colaboradores consideran “componentes basales de las tasa de mortalidad por AT”: la exposición al accidente, la accidentalidad, la lesividad o morbilidad y la letalidad o mortalidad (Redondo-Calderón et al., 2000).

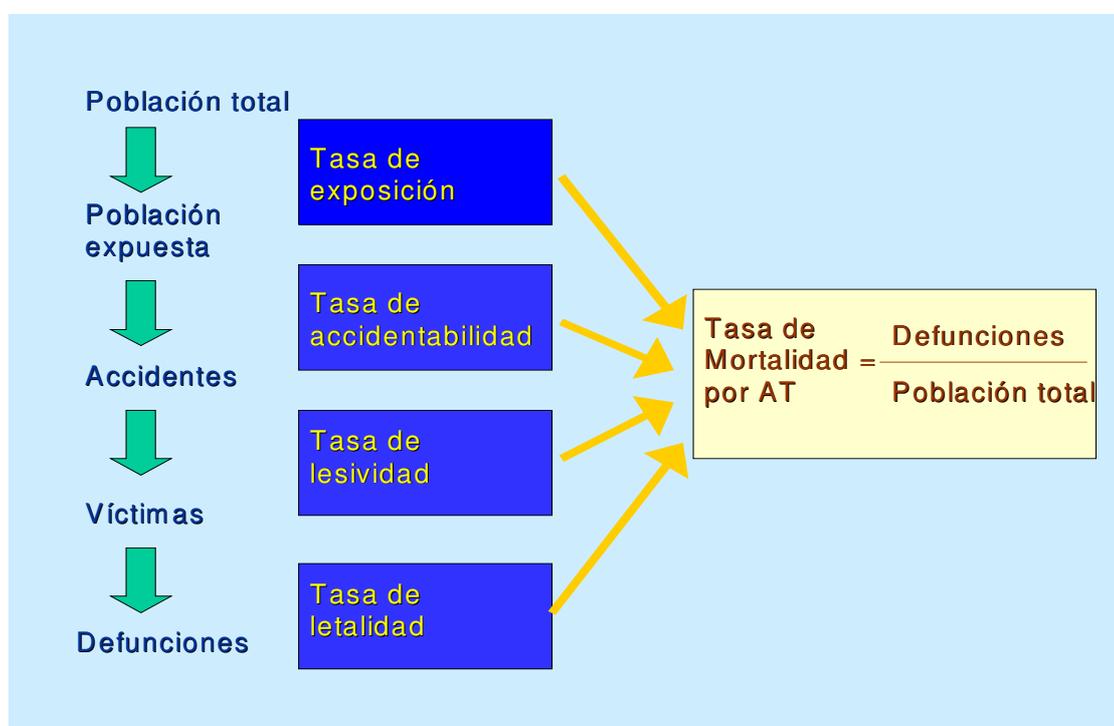


Figura 1. Elementos de estudio en la epidemiología de los accidentes de tráfico.

- **Tasa de exposición:** Expresable, en general, como personas expuestas o unidades de espacio-tiempo recorridas por N habitantes.

- **Accidentalidad:** Relaciona el número de accidentes con la intensidad de exposición (número de accidentes / n unidades de exposición). Desde una perspectiva poblacional, la accidentalidad hace referencia al volumen de accidentes por unidad de exposición, durante un período especificado. Cuando esta última se mide como una sumatoria de personas-tiempo de desplazamiento o personas-distancia recorridas, podría hablarse de una tasa de accidentalidad. Desde una perspectiva individual,

la accidentalidad se referiría al riesgo o probabilidad de sufrir un accidente por unidad de exposición (Joly et al., 1991).

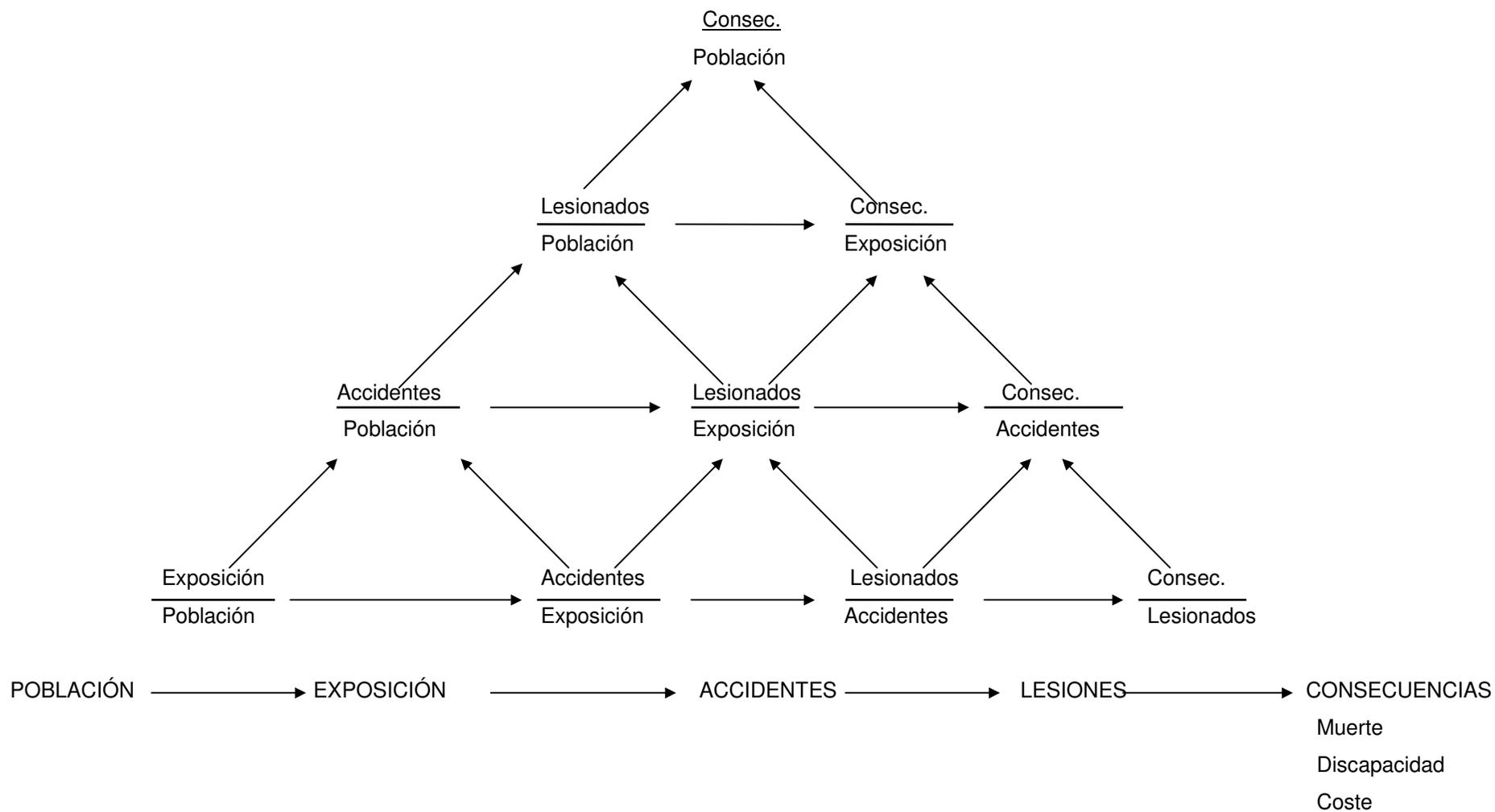
- **Lesividad:** Número de víctimas por N accidentes. Expresa la capacidad del accidente para producir víctimas. Éste suele ser, no obstante, un parámetro difícilmente mensurable, por la falta de registros de AT en los que no ha habido víctimas, así como por la subnotificación de AT en los que sólo ha habido heridos leves (James, 1991; Rosman y Knuiman, 1994; Rosman, 1996).

- **Letalidad y mortalidad:** La letalidad (número de defunciones / n víctimas) pone en relación el volumen de muertes con el de los accidentes o las víctimas de las que surgen. Aunque, en un sentido más estricto, la letalidad sería la proporción de defunciones entre el total de víctimas, la dificultad para cuantificar este último valor hace que, con frecuencia, el volumen de defunciones se refiera al total de accidentes.

Según Van Beeck y colaboradores, la mortalidad poblacional por AT (número de defunciones por AT por n habitantes) debería ser el resultado de la combinación de los anteriores componentes: intensidad de exposición, riesgo de accidente y letalidad.

Las posibles combinaciones de los elementos básicos de estudio en la epidemiología de los AT permiten la construcción de una serie de indicadores que nos acercan al problema en Salud Pública derivado de dichos accidentes. Estos indicadores podrían representarse según la siguiente pirámide:

Figura 2. Pirámide de indicadores



A continuación se exponen algunos de los datos disponibles hasta la fecha relativos a indicadores de exposición, accidentes, morbilidad, mortalidad y coste de los AT, tanto a nivel internacional como nacional.

a. Indicadores de Exposición

- **Datos Internacionales:** Por desgracia, una información fiable sobre el volumen de exposición sólo está disponible para los países más desarrollados, a partir de fuentes como el *International Road Traffic and Accident Database* (IRTAD), para los países de la OECD, o el *Statistical Office of the European Communities* (Eurostat). Según esta última institución, el transporte de pasajeros en la Comunidad Europea ha aumentado más del doble entre 1970 y 1998, pasando de 2.485 a 5.150 millones de pasajero-kilómetros (incremento del 107%). Entre 1995 y 2003 este incremento fue del 15,8%, estimándose en el año 2003 un total de 5.970 millones de pasajeros-kilómetros (Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte). En promedio, en 1998, cada ciudadano de la Unión Europea (UE) realizó 35 kilómetros por día, y tres cuartas partes de esta distancia diaria fue realizada en coches privados (Eurostat publications, 2002).

En la Unión Europea, el índice de motorización ha experimentado un incremento constante desde 1970 (184 coches de pasajeros por 1.000 habitantes) a 2000 (469 coches de pasajeros por 1.000 habitantes). De forma paralela al aumento de vehículos, la red de carreteras también se ha desarrollado rápidamente. Las redes de autopistas y de otras carreteras han experimentado, entre 1970 y 1998, incrementos del 300 y el 122 por ciento, respectivamente (Eurostat publications, 2002).

- **Datos Nacionales:** El parque nacional de vehículos a 31 de diciembre de 2005 estaba compuesto por 27,257.276 vehículos, representando los turismos un 73,22% del total y las motocicletas un 6,53%. Según los datos publicados por la DGT, la relación entre población y parque de vehículos (índice de motorización) en España desde el año 1980 ha ido aumentando paulatinamente como podemos ver en la Figura 3: 278 vehículos por 1000 habitantes en 1980 y 636 vehículos por 1000 habitantes en 2005. Por su parte, y según los datos publicados por el Ministerio de Fomento, la red vial se ha multiplicado por 51 en los últimos 30 años.

El transporte en coche durante el año 2003 en España se estimó en 346 millones de pasajeros-kilómetro (Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte).

Evolución de la motorización en España

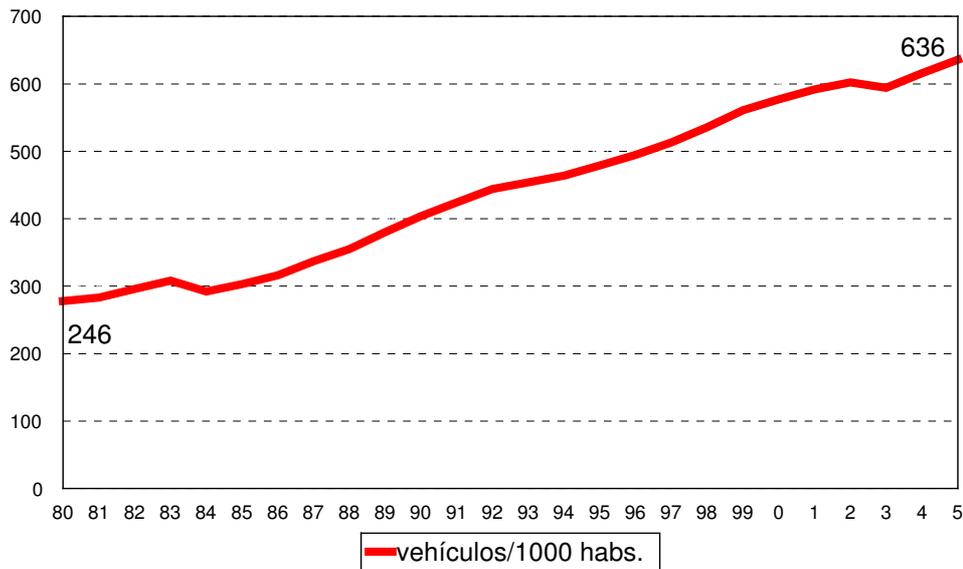


Figura 3. Evolución de la motorización en España (1980 – 2005).

b. Indicadores de Accidentes y Accidentalidad

El volumen de AT es un dato difícil de obtener en muchos países, cuando no imposible. En muchas ocasiones sólo se registran los AT con víctimas, pudiendo existir una infradeclaración de aquellos en los que sólo se producen heridos leves, que no llegan a ser atendidos sanitariamente. El problema es aún mayor cuando se pretende ofrecer estimaciones de accidentalidad, pues a la dificultad anterior hay que unir la falta de información fiable sobre la intensidad de exposición. De ahí que las estimaciones sobre accidentalidad deban ser interpretadas con suma cautela cuando se realizan comparaciones entre distintos países.

- Datos Internacionales: En Europa la base de datos de AT CARE (*Community Road Accident Database*) sólo proporciona cifras de los accidentes que resultan en lesión o muerte, ya que no existen estadísticas con datos de accidentalidad total. A partir de las estadísticas de AT implicando personas lesionadas, se conoce que en el año 2005 en el conjunto de la Unión Europea se produjeron 1,253.663 accidentes, unos 2700 por millón de habitantes (Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte). Como apreciamos en la figura 4, la evolución en el número de accidentes, muertes y lesionados por millón de habitantes desde 1991 hasta 2006 marca una ligera tendencia decreciente. Por países, en el año 2004 la mayor tasa de AT con víctimas corresponde a Austria (5,22 / 1.000 habitantes), mientras que Dinamarca es el país de la UE con una tasa más baja (1,15 / 1.000 habitantes), aunque hay que tener en cuenta que la definición de AT con lesionados difiere de un país a otro (IRTAD, 2004).

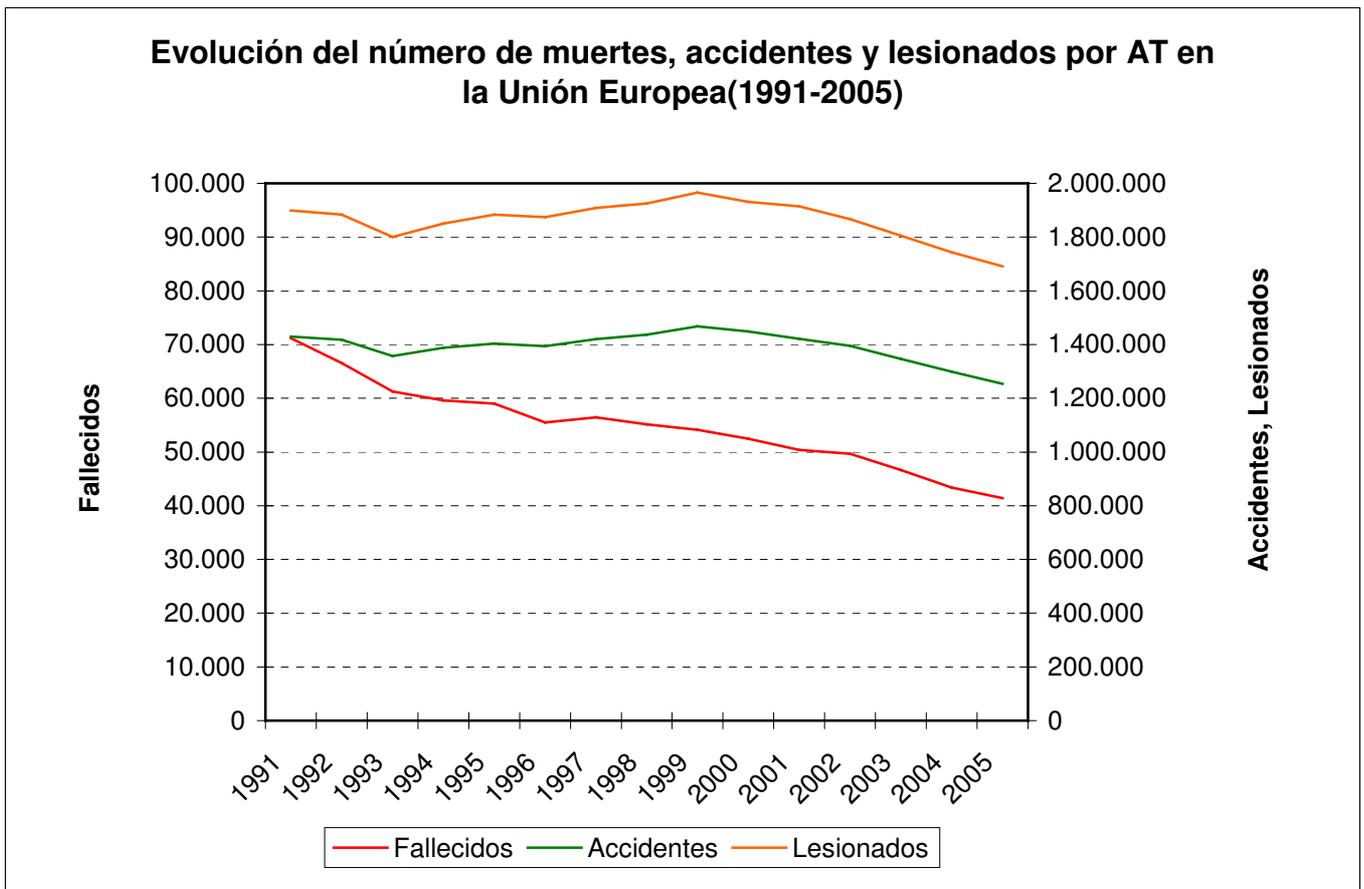


Figura 4. Evolución del número de accidentes, muertes y lesionados por AT en la Unión Europea (1991-2005)

Fuente: CARE (Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte)

- **Datos Nacionales:** En España, en el año 2004, se produjeron 218 AT con víctimas por cada 100.000 habitantes (IRTAD, 2004). Según los datos publicados por el Centro Nacional de Epidemiología, en el año 2002 España ocupaba el 10º lugar en accidentalidad (accidentes por 10.000 vehículos) entre los países de la Unión Europea. Este indicador es una aproximación, ya que no se dispone de indicadores directos para estimar la exposición (personas-kilómetro o personas-tiempo) (López-Abente et al., 2002; Regidor et al., 2002). La evolución de la accidentalidad en España desde 1980 hasta la actualidad ha sido netamente descendente (6,7 accidentes / 1000 vehículos en 1980 versus 3,3 en 2005), pero ha presentado oscilaciones a lo largo de este período, apreciándose una tendencia descendente más marcada a principios de los años noventa (DGT, 2005), como podemos observar en la Figura 5.

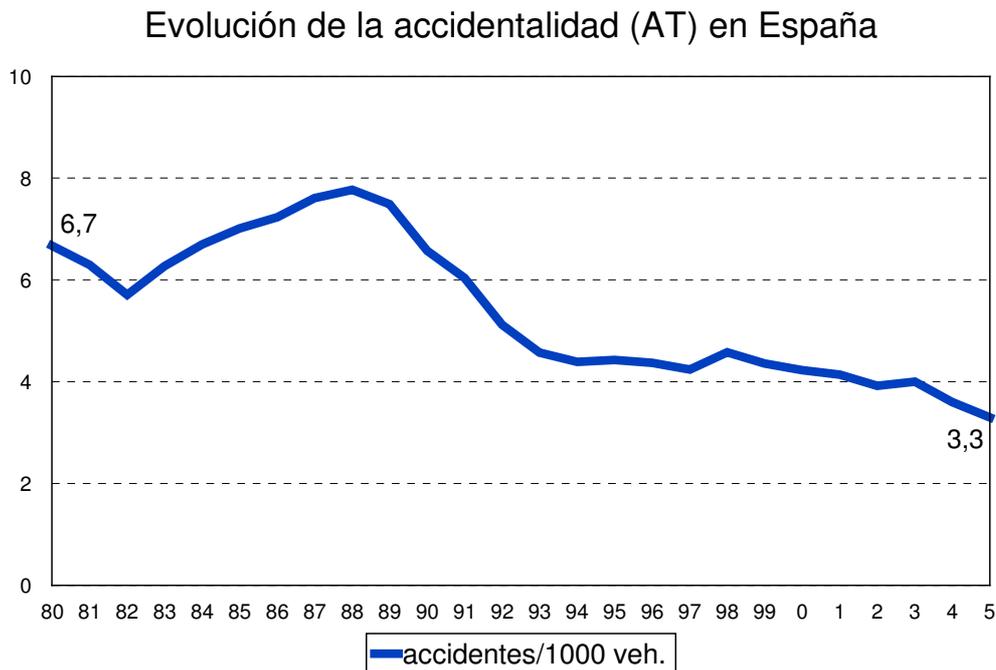


Figura 5. Evolución de la accidentalidad por accidentes de tráfico en España (1980 – 2005).

c. Indicadores de Lesionados y Lesividad

- **Datos Internacionales:** Un reciente informe del *Transport Road Laboratory* aporta estimaciones de la incidencia global de lesiones no fatales por AT basadas en la suposición de que alrededor del 50% de las lesiones en AT son informadas, con una razón de 100 lesionados por cada muerte referida a países altamente motorizados y una razón de entre 20 y 30 lesionados por cada muerte en los países menos motorizados (Peden, 2001). Según datos de la Comisión Europea, se estima un total de 1,691.335 lesionados por AT en la Unión Europea en 2005 (CARE, 2005).

- **Datos Nacionales:** Los AT en España dan lugar a un elevado número de lesionados. Los datos definitivos más recientes disponibles son de 21.805 heridos graves y 116.578 heridos leves en el año 2004. En ese mismo año se produjeron 1.472 heridos por cada 1.000 accidentes (DGT, 2004b). Según la DGT, las seis lesiones más frecuentes producidas por los AT y que suponen más del 80% de las mismas son: los esguinces cervicales (24,7%), los traumatismos en las extremidades inferiores (17,9%) y superiores (15,4%), en el tórax, abdomen y pelvis (9,3%), en cráneo/cara (8,9%) y las policontusiones (7,3%) (González et al., 2005). Según el Estudio de la mortalidad a 30 días por accidentes de tráfico (EMAT-30), en el año 2001, las lesiones debidas a un accidente de tráfico produjeron 40.174 episodios,

protagonizados por 28.157 hombres (70%) y 12.006 mujeres (29,9%) (Grupo de trabajo sobre la medida del impacto en salud de los accidentes de tráfico en España, 2004). En más de un tercio de estos lesionados los diagnósticos principales fueron las fracturas en las extremidades superiores, inferiores o en el tórax o una conmoción cerebral.

d. Indicadores de Mortalidad y Letalidad

- **Datos Internacionales:** Se estima que en 2002 en todo el mundo murieron 1,18 millones de personas como consecuencia de un AT, lo que supone una media de 3.242 fallecimientos al día. Esto hace que las lesiones causadas por AT representen la undécima causa de muerte para todas las edades a nivel mundial. Sin embargo, existen diferencias entre ambos sexos: en conjunto, los hombres sustentan el 73% de las muertes por AT. En 2002, las tasas de mortalidad fueron de 27,6 por 100.000 habitantes para hombres y de 10,4 para mujeres. Por grupos de edad, en el grupo de 15 a 44 años se produjeron más de la mitad del total de fallecimientos a nivel mundial. Asimismo, existen variaciones en los grupos de edad en los que las tasas de mortalidad son mayores según el nivel de ingresos del país. En los países de ingresos altos las mayores tasas de mortalidad por 100.000 habitantes se dieron entre los sujetos de 15 a 29 años, mientras que en los países de ingresos bajos y medios fueron los mayores de 59 años los que sufrieron la mayor mortalidad por 100.000 habitantes (Peden, 2004).

Para el año 2020, se proyecta que las lesiones por AT podrían alcanzar alrededor de 2,3 millones de muertes globalmente y podrían dar cuenta de una mayor proporción de todas las muertes por lesión (27,4%), llegando a representar la sexta causa mundial de mortalidad, con más de un 90% de estas muertes en países de renta baja y media (Peden, 2004).

En relación con la Comunidad Europea, la Figura 6 representa la mortalidad en accidentes de tráfico por 100.000 personas en 2005 en los distintos países de la UE, obtenida a partir de los datos IRTAD (Internacional Road Traffic and Accident Data). A pesar de que el transporte por carretera se ha duplicado más del doble entre 1970 y 1998, el número de muertes por 1.000 millones de pasajero-kilómetro ha disminuido en un 44% en el mismo periodo). Aunque el número de personas muertas en AT está disminuyendo en la mayoría de las regiones de Europa, en otras zonas se ha registrado un considerable incremento (Eurostat publications, 2000). Las más notables mejoras han tenido lugar en Austria, Finlandia y Suecia, donde las muertes por AT disminuyeron casi un 30% entre 1992 y 1998 (Eurostat publications, 2001). En 1997, Suecia y el Reino Unido fueron los países con las tasas de muerte por AT más bajas de la UE. Sin embargo, Grecia, España y Portugal no han seguido la tendencia descendente predominante en la UE desde 1970 y sus tasas de mortalidad por AT permanecen todavía en un alto nivel (tasa de 1997 superior a la de 1970). Mientras que en España y Portugal se registró un significativo descenso desde principios de los años noventa hacia delante, Grecia e

Irlanda son los únicos países de la UE donde el número de personas muertas en AT se ha incrementado desde 1992 (Eurostat publications, 2001).

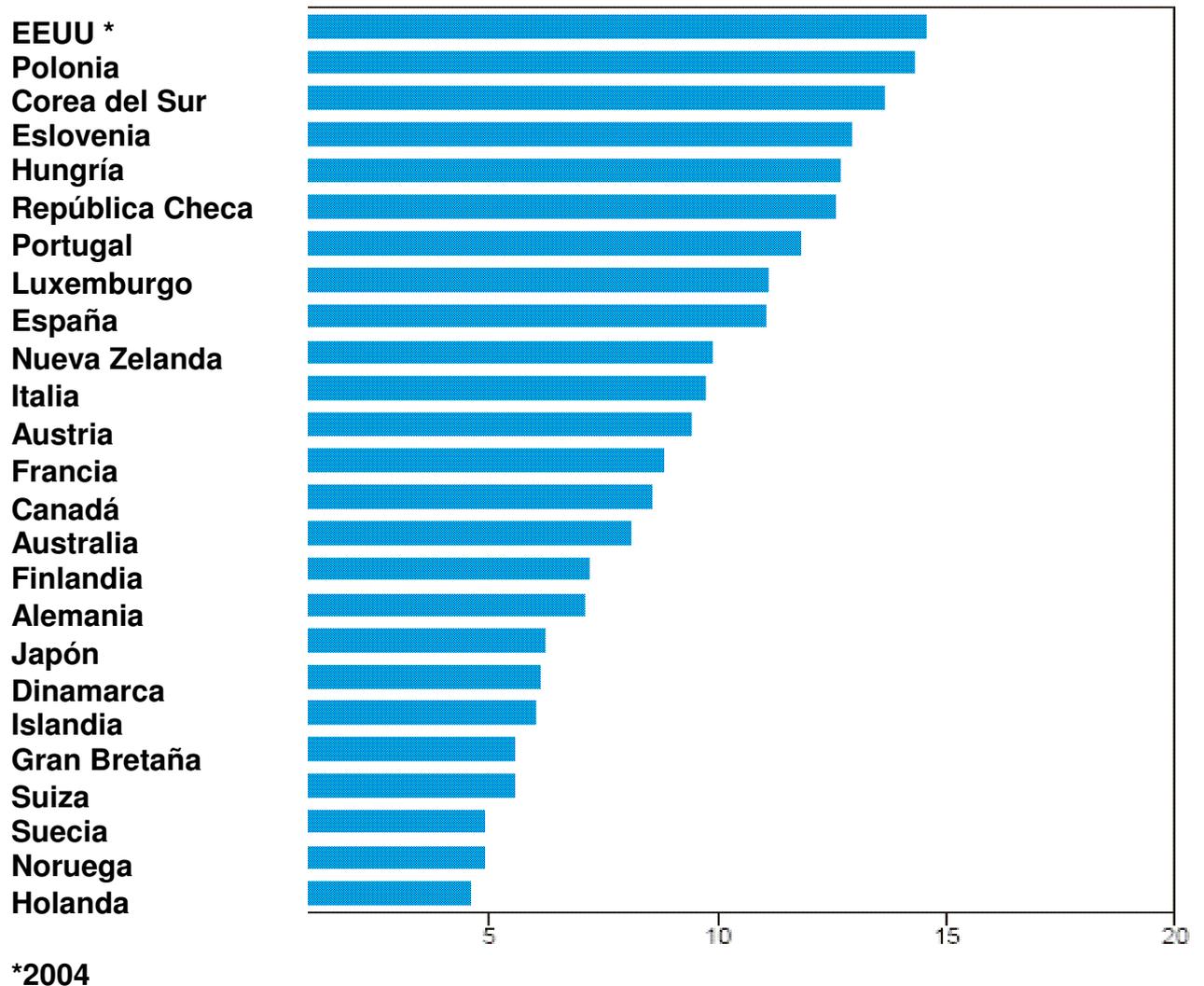


Figura 6: Muertes en accidentes de tráfico por 100.000 personas en 2005.

Fuente: Internacional Road Traffic and Accident Data.

- **Datos Nacionales:** Según datos del INE (2006), en España el tráfico constituye la primera causa de mortalidad por lesión de causa externa para todos los grupos de edad y para ambos sexos, exceptuando las mujeres mayores de 74 años. Destaca además la elevada cifra de defunciones en las edades comprendidas entre los 15 y los 44 años, en las que se concentran casi el doble de fallecidos por AT que en el total de todas las demás edades. Las tasas de mortalidad en accidentes de tráfico por vehículos a motor por 100.000 habitantes fueron 18,3 en varones y 5,3 en mujeres, según los datos correspondientes al año 2004 publicados por el Centro Nacional de Epidemiología del Instituto de Salud Carlos III (Figura 7). Por grupos de edad, las tasas de mortalidad más elevadas se dan los grupos de 15-29 años y 75 y más años, tanto en hombres como en mujeres. La sobremortalidad masculina ha sido muy marcada en la evolución temporal de la mortalidad por AT en los últimos años, con una relación hombre/mujer superior a 3 (Figura 8). En los varones se aprecia un brusco incremento en las tasas de mortalidad por AT a partir de los 15 años. En las mujeres, este incremento es mucho más moderado (López-Abente et al., 2002; Saiz-Sánchez et al., 1999), como podemos apreciar en la Figura 8.

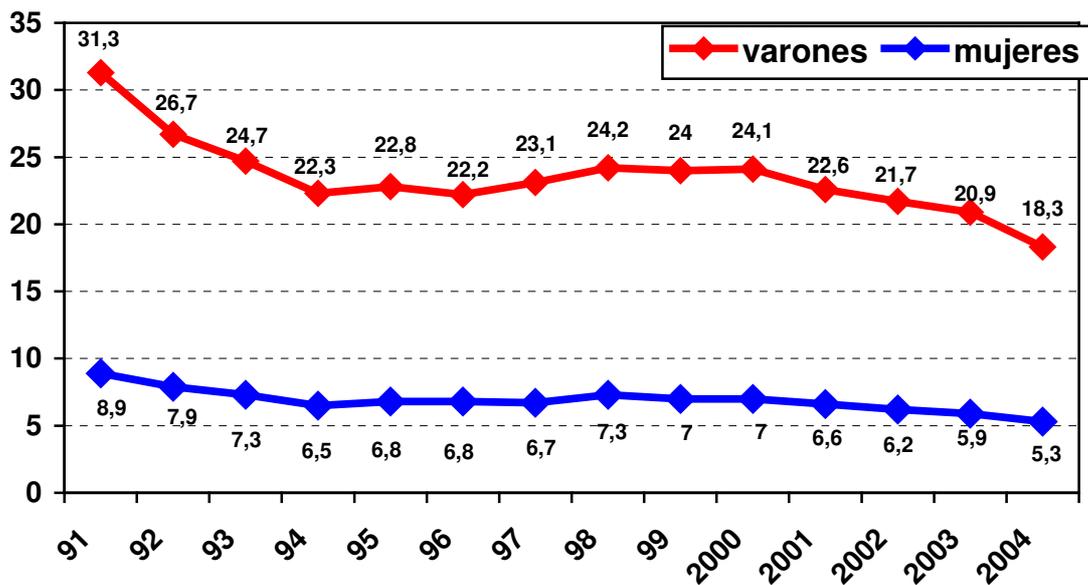


Figura 7: Evolución temporal de la mortalidad por AT en España (1991 – 2004) según sexos. Tasas estandarizadas por 100.000 habitantes.

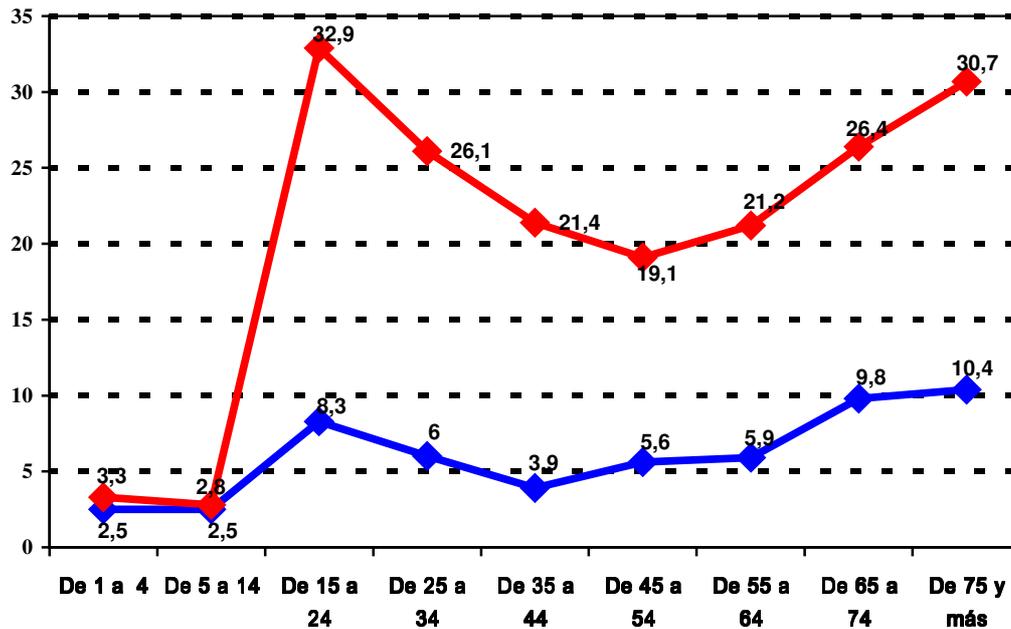


Figura 8: Tasas de mortalidad por AT (por 100.000 habitantes), por grupos de edad y sexo. España 2002.

En cuanto a los Años Potenciales de Vida Perdidos (APVP), en España los AT constituyen la primera causa en varones y la segunda en mujeres. Según los últimos datos publicados por el Centro Nacional de Epidemiología del Instituto de Salud Carlos III, correspondientes al año 2000, los accidentes de tráfico por vehículos a motor suponen 131.557 APVP en varones y 33.642 en mujeres, lo que equivale a unas tasas estandarizadas por la población europea por 100.000 habitantes de 673,32 en varones y 186,91 en mujeres.

Con respecto a la letalidad (defunciones/1000 víctimas), su evolución en España desde 1980 hasta la actualidad muestra una tendencia ligeramente descendente, aunque con oscilaciones (Figura 9). En 1980 mostraba valores de aproximadamente 74 muertes/1000 AT con víctimas, disminuyendo paulatinamente hasta 1987 (59,7 muertes/1000 AT con víctimas), volviendo a incrementarse y alcanzando un pico máximo en 1993 (79,8), valor que paulatinamente ha ido disminuyendo hasta situarse en 48,7 muertes/1000 AT con víctimas en 2005. Según datos publicados por la DGT, en 2005 el número de víctimas mortales dentro de los 30 días posteriores al accidente fue de 4.442.

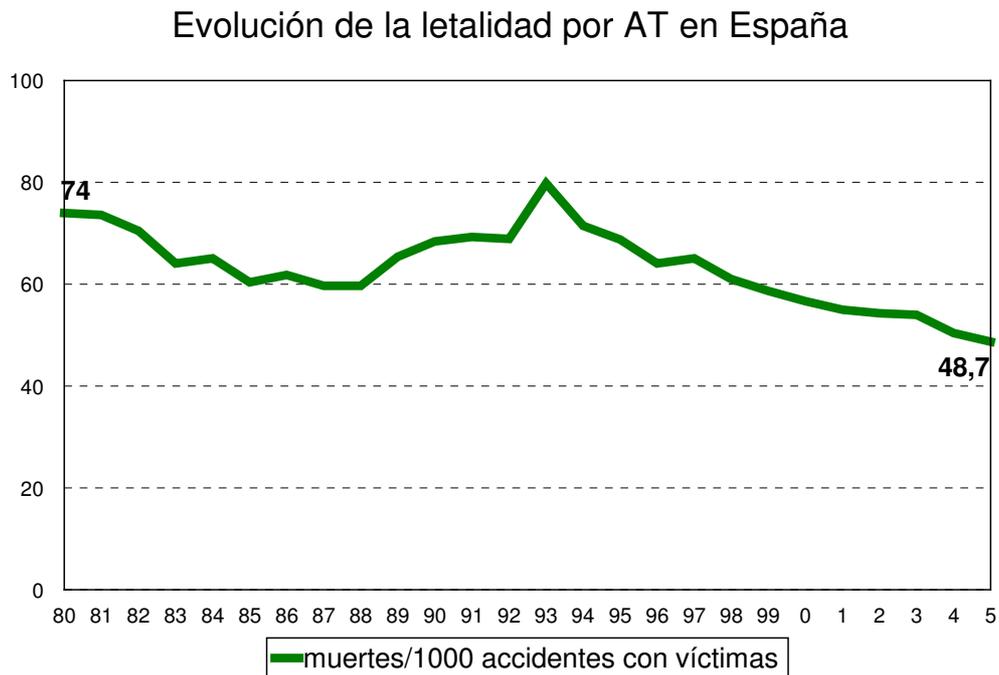


Figura 9: Evolución de la letalidad por AT en España (1980 – 2005)

e. Discapacidad

En general, la información sobre morbilidad es mínima, incluso para las lesiones más graves; hay escasos datos válidos y fiables acerca de las secuelas a largo plazo de las lesiones por AT, a partir de los cuales se puedan construir estimaciones de discapacidad, y casi no existe información sobre morbilidad y discapacidad por tipo de usuario de la carretera.

En un informe de la OMS (Peden, 2004), se ofrecen estimaciones sobre el volumen de AVAD por lesiones en AT. Así, para 2002 se estimaron 38,4 millones de AVAD por AT en todo el mundo, lo que los sitúa en el 9º lugar sobre el total de causas, justificando el 2,6% de todos los AVAD perdidos. Para 2020, se proyecta que los AVAD por AT pasen a ocupar el tercer lugar en importancia, tras la cardiopatía isquémica y la depresión mayor unipolar. En hombres, fueron la 6ª causa de AVAD, mientras que en mujeres fueron la 15ª. En conjunto, los hombres sustentan el 70% de AVAD perdidos por lesiones relacionadas con los AT. Por grupos de edad, representaron la 2ª causa de AVAD en población de 5 a 14 años (8,7 millones) y la 3ª causa entre los 15 a 44 años (22,8 millones). Las lesiones por AT justifican 34,3 millones de AVAD en países de renta baja y media (88,3% del total).

f. Coste

- **Datos internacionales:** En general, no hay mucha información sobre los costes sociales y económicos por lesiones debidas a AT, salvo los datos disponibles dentro de algunos países. Así, la información sobre costes diferenciales entre países de renta baja y alta (incluyendo costes sociales) es escasa y poco fiable. Por lo demás, se carece de datos sobre costes por tipo de usuario de la carretera. El *Transport Research Laboratory* ha ofrecido una estimación de costes a nivel mundial basándose en una revisión de los estudios emprendidos por varios países. Según dicho informe (Tabla 1), el coste mundial crudo anual de los AT es de 518 billones de dólares americanos. Por término medio, dicho coste supone alrededor del 1% del PIB en los países “en desarrollo”, el 1,5% en los países “en transición” y el 2% en los países “altamente motorizados”. Los valores extremos se dieron en Vietman (0,3%) y EEUU (cercano al 5%).

Tabla 1: Costes de los accidentes de tráfico por Región (en billones de dólares US)

REGIÓN	PIB regional 1997	Costes estimados de AT anuales	
		PIB	Costes
África	370	1%	3,7
Asia	2454	1%	24,5
América Latina / Caribe	1890	1%	18,9
Oriente Medio	495	1,5%	7,4
Europa Central / Este	659	1,5%	9,9
SUBTOTAL	5615		64,5
Países altamente motorizados	22665	2%	453,3
TOTAL			517,8

Fuente: Jacobs et al., 2000.

Según ha publicado la Agencia Federal de Tráfico y Seguridad Vial de Estados Unidos (NHTSA), el coste de los AT en este país en el año 2000 se elevó a 198.698 millones de dólares (equivalente a 198.334 millones de euros o 33 billones de pesetas). De esa cifra, 81.300 millones de dólares correspondieron a pérdidas de productividad en el trabajo; 59.000 millones a daños materiales; 32.600 millones a costes médicos, y 25.600 millones a costes y gestiones administrativas derivados de los accidentes (Ladra, 2003).

En Europa, el coste directamente mensurable de los accidentes de circulación asciende a 45.000 millones de euros. Los costes indirectos (incluidos los perjuicios físicos y morales de las víctimas y de sus familiares) son entre tres y cuatro veces superiores. Según el informe de Ewa

Hedkvist Petersen «Prioridades de la seguridad vial de la UE. Informe de situación y clasificación de las acciones», adoptado por el Parlamento Europeo el 18 de enero de 2001, el importe anual de los AT sería de 160.000 millones de euros, equivalente al 2 % del PIB de la Unión Europea (Comisión de Energía y Transportes de la Unión Europea. Libro Blanco, 2001).

- **Datos Nacionales:** En España, el coste de los AT en 2001 osciló entre 11.450 y 15.390 millones de euros (Ladra, 2003), dependiendo del método aplicado para valorarlo. Desglosando dicho coste, su mayor parte se debe a los daños materiales (entre el 41 y el 55,2%), seguidos por las pérdidas netas de producción o costes indirectos (lo que deja de producir el fallecido), que supusieron entre el 15 y el 20% del total; los costes administrativos (entre el 9,6 y el 13%) y, por último, los costes hospitalarios (del 1,1 al 1,5%) y los de rehabilitación no médica (1,4 al 1,9%) (López et al., 2001). Los costes humanos tienen consideración aparte, ya que su peso en el coste global depende del método usado para su cálculo. Si se opta por el método de las indemnizaciones, su participación roza el 8%; sin embargo, si se utiliza el método de disposición al pago, éste aumenta hasta el 31,5% del total.

Entre 1999 y 2001, la participación de los costes hospitalarios, los de rehabilitación no médica y los costes humanos sobre el total descendieron, a diferencia del aumento observado para la participación de los costes administrativos y los de las pérdidas netas de producción, mientras que la contribución de los daños materiales se mantuvo estable.

En España, el coste meramente económico para el Estado de cada uno de los 5.517 muertos habidos en 2001 se sitúa en 36.300 euros. Sin embargo, cada herido grave cuesta 251.500 euros y cada herido leve 6.180 euros. Esta diferencia de coste entre muertos y heridos graves se debe a que estos últimos producen mayores gastos sanitarios y de rehabilitación, incluidos los cuidados que necesitan posteriormente en sus casas. El coste de los heridos graves se dispara a cifras muy altas por las indemnizaciones a los "grandes lesionados", como tetraplégicos. (Ladra, 2003).

Según un estudio realizado con 2180 casos de supervivientes en AT y atendidos en centros hospitalarios en España entre 2000 y 2004, el coste originado por los AT llega a superar los 100.000 euros por víctima en los más graves (un 7,8% de los casos), y en algunos casos, puede llegar a alcanzar los 181.000 euros. En un 18%, los costes oscilan entre 25.000 y 100.000 euros y en un 25% varía entre 10.000 y 25.000 euros. Además, estima que los costes por indemnización pueden llegar a los 678 millones de euros según la gravedad de las lesiones (Rodríguez, 2005).

1.1.3. EPIDEMIOLOGÍA ANALÍTICA DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO

a. Modelos causales: La Matriz de Haddon

Para conseguir disminuir la accidentalidad es necesario, en primer lugar, identificar los factores de riesgo relacionados con la misma. Esto supone establecer un modelo de causalidad, tal y como hicieron Haddon (1968) y otros autores al plantear el estudio de los AT en términos epidemiológicos. La matriz de Haddon (Haddon, 1980; Haddon y Baker, 1981) ha sido un instrumento extremadamente válido a lo largo de casi dos décadas, ya que, como modelo conceptual, ha ayudado a guiar investigaciones y al desarrollo de intervenciones. La matriz de cuatro columnas y tres filas (Tabla 2) combina conceptos de salud pública de huésped – agente – ambiente como objetos de intervención, con los conceptos de prevención primaria, secundaria y terciaria (Izquierdo y Rodés, 1992):

- a) En las columnas vienen definidos los *factores* cuya interacción contribuye al proceso de lesión:
 - La columna del huésped se refiere a la persona en riesgo de lesión.
 - El agente de lesión es la energía transmitida al huésped a través de un vehículo (objeto inanimado) o vector (persona u otro animal).
 - El ambiente físico incluye todas las características del lugar en el cual ocurre el suceso (ej. la carretera).
 - El entorno socio-económico se refiere a normas y prácticas sociales y legales (ej. políticas acerca de permisos de conducir).
- b) En las filas se recoge la dimensión temporal mediante las distintas *fases* en las cuales es posible actuar:
 - Pre-colisión: hace referencia a aquellos factores que actúan antes de que se produzca el AT.
 - Colisión: se refiere a aquellos factores que actúan en el momento que se produce el AT.
 - Post-colisión: incluiría aquellos factores que modifican el pronóstico de las lesiones producidas, una vez que ha ocurrido el AT.

FACTORES

		Individuo	Vehículo	Ambiente	Entorno socio-económico
F A S	Precolisión				
	Colisión				
	Postcolisión				
E S	Resultados	Daño a personas	Daño al vehículo/ equipamiento	Daño al entorno	Daño a la sociedad

Tabla 2: Matriz de fases y factores implicados en los accidentes de tráfico.

Fuente: Haddon, 1980.

En el estudio de los AT hay muchas oportunidades para la eliminación o reducción de resultados finales de lesión o muerte. La construcción de una matriz de dos dimensiones, como la propuesta por Haddon, presenta las siguientes ventajas (Haddon, 1999):

- En cada celda se pueden organizar cuestiones o soluciones más específicas. Además, esto va a permitir solucionar interacciones entre los elementos incluidos en distintas celdas individuales y poder aplicar modelos matemáticos. Cada una de estas celdas contiene un número sustancial, amplio y complejo de factores, categorías de variables, y oportunidades para influir en los resultados.
- Identificar los recursos necesarios y los conocimientos científicos disponibles. En la matriz de Haddon se identifican, para cada una de las tres fases de la colisión (precolisión, colisión y postcolisión), los factores que condicionan la presentación o no de una lesión en factores personales, del vehículo y de las infraestructuras, del entorno físico y del entorno socioeconómico. Por ejemplo, en la fase precolisión, las fuentes de investigación incluyen alcoholismo, reventón de neumáticos, coeficientes de fricción de superficies en carretera o existencia de medidas legislativas sobre uso de elementos de seguridad. En la fase de colisión están los umbrales de lesión de conductores y otros pasajeros, la integridad dinámica del equipamiento del vehículo, el diseño de carreteras o el cumplimiento de medidas legislativas sobre medidas de protección. En la fase de postcolisión, las fuentes de investigación incluyen generación de señales de emergencia y otras comunicaciones, transporte de emergencia, atención médica de emergencia, levantamiento o retirada de restos, y el trabajo de la policía.

Así, identificando intervenciones que encajen dentro de cada celda de la matriz se puede generar una lista de estrategias para delimitar una variedad de lesiones.

b. Principales factores de riesgo según su origen

A continuación comentaremos brevemente el efecto de cada uno de los principales factores de riesgo sobre la intensidad de exposición y la accidentalidad (fase de precolisión de la matriz de Haddon). El efecto de dichos factores sobre la lesividad y la letalidad será el objeto de la segunda parte de esta introducción, dado que constituyen el núcleo central de la presente Tesis Doctoral. De acuerdo con el eje horizontal del modelo causal planteado en la matriz de Haddon, los factores de riesgo que pueden influir en la fase de precolisión pueden agruparse en cuatro grandes categorías, sobre las que vamos a estructurar el presente apartado: factores humanos, del vehículo, del ambiente físico y del entorno social.

b1. Factores humanos (el individuo)

Como ya dictaminó la Comisión Especial de Encuesta e Investigación del Senado sobre Seguridad Vial (1992), determinar las causas de un AT es un problema complejo, ya que son raros los accidentes debidos a un solo factor, estando la norma determinada por la

conurrencia e interacción de varios de ellos. No obstante, dicha Comisión concluyó que la mayor importancia reside en el factor humano, al que se le ha llegado a atribuir las tres cuartas partes de los AT. De forma similar, la DGT establece que en un 71 a 93% de los AT se identifican “factores humanos” como generadores del accidente (Dirección General de Tráfico, 2001).

Los factores humanos pueden, a su vez, desglosarse en diferentes subgrupos, de acuerdo con diversos criterios. Según el propuesto por Evans en 1996, recogido y adaptado en la revisión de Petridou y Moustaki (2000) se pueden clasificar en los siguientes cuatro grupos y colectivamente representan la principal causa de 3 de cada 5 AT.

1. Factores que reducen la capacidad de base a largo plazo: inexperiencia, vejez, enfermedad e incapacidad, alcoholismo y abuso de drogas.
2. Factores que reducen la capacidad de base a corto plazo: somnolencia, fatiga, intoxicación alcohólica aguda, efecto de drogas a corto plazo, fase de digestión tras la comida, estrés psicológico agudo, distracción temporal.
3. Factores que promueven comportamientos de riesgo con impacto a largo plazo: sobreestimación de capacidades, comportamiento varonil, velocidad excesiva de forma habitual, desatender habitualmente las regulaciones de tráfico, comportamiento incorrecto conduciendo, no uso del cinturón de seguridad o casco, sentarse inapropiadamente mientras se conduce, inclinación o propensión al accidente.
4. Factores que promueven comportamientos de riesgo con impacto a corto plazo: consumo moderado de etanol, drogas psicotrópicas, homicidio con vehículos a motor, conducta suicida, actos compulsivos.

- **Edad:** En la mayoría de los estudios realizados hasta ahora sobre el efecto que la edad tiene en la accidentalidad se obtiene, de forma general, un patrón en “U”: los dos grupos de edad con un mayor riesgo de sufrir un AT son los jóvenes de 15 a 29 años y las personas de 65 o más años (Massie et al., 1995; Ryan et al., 1998; Li et al., 2001; Lardelli et al., 2003a; Williams, 2003a). Las posibles razones para explicar la mayor accidentalidad de estos dos grupos de edad son diferentes en cada uno (Ryan et al. 1998). Un patrón sería el de los conductores más jóvenes, caracterizado por una combinación de tres factores: inexperiencia en evaluar situaciones de riesgo, mayor inclinación al riesgo y mayor proporción de exposiciones de alto riesgo. El otro patrón correspondería a los conductores mayores, caracterizado por una habilidad disminuida para hacer frente a situaciones complejas del tráfico. Así, en los conductores de edad avanzada, el mayor riesgo de causar un AT se ha atribuido al efecto de variables relacionadas con el envejecimiento, como la disminución de reflejos y el mayor tiempo de reacción a los estímulos (Hakamies-Blomqvist, 1994). Cada día se acepta más la idea de que las habilidades necesarias para la conducción empiezan a deteriorarse a partir de los 55 años. Se produce un deterioro de la percepción auditiva y visual, pérdida de agilidad y

disminución de los reflejos, si bien, la mayor prudencia y experiencia pueden compensar, en parte, estos déficits (Petridou y Moustaki, 2000; Lyman et al., 2001).

- **Sexo:** En términos generales, se podría afirmar que los hombres se accidentan con mayor frecuencia que las mujeres (Lyles et al., 1991), si bien parte de este exceso se debe indudablemente a su mayor exposición (Chipman et al., 1992). En general, se ha afirmado que los hombres tienen una probabilidad aproximadamente tres veces mayor que las mujeres de estar implicados en un AT y de que éste sea más grave (Li et al., 2001, Laberge-Nadeau, 1992; Li et al., 1998). No obstante, diversos autores han comprobado que el efecto del sexo depende de la edad del conductor: así, el exceso de riesgo de los varones parece acentuarse en los estratos de edad más jóvenes, mientras que tiende a atenuarse, o incluso invertirse, a partir de los 45 años (Massie et al.; 1995, Ryan et al., 1998; Lardelli et al., 2003a; Li et al., 1998; Farrow, 1987; Stamatiadis y Deacon, 1995).

Otro factor que debe ser tenido en cuenta en las comparaciones de la accidentalidad entre ambos sexos es la gravedad del AT (Massie et al., 1995): En el caso de los AT fatales, el exceso de riesgo de los varones es muy acusado entre los conductores jóvenes y tiende a desaparecer a partir de los 60 años de edad. Este hallazgo es compatible con la asociación de los conductores varones jóvenes con factores de riesgo como velocidad excesiva o conducir bajo la influencia del alcohol u otras drogas (Zhang et al., 1998; NHTSA, 2000). Sin embargo, cuando se consideran los AT no fatales las mujeres tienen mayores tasas de implicación a partir de los 25 años de edad, a pesar de estar menos expuestas.

- **Experiencia:** La inexperiencia en la conducción es un factor clásicamente asociado con un mayor riesgo de sufrir o provocar un AT, especialmente en los conductores noveles (Williams, 2003b; Gregersen et al., 2000; Cooper et al., 1995; Maycock et al., 1991; Preusser y Leaf, 2003; Waller et al., 2001). Aunque los AT disminuyen con la experiencia, hay que tener en cuenta la dificultad de separar el efecto de este factor del de otros dos: la edad del conductor y el volumen de exposición. Con respecto a la edad, los estudios realizados en conductores más jóvenes (menores de 25 años de edad), con objeto de diferenciar el efecto independiente de juventud e inexperiencia no han arrojado resultados consistentes. Mientras que algunos de ellos enfatizan la importancia del efecto de la juventud (Laberge-Nadeau et al., 1992; Levy, 1990; Mayhew y Simpson, 1990), otros resaltan la inexperiencia como el factor determinante del exceso de riesgo de este grupo de conductores (Ballesteros y Dischinger, 2002; Maycock et al., 1991; Mayhew, 2003; Catchpole et al., 1994). En cuanto al volumen de exposición, se trata del principal determinante de la experiencia. Así, es bien conocida la llamada “paradoja de la experiencia” de los conductores jóvenes e inexpertos: Su necesaria adquisición de experiencia se realiza a costa de exponerse a la conducción en el período de mayor riesgo, justo tras adquirir su permiso de conducir (Gregersen et al., 2000).

- **Consumo de alcohol:** Se considera que el alcohol es el principal factor relacionado con la accidentalidad, con un incremento significativo del riesgo de estar involucrado en colisiones fatales (Mercer y Jeffery, 1995; Gonzalez-Luque y Rodríguez-Artalejo, 2000; Del Río et al., 2002; Álvarez González, 1997; Petridou y Moustaki, 2000). Según el Council on Scientific Affairs (1986), conducir bajo los efectos del alcohol es responsable del 30 al 50% de los AT con víctimas mortales, del 15 al 35% de los AT que causan lesiones graves y del 10% de los que no causan lesiones.

En general, los efectos del alcohol son directamente proporcionales a su nivel sanguíneo: a mayor nivel, más deterioro (Council on Scientific Affairs, 1986). Este deterioro puede manifestarse ya a niveles de 20 mg/100ml, e invariablemente está siempre presente en el nivel legal vigente en España de 50 mg/100ml (Boletín Oficial del Estado N° 266, de 6 de noviembre de 1988. Real Decreto 2282/1998, de 23 de octubre). El nivel "legal" de alcohol en sangre actual de 50 mg/100ml fue elegido porque a ese nivel todos los conductores presentan un deterioro y un mayor riesgo de accidente (Council on Scientific Affairs, 1986; Petridou y Moustaki, 2000). Pero no todas las personas se afectan por igual, ya que la variabilidad biológica da lugar a sustanciales diferencias en la influencia y tolerancia al alcohol. Jóvenes y mujeres de cualquier edad, así como bebedores sin experiencia tienen poca tolerancia al alcohol y son más vulnerables a los AT relacionados con éste (Council on Scientific Affairs, 1986; Jonah, 1986; Petridou y Moustaki, 2000).

- **Consumo de drogas y medicamentos:** Se estima que el 10 % de las muertes en AT podría deberse a conducir bajo el efecto de sustancias psicoactivas, aparte del alcohol (Del Río y Álvarez, 1995; Del Río y Álvarez, 2000). Las drogas ilegales alteran la capacidad de conducir debido a que producen un deterioro de la capacidad psicomotora y alteran la conducta y el comportamiento conduciendo (Albery et al., 2000; Everett et al., 1999); además, los propios trastornos psicopatológicos de las personas que abusan y dependen de estas sustancias deterioran también las condiciones necesarias para una óptima conducción. Las drogas más frecuentemente detectadas en conductores que conducen temerariamente son, en general, el *Cannabis*, las drogas estimulantes (cocaína y anfetaminas) y los tranquilizantes. (Mercer y Jeffery, 1995).

En cuanto a la influencia del consumo de fármacos sobre la capacidad de conducir, la información disponible (principalmente basada en estudios de laboratorio) indica el efecto negativo de ciertos grupos farmacológicos, fundamentalmente aquellos con acción depresora sobre el sistema nervioso central, que producirían una alteración de la función psicomotora y, por tanto, de la capacidad de conducir. Así, por ejemplo, se ha encontrado que aquellos conductores con concentraciones terapéuticas o superiores de benzodiazepinas en sangre tuvieron un significativo incremento del riesgo de ser culpables del AT (Longo et al., 2000).

- **Distracciones:** una situación de stress agudo puede provocar déficit de atención y distorsión de la realidad, así como aumento de riesgo de infarto de miocardio; distracciones transitorias como encender un cigarrillo, usar el móvil, encender la radio, atender las llamadas de un niño o discutir con un pasajero es más probable que contribuyan a la producción de un accidente (Petridou y Moustaki, 2000). En relación con el aumento progresivo del uso de teléfonos móviles, incluso conduciendo un vehículo (Astrain et al., 2003), diferentes trabajos han estudiado cómo afecta a las habilidades para conducir. El uso del teléfono móvil desvía la atención del conductor e incrementa el riesgo de accidente (Mcknight y Mcknight, 1993; Briem et al., 1995; Violanti y Marshall, 1996; Violanti, 1998; Lambie et al., 1999; Consiglio et al., 2003; Matthews et al., 2003), efecto que en parte puede depender de características inherentes al conductor como su edad y sexo (Hancock et al., 2003). Algunos de los efectos adversos sobre la conducción producidos por una conversación telefónica al volante son la comisión de más infracciones y mayores lapsos de atención (Beede, 2006). Según estudios de simulación en conductores, el uso del teléfono móvil modifica la velocidad a la que se circula, en algunas ocasiones disminuyéndola considerablemente y, en otras, aumentando la velocidad media o en las curvas. En situaciones reales, existe una asociación entre el uso de teléfonos móviles y la circulación a una velocidad inadecuada para el tipo de vía y la densidad del tráfico, aumentando el riesgo de colisión; además, este riesgo es mayor en las vías rápidas que en las más lentas (Richter et al., 2006).

Algunos autores sugieren que las distracciones durante la conducción pueden ser un factor presente en aproximadamente el 2% de los AT mortales. Estas distracciones incluyen determinados acontecimientos físicos, acciones o condiciones que ocurren en el interior del vehículo y que pueden desviar la atención del conductor; por tanto determinadas condiciones mentales, como pudieran ser el estrés emocional o el sueño, merecerían una consideración aparte. Como posibles fuentes de distracción dentro del vehículo se consideran desde todo tipo de nuevas tecnologías para información (GPS, ordenadores, vídeos, TV,...), mapas, teléfonos (con y sin manos libres), dispositivos de entretenimiento (radios, cassettes, CDs), hasta la interacción con los pasajeros (a través de las conversaciones, o mirándolos y por tanto distrayendo la mirada a la carretera), la presencia de animales domésticos o insectos, comer, beber o fumar, entre otras. De todas estas, parece que la interacción con otros pasajeros es con diferencia la que con mayor frecuencia provoca distracciones con consecuencias fatales, seguidas de los dispositivos de entretenimiento y en menor medida, comer, beber o fumar mientras se conduce (Stevens , 2001).

- **Nivel de salud y fatiga:** El cansancio, el sueño y la fatiga, así como diversos procesos patológicos (alteraciones de visión, epilepsia, parkinsonismo, enfermedad de Alzheimer, cardiopatía, diabetes, apnea del sueño, etc.) son posibles factores de riesgo implicados en los AT. Sin embargo, aunque diversas enfermedades e incapacidades podrían reducir la capacidad para conducir, es difícil evaluar la adecuación para conducir en un contexto nosológico

(Petridou y Moustaki, 2000). Se estima que, para aquellos conductores afectados por una determinada enfermedad que incrementa al doble el riesgo de colisiones fatales, con respecto a otros conductores no afectados, la prevención de *una* colisión adicional requeriría identificar y restringir el permiso a cerca de 3000 conductores con dicha condición médica (Haddon y Baker, 1981).

Se estima que la fatiga y la somnolencia serían responsables del 1 – 4 % de los AT fatales. La somnolencia puede ser causada por síndrome de apnea nocturna, narcolepsia, otros disturbios del sueño nocturno, uso de drogas sedantes y consumo de alcohol. Aquellos conductores con síntomas de abuso de alcohol y un historial de somnolencia mientras conducen, particularmente en el grupo de 20 a 29 años de edad, muestran una mayor probabilidad de tener un AT relacionado con el sueño (Gislason et al., 1997). Sin embargo, es difícil evaluar cuantitativamente el impacto de la somnolencia y la fatiga. Una revisión sistemática de 19 estudios epidemiológicos en los que se pretendía establecer una relación causal entre el papel que representa el sueño de los conductores y la posibilidad de accidente, concluyó que la evidencia epidemiológica directa para esta asociación es débil, aunque sugerente de este efecto. Sólo tres estudios, dos de ellos realizados mediante diseños transversales y uno mediante un diseño de tipo casos y controles, proporcionaron una fuerte evidencia de asociación entre apnea nocturna y riesgo de accidente del conductor (Connor et al., 2001). El estudio de casos y controles (Terán-Santos et al., 1999) concluyó que los pacientes con un índice de apnea-hipopnea igual o mayor de 10 tenían un mayor riesgo de AT, comparado con aquellos sin apnea nocturna, incluso después de ajustar por potenciales factores confusores (consumo de alcohol, años de conducción, edad, uso de medicamentos causantes de somnolencia y otros).

Los errores de percepción por parte del conductor son también un factor contribuyente principal para los AT. Sin embargo, la evidencia disponible sugiere que pocos errores pueden ser atribuibles a visión reducida o defectuosa, puesto que sólo se ha encontrado una débil relación entre capacidad visual de los conductores y tasa de accidentes. Este hallazgo puede deberse a ciertas compensaciones por parte del conductor, ya que hay evidencias de que el conductor puede actuar más allá de sus capacidades visual y perceptiva, “anticipándose” a menudo en situaciones clave durante la conducción según su experiencia (Hills, 1980).

En relación con el deterioro visual, es posible que las asociaciones observadas entre función visual y riesgo de colisión estén confundidas por la edad y por la exposición, ya que los defectos visuales son más prevalentes entre los conductores mayores y los conductores con defectos visuales suelen disminuir su exposición, restringiendo ésta a las situaciones más seguras. Además, no está del todo claro que los test visuales usados en los centros médicos para la autorización de permisos de conducir evalúen las habilidades visuales necesarias para la seguridad vial (Charman, 1997; Owsley y McGwin, 1999). La agudeza y otras funciones

visuales son menores de noche, al disminuir el nivel de iluminación, efecto más marcado en la vejez, y que puede resultar en un fallo en la identificación de otros vehículos u objetos del entorno (Olson, 1991). Por otra parte, McGwin et al., (2000) han observado que, en conductores de 55 a 85 años con agudeza visual y contraste de sensibilidad disminuidos, la dificultad en la conducción sólo se detecta en situaciones de conducción de alto riesgo, incluso tras ajustar por edad, sexo, exposición y deterioro cognitivo.

- **Condiciones de trabajo en conductores profesionales:** La combinación de velocidad y la fatiga producida por largas jornadas de trabajo, turnos laborales e incentivos económicos en conductores de vehículos pesados, autobuses y taxis puede hacer que el riesgo de resultar involucrados en AT y sufrir lesiones en estos conductores profesionales sea elevado (Richter et al., 2006).

b2. Factores mecánicos (el vehículo)

La importancia concedida a los factores dependientes del vehículo en relación con los AT es variable según los autores, si bien es cierto que, en general, la mayoría de los estudios valoran el efecto de dichos factores en relación con la mortalidad o la morbilidad, y no tanto específicamente sobre la accidentalidad. Clásicamente, los elementos de seguridad vial relacionados con el vehículo se suelen clasificar en dos grandes grupos: elementos de seguridad activa, que son aquellos que tratan de influir sobre la probabilidad de que se produzca el accidente, y elementos de seguridad pasiva, cuyo objetivo es minimizar las consecuencias del accidente, una vez producido, sobre la salud de las personas involucradas en él. Dentro de los elementos de seguridad activa pueden englobarse los neumáticos, los sistemas de frenado, tracción, suspensión, dirección, ADS (sistema automático para evitar accidentes por efecto del sueño, que avisa al conductor del vehículo mediante un sensor instalado en la parte posterior del volante, cuando aquel está entrando en una fase en la que puede resultar peligroso continuar la marcha si no se detiene), retrovisores, control total del vehículo por ordenador, entre otros. Para autores como Evans (1996), el vehículo tan sólo sería responsable de aproximadamente un 2% de los AT, lo que contrasta con los elevados costes que requiere la mejora de sus elementos de seguridad. Otros autores, por el contrario, han constatado que el equipamiento defectuoso, como llantas desgastadas y frenos o amortiguadores deficientes, aumentan significativamente la probabilidad de sufrir un AT (Broyles et al., 2001).

Al margen del tipo de vehículo, el principal factor relacionado con su seguridad es el buen funcionamiento de todos sus elementos. De ahí la exigencia, por parte de la administración, de las revisiones periódicas para vehículos con más de un número determinado de años en circulación (Álvarez González, 1997). Sin embargo, los resultados de diversos estudios llevados a cabo para evaluar la eficacia de la inspección periódica de los vehículos son

contradictorios y parece obtenerse sólo un beneficio inmediato que decrece con el tiempo (White, 1986). Las inspecciones aleatorias parecen ser menos caras y más efectivas, por lo que se precisa realizar más estudios de análisis coste-beneficio social (Hakim et al., 1991).

b3. Factores del entorno físico

El entorno físico influye en la calidad de la exposición: en teoría, el riesgo de sufrir un accidente no es igual si se recorren 100 kilómetros por una carretera de doble sentido, firme irregular y sin señalización, densamente transitada, en una ruta de montaña, de noche y bajo condiciones climatológicas adversas, que si se recorren 100 kilómetros de autopista recién construida con baja intensidad de circulación, durante la mañana de un día soleado. Se estima que, en conjunto, los factores dependientes del ambiente físico podrían ser responsables de hasta un 20% de los AT. Dentro del entorno físico se pueden considerar los siguientes elementos:

- **Hora del día:** Evidentemente, la variabilidad en el volumen de AT en función de la hora del día, con una concentración entre las 15 y las 22 horas (50% del total), dos picos en zona urbana (13 - 14 horas y 19 - 20 horas) y uno en carretera (18 - 20 horas), está en estrecha correlación con la intensidad de exposición registrada en cada período del día. Distinto es, por tanto, el efecto de la hora del día cuando se controla la intensidad de exposición. Así, aunque durante la noche se producen menos AT, la accidentalidad es mayor, debido en parte a factores como la reducción de visibilidad, la mayor fatiga del conductor, la mayor frecuencia de consumo de alcohol y la mayor proporción de conductores jóvenes, de sexo varón, con patrones de conducción imprudente. De forma complementaria, es evidente que la distribución de la exposición a lo largo de las horas del día es un factor de confusión que debe ser tenido muy en cuenta a la hora de analizar el efecto de los factores dependientes del conductor sobre la accidentalidad (Massie et al., 1995; Ryan et al., 1998).

- **Día de la semana:** Los festivos y vísperas de festivos concentran un mayor número de accidentes, aún tras ajustar por la exposición. Por otra parte, los conductores jóvenes están sobreimplicados en AT durante los fines de semana, especialmente viernes y sábado por la noche (Stamatiadis y Deacon, 1995).

- **Variaciones estacionales:** Al distribuir los accidentes por meses, el pico de mayor intensidad corresponde a los meses de verano, concretamente al mes de agosto; cada 4 meses se produce un pico que coincide con los meses de marzo-abril, agosto y diciembre-enero. De nuevo la variabilidad estacional en la exposición es la principal responsable de estas diferencias, debido al aumento del número de vehículos que circulan como consecuencia de los desplazamientos vacacionales (operaciones salida y retorno de vacaciones) (Boletín Epidemiológico Semanal, 1996).

- **Lugar por donde discurre la vía:** Actualmente los accidentes son más frecuentes (53% en España) en las zonas urbanas debido, entre otros factores, al mayor número de desplazamientos en ellas, a la mayor densidad de vehículos por km de vía (lo que aumenta proporcionalmente la probabilidad de colisiones entre ellos), y a la presencia de peatones (DGT). Cuando se comparan los accidentes ocurridos en zonas urbanas y rurales, considerando estas últimas como aquellos núcleos de población menores a 50.000 habitantes, se obtiene una densidad de incidencia de accidentes (calculada como la razón del número total de accidentes por milla recorrida) casi dos veces superior en las zonas urbanas (Zwerling et al., 2005). En las áreas urbanizadas con mayor densidad de población tienden a producirse menos accidentes, lo cual puede deberse a que en ellas existen mayores niveles de congestión circulatoria y por lo tanto la velocidad alcanzada es reducida, o bien, a que en estas zonas los diseños viales no permiten alcanzar grandes velocidades. Esto sugeriría que las posibles medidas adoptadas para conseguir una circulación más fluida en estas zonas congestionadas, al permitir un incremento de la velocidad, podrían tener consecuencias adversas para la seguridad vial (Noland y Quddus, 2004).

- **Características de la vía:** En cuanto a los factores dependientes de la vía, cabe considerar un conjunto de condicionantes entre los que se encuentran, por ejemplo, el tipo de vía, las características del firme, la existencia de cambios de rasante, curvas, o la señalización, entre otros.

En relación al tipo de vía, el 6% de los accidentes se producen en autopistas, el 42% en carreteras nacionales y el resto en otras carreteras. El incremento de autopistas ha variado el tipo de accidentes, ya que se han reducido los choques frontales pero han aumentado los accidentes en las salidas de la vía, por aumento de velocidad, etc. (Herruzo et al., 2001). Algunos autores (Aldridge et al., 1999) han detectado que los conductores jóvenes acompañados por adultos y/o niños tienen mayor inclinación a accidentarse en las carreteras con cuatro o más direcciones, quizás por la mayor velocidad que se alcanza en estas vías.

El cuanto al firme, la resistencia del pavimento al deslizamiento es especialmente influyente en la seguridad, pues se correlaciona estrechamente con la distancia de frenado y la estabilidad del vehículo en las curvas. Ello va a depender fundamentalmente de su textura, de la existencia de irregularidades (áridos) y de la evacuación de las aguas. Una textura rugosa-áspera reúne las condiciones más adecuadas para el mantenimiento de las características frente al deslizamiento, al *aquaplaning*, y a la acción de las sales de deshielo (Álvarez González, 1997).

Como elementos significativos de seguridad de una vía destacan: El trazado de la carretera, en el que será fundamental la visibilidad disponible en cada punto y la velocidad que se desarrollará, así como la ubicación de intersecciones; la señalización, cuya finalidad es

transmitir a los usuarios unas normas específicas mediante símbolos o palabras oficialmente establecidos, con objeto de regular o dirigir la circulación; y el equipamiento vial, formado por un número elevadísimo de sistemas: sistemas de contención de vehículos, balizamiento, equipamientos de túneles, iluminación, etc. (Álvarez González, 1997).

Como advierten diversos autores, la eliminación de muchos puntos peligrosos en las vías, comúnmente denominados “puntos negros” como diseño de curvas, inadecuada señalización, etc. ha resultado en una reducción sustancial de la tasa de accidentes y muertes por AT (Haddon y Baker, 1981).

- **Condiciones meteorológicas (lluvia, nieve, niebla, etc):** Tienen un impacto significativo en la cuantía de accidentes; la lluvia incrementa el riesgo de sufrir un AT. En algunos casos, el impacto de las condiciones meteorológicas podría parecer contrario a la lógica, es decir, bajo circunstancias adversas como nieve o niebla, cabría esperar una mayor tasa de AT, y sin embargo ocurre a la inversa. Una explicación a este fenómeno sería la adopción de comportamientos compensatorios por parte de los conductores: disminución de la velocidad o reducción del volumen de exposición por parte de los conductores con menos experiencia.

b4. Factores del entorno social

Existen trabajos en los que se pone de manifiesto una mayor accidentalidad en las áreas con mayor actividad laboral, debido probablemente a un mayor nivel de actividad en la calle. Con respecto al nivel socioeconómico, se producen más AT en las zonas más deprimidas (Abadía et al., 1997; Noland y Quddus, 2004), aunque este efecto es menos acusado cuando se consideran únicamente los accidentes en los que sólo están implicados los ocupantes de vehículos, es decir, si se excluyen los peatones (Abdalla et al. 1997).

Diversos estudios han evaluado el efecto de sucesivas medidas legislativas así como de la elaboración de políticas y programas en materia de seguridad vial, poniendo de manifiesto que, la implantación de normas dirigidas a la regulación de aspectos relacionados con el tráfico se muestran efectivas en cuanto al descenso de la accidentalidad. Algunos ejemplos son el establecimiento de límites de velocidad o el control del consumo de alcohol entre otros. Pero además, advierten de la necesidad de, no sólo la existencia de legislación sobre el tráfico, sino de la estimulación de su cumplimiento (Villalbí y Pérez, 2006). En este sentido algunos autores han advertido de la efectividad de ciertas intervenciones, como la colocación de cámaras de velocidad en distintas ciudades europeas (Pilkington y Kinra, 2005) o el permiso por puntos y los radares en Francia (Rodríguez, 2006). En España, desde la DGT señalan el papel decisivo en el cambio de actitudes por parte de los conductores desde la reciente entrada en vigor del permiso por puntos el 1 de julio de 2006 y su efecto positivo en las cifras de siniestralidad (Rodríguez, 2006).

b5. Velocidad

La velocidad es un elemento fundamental en relación con la fase de colisión y, específicamente, con la accidentalidad. Como es fácilmente comprensible, la velocidad no puede adscribirse exclusivamente a ninguno de los apartados anteriores de la matriz de Haddon, pues está estrechamente relacionada con todos ellos. Esta razón justifica su tratamiento como factor de riesgo independiente.

Centrándonos concretamente en el entorno físico, los factores externos que pueden influir en la velocidad son los siguientes (Álvarez González, 1997):

1. El tipo de carretera por el que se circula y las limitaciones de velocidad existentes.
2. Las características del tramo recién rebasado y la percepción del tramo que recorreremos.
3. La intensidad de la circulación y su composición (número de vehículos pesados, motocicletas, bicicletas, etc.).
4. Las condiciones climatológicas reinantes.
5. El equipamiento vial existente: iluminación, balizamiento, etc.
6. La anchura de la plataforma (carriles más arcenes).
7. La sinuosidad de la planta (existencia o no de curvas).
8. Las ondulaciones de la carretera (subidas y bajadas).
9. La frecuencia de accesos y nudos, y la tipología de éstos (a nivel o a diferente nivel).

Todos ellos obligan a adecuar la velocidad en cada instante a las condiciones existentes, lo cual se puede hacer bien con la señalización pertinente o bien actuando sobre la carretera y su entorno, haciendo que la circulación por ella obligue a una disminución de la velocidad, que parta del propio usuario.

La mejora en las infraestructuras viales, unida a la creciente potencia de los vehículos a motor, ha facilitado el progresivo incremento de la velocidad de viaje, y con ello, la incidencia de AT (Graham, 1993).

La relación entre el exceso de velocidad y el riesgo de sufrir un AT ha sido ampliamente documentada. Además, no sólo la conducción a velocidad superior a los límites legales, sino cualquier infracción sobre la misma, incluida una velocidad inadecuada pueden aumentar la probabilidad de resultar implicado en un AT (Lardelli-Claret P et al., 2003b).

Muchos trabajos que estudian la relación entre velocidad y accidentalidad ponen de manifiesto la importancia de dicho factor y el elevado índice de accidentes. Algunos de estos estudios se centran en la velocidad de los vehículos de forma individual y otros en la velocidad media alcanzada en una determinada vía. En ambos casos la conclusión es la misma, la incidencia de accidentes aumenta conforme lo hace la velocidad y este incremento es mayor en las carreteras urbanas que en las rurales. Además, una reducción de los límites de velocidad, acompañada de una disminución de la velocidad media en una determinada vía, reduce a su

vez el número de accidentes (Aarts y Van Schagen, 2006). Por ello, el factor velocidad ha sido el objetivo fundamental de ciertas estrategias para la prevención de los accidentes y las lesiones originadas por los mismos. Así, la implantación de límites de velocidad, seguido de medidas que aseguren su cumplimiento (entre otras la colocación de cámaras), han demostrado ser intervenciones efectivas para la reducción de los AT y sus lesiones derivadas (Villalví y Pérez, 2006; Pilkington y Kinra, 2005).

1.2. EPIDEMIOLOGÍA DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO DE VEHÍCULOS DE DOS RUEDAS A MOTOR (VDRM)

1.2.1. CONCEPTOS

a. Vehículo de dos ruedas a motor (VDRM)

El término VDRM engloba tanto a ciclomotores como a motocicletas, definidos estos, según la Comisión Europea, de acuerdo a la Directiva 92/61 EC (1992) como sigue:

- **Ciclomotor:** Vehículo de dos ruedas, provisto de un motor de cilindrada no superior a 50cc, si es de combustión interna, y con una velocidad máxima por construcción no superior a 45 Km/h.
- **Motocicleta:** Vehículo de dos ruedas, provisto de un motor de cilindrada superior a 50cc.

Además, la Comisión Europea, de acuerdo a la Directiva 92/61 EC (1992), clasifica en cuatro categorías los VDRM:

Clase A: Vehículo de dos ruedas, provisto de un motor de cilindrada no superior a 50cc, si es de combustión interna, y con una velocidad máxima por construcción no superior a 45 Km/h.

Clase B: VDRM ≤ 125 cc/11kW

Clase C: VDRM ≤ 25 kW y 0,16 kW/kg

Clase D: resto de VDRM que no se engloban en las anteriores clases.

El término ciclomotor equivale a la Clase A, mientras que Motocicleta engloba las Clases B, C y D.

1.2.2. EPIDEMIOLOGÍA DESCRIPTIVA DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO DE VDRM

a. Exposición

- **Datos Internacionales:** En general, se aprecia una tendencia creciente en la intensidad de exposición a VDRM. Así, por ejemplo, en Estados Unidos la matriculación de motocicletas aumentó un 31% entre 1997 y 2001. Por su parte, en todos los países de Europa incluidos en la base de datos CARE (Stefan et al., 2003) se observa un incremento de la densidad de motocicletas por 1000 habitantes en los últimos años, especialmente en países del área mediterránea como Grecia (que ha experimentado el mayor aumento, de 28,88 motocicletas

por 1000 habitantes en 1991 a 74 motocicletas por 1000 habitantes en 2000) e Italia (de 43,46 en 1991 a 58,36 en 2000), seguidos de Portugal (de 15,28 en 1991 a 34,14 en 1999). Si se incluyen datos sobre ciclomotores, el número de VDRM por 1000 habitantes en Europa en 2001 oscila entre mínimos de 9 por 1000 habitantes en la República de Irlanda y Hungría, entre 20 y 30 por 1000 habitantes en Polonia, Luxemburgo, Dinamarca y Bélgica y máximos de 126 y 222 por 1000 habitantes en Italia y Grecia, respectivamente. En relación con la intensidad de exposición medida a partir de estimaciones de distancia-año recorrida en VDRM por habitante, dicha cifra se situaba en 2001 entre 9090 y 4653 km-año recorridos en la República de Irlanda y Gran Bretaña respectivamente, 3120 en Estados Unidos y 400 en la República Checa (Masurel, 2003).

Sin embargo, pocos son los países que aportan aproximaciones relativas al número de kilómetros-año recorridos; de hecho, no se dispone de datos para ninguno de los países del área mediterránea en los que se supone que la intensidad de exposición es mayor que en el resto de Europa.

- **Datos Nacionales:** Según datos de la Dirección General de Tráfico, la matriculación de motocicletas por año en España se ha incrementado en más del triple en una década, desde 35.150 unidades matriculadas en 1994 hasta 123.195 en 2004, aumentando el parque de motocicletas desde 1.287.850 en 1994 a 1.612.082 en 2004. En términos relativos esto supone un incremento de 32 a 37,3 motocicletas por 1000 habitantes entre 1994 y 2004. Como se aprecia en la Figura 10 existe una tendencia creciente del número de motocicletas. Estos datos coinciden con las estimaciones ofrecidas por la CARE (Stefan et al., 2003), según las cuales en España se ha producido un ligero incremento de 30 a 37 motocicletas por 1000 habitantes desde 1991 a 2001. Si se incluyen los ciclomotores, el número de VDRM censados en 2001 se cifró en 82 por 1000 habitantes (Masurel, 2003).

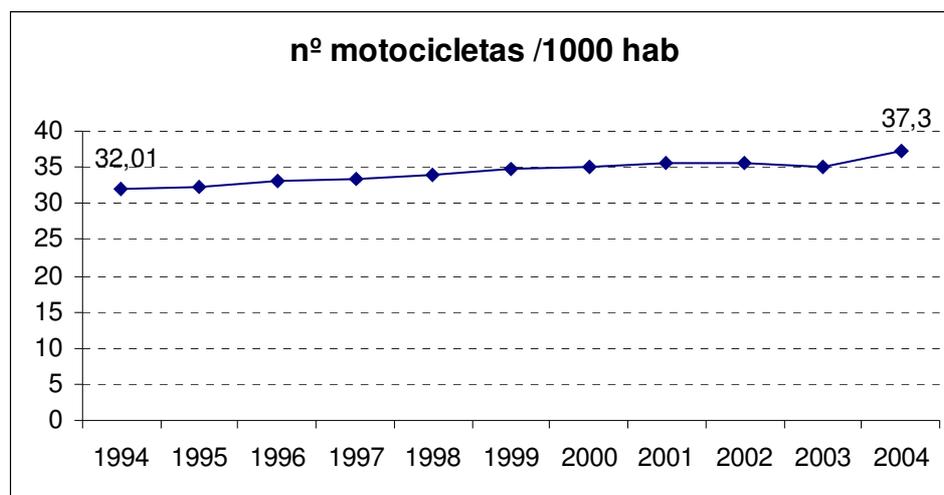


Figura 10: Evolución de la motorización en España (1994 – 2003).

Respecto a su potencia, el número de motocicletas matriculadas con una cilindrada menor de 75 cc ha descendido en los últimos diez años, a diferencia de las de más de 500 cc, que han experimentado un considerable aumento.

Por desgracia, en España no se dispone de estimaciones de Km-año recorridos por VDRM.

b. Accidentes y lesionados

- **Datos internacionales:** La tendencia observada en cuanto al número absoluto de motociclistas lesionados por AT en el periodo comprendido entre 1991 y 2001 en Europa ha sido constante o ligeramente descendente, exceptuando países como Grecia, donde se ha producido un crecimiento permanente, hasta duplicar el número de víctimas. El mayor volumen de motociclistas lesionados en AT en 2001 por cada 10000 habitantes se dio en el Reino Unido (4,25 lesionados por 10000 habitantes). Cuando relacionamos el número de lesionados con el total de km-año recorridos por VDRM, la mayores cifras de accidentalidad se obtienen en este mismo país (5,32 lesionados por 100 millones de km-año recorridos en VDRM). Sin embargo, hay que tener en cuenta que este indicador no está disponible para países con una alta tasa de motorización por VDRM, tales como Grecia, Italia o España.

También existen variaciones por países en cuanto a la fracción de motociclistas lesionados del total de víctimas por AT durante la década 1991-2001. En Grecia esta fracción (32,5%) es el doble que en Portugal y cuatro veces mayor que la media del resto de los países de Europa que integran la base de datos CARE. Así, Grecia es el país de la Unión Europea tanto con el mayor índice de motorización (50 motocicletas por 1000 habitantes), como con la mayor fracción de lesionados por AT de motocicleta (cerca del 25% del total de lesionados en AT). Italia, sin embargo, con la segunda mayor densidad de motocicletas (próxima a 50 por 1000 habitantes), tiene una fracción de motociclistas lesionados cercana al 7%.

- **Datos Nacionales:** En España se ha estimado un volumen de 10.794 motociclistas lesionados en 2001 (Stefan, et al., 2003). En relación a la población total, la proporción de lesionados por AT de motocicleta es de 2,69 por 10000 habitantes, lo que nos sitúa en el cuarto país de Europa con mayor número de motociclistas lesionados por habitante. En cuanto a la proporción de motociclistas lesionados con respecto al total de lesionados por AT, el valor estimado para nuestro país es de 4,1% (Stefan et al., 2003).

Por su parte, la DGT registró, en 2004, un total de 32.492 víctimas por AT de VDRM (21.544 de ciclomotores y 10.948 de motocicletas); la mayoría (74,3%) fueron heridos leves. Un 76,3% de estos accidentes se produjeron en zona urbana, resultando heridos leves en una mayor proporción (15.061 por AT de ciclomotor y 6.421 por AT de motocicleta), mientras que 3.048 fueron heridos graves. De los heridos en carretera, 4.658 fueron leves (2.670 por AT de

ciclomotor y 1988 de motocicleta) y 2543 graves (1321 por AT de ciclomotor y 1222 de motocicleta) (DGT, 2004).

c. Defunciones (Mortalidad)

- **Datos internacionales:** En los 14 países de la Unión Europea, 5.526 ocupantes de VDRM perdieron la vida en AT en 2002. Esto supone un descenso global del número de defunciones del 3,8% con respecto al año 2000 (en el que se registraron un total de 5739 muertes) y del 13,5% en la década 1993-2002. Sin embargo, los AT mortales de VDRM constituyen un serio problema, especialmente en países del sur de Europa. En 2002 se produjeron 1.197, 318 y 417 AT de VDRM fatales en Italia, Portugal y Grecia, respectivamente (SafetyNet. National Technical University of Athens (NTUA), 2004).

Entre 1993 y 2002, la razón de mortalidad de ocupantes de motocicletas y ciclomotores por millón de habitantes descendió en total un 23,4 % (de 109,9 a 86,5). En Grecia y Portugal dicha razón fue, en 2002, claramente superior a la media europea, aun cuando en Portugal se produjo el mayor porcentaje de disminución (un 52%) en la citada década. Los únicos países que experimentaron un aumento en la razón de mortalidad fueron Luxemburgo y el Reino Unido, aunque se sitúan todavía por debajo de la media europea.

Respecto a la proporción de defunciones de ocupantes de VDRM sobre el total de muertes por AT, Grecia presenta la mayor proporción; en este país, casi un cuarto de las muertes en AT se producen en ocupantes de VDRM. En el lado contrario se sitúan Suecia y Finlandia, con los menores porcentajes de muertes por AT de motociclistas y ciclomotoristas, aunque estos mismos países han experimentado un aumento desde 1999.

Otra medida válida de comparación entre países es la fracción entre el número de vehículos implicados en AT mortales entre el total de vehículos circulantes, según el tipo de vehículo. En el caso de ciclomotores y motocicletas, sólo en Francia 1.466 VDRM estuvieron implicados en AT con resultado fatal en 2002, siendo dicha fracción de 60,1 por 100.000, claramente superior a la de turismos y taxis (26,2 por 100.000). Dinamarca, Bélgica, Reino Unido y Portugal también presentan cocientes elevados (89,7, 76,6, 58,8, y 46,4 por 100.000 respectivamente) en comparación con los de turismos y taxis (22,3, 7,2 y 17,8 por 100.000), lo cual indica la severidad de los AT de VDRM en dichos países. En general, en el conjunto de la Unión Europea, los VDRM ocupan el segundo lugar (tras turismos y taxis), como tipo de vehículo que con mayor frecuencia está implicado en AT mortales (15,2% del total de AT con fallecidos).

- **Datos Nacionales:** En 2004 se produjeron en España un total de 761 muertes por AT de VDRM, 361 de ciclomotor y 400 de motocicleta. Esto supone un ligero descenso (del 7,6%) con respecto al año 2003 en la mortalidad por AT de ciclomotores y un aumento del 8,2% en la de

motocicletas. Sin embargo, aunque el índice de gravedad (nº de muertos / 100 víctimas) ha disminuido en un 1,70% en los accidentes de ciclomotores, se ha incrementado en un 4,30% en el mismo bienio en los casos de accidentes de motocicleta. La tendencia global en cuanto al número absoluto de defunciones por AT de VDRM en los últimos 10 años ha sido descendente, por disminución fundamentalmente del número de víctimas mortales de AT de motocicletas. Aun así, las cifras siguen siendo alarmantes, más cuando se sabe que entre los usuarios de ciclomotores fallecidos, el 43% tenían edades comprendidas entre los 15 y los 20 años y el 49% de los motociclistas fallecidos en accidente, entre 25 y 34 años (DGT, 2004).

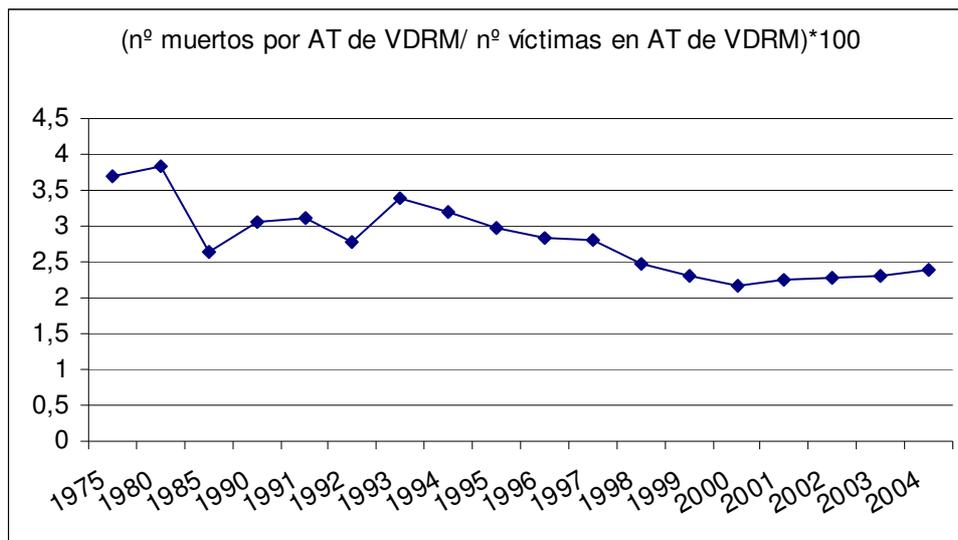


Figura 11: Evolución de la letalidad de los AT en VDRM en España (1975 – 2004).

d. Discapacidad

Existen pocos estudios que aborden de forma global el problema de la discapacidad producida específicamente a consecuencia de los AT de VDRM. En general, la mayoría se centran en determinadas lesiones atribuibles al no uso de dispositivos de seguridad, fundamentalmente el casco, demostrando la asociación existente entre muchas de las minusvalías producidas por un AT en ocupantes de VDRM y el traumatismo cerebral recibido (Rutledge y Stutts, 1993).

e. Coste

En referencia a los costes económicos que suponen los accidentes de tráfico, en los cuales podrían ser englobados tanto los costes por daños materiales originados al vehículo, como los derivados de hospitalizaciones de los lesionados, y los gastos de posibles indemnizaciones, no hemos hallado hasta la fecha estudios específicos que traten específicamente este problema para los AT de VDRM.

1.2.3. EPIDEMIOLOGÍA ANALÍTICA DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO DE VDRM

Si se relaciona el parque de vehículos con el número de accidentes, el riesgo de VDRM de originar accidentes con víctimas es entre cuatro y nueve veces mayor que el de los automóviles (Horswill y Helman, 2003), incluso controlando por tiempo o distancia de exposición (Horswill y Helman, 2001). En este apartado se van a contemplar los posibles factores que justifican este riesgo desde una perspectiva global y, en particular, en relación con las variaciones en la exposición y la accidentalidad de los VDRM. El efecto de los factores de riesgo sobre la severidad de las lesiones causadas como consecuencia del accidente, que es el objeto específico de estudio de esta Memoria de Tesis Doctoral, será tratado en profundidad en el apartado 2.2 de esta introducción.

a. Factores individuales

- **Edad:** Los estudios realizados sobre el efecto de la edad en los AT de VDRM ponen de manifiesto un incremento de la accidentalidad en los conductores más jóvenes (Horswill y Helman, 2001; Kopjar, 1999; Turner y McClure, 2003), existiendo en general un riesgo mayor en menores de 25 años (Rutter 1996). En 2002, más del 32% del total de las muertes por AT de ciclomotor y motocicleta se concentraron en este grupo de jóvenes (SafetyNet. National Technical University of Athens (NTUA), 2004). En principio, podría pensarse que dicho incremento del riesgo de accidentarse para los más jóvenes podría estar influido por su falta de experiencia; sin embargo, hay trabajos que controlan el efecto de dicho factor, demostrando que la asociación entre una menor edad y un incremento de accidentalidad no parece ser consecuencia de su inexperiencia (Rutter y Lyn, 1996). No obstante, algunos autores, al estratificar por la potencia del VDRM, estiman una disminución de riesgo en menores de 21 años sólo para los conductores de vehículos de menor cilindrada (<115 cc) (Yannis et al., 2005). Otros estudios constatan un incremento del riesgo tanto en los grupos de edad más joven como en los más mayores, siendo mayor en este último grupo, lo que da lugar a un patrón en J para la asociación entre edad y riesgo de accidentarse (Lardelli et al., 2005). En conjunto, podría decirse que, de forma similar a lo observado para los accidentes en general, el efecto de la edad sobre la accidentalidad para ocupantes de VDRM adopta un patrón en “U” (Elvik y Vaa, 2004).

- **Sexo:** Parece existir cierta unanimidad en cuanto a la asociación entre el sexo masculino y una mayor accidentalidad entre los ocupantes de VDRM (Lardelli et al., 2005, Turner y McClure, 2003, Horswill y Helman, 2001). Así, en 2002, más del 91% de los motociclistas y ciclomotoristas fallecidos en AT en la Unión Europea fueron varones (SafetyNet. National Technical University of Athens (NTUA), 2004), si bien hay que tener en cuenta que aún hoy día el nivel de exposición es ampliamente superior en éstos, de forma que, al menos en la mayoría de los países europeos, el tráfico de VDRM está representado en una mayor proporción por hombres (Noordzij et al., 2001). Al margen de esta mayor exposición al riesgo, algunos autores

enfatan la mayor frecuencia de adopción de conductas de riesgo en los conductores varones (Turner y McClure, 2003) para explicar estas diferencias entre ambos sexos. Entre dichas conductas se encuentra el exceso de velocidad, con lo que parte del exceso de riesgo para los conductores varones podría explicarse por la relación entre sexo masculino y la comisión de infracciones sobre la velocidad (Lardelli et al., 2005). Incluso entre las mujeres existe una percepción subjetiva de pertenecer a una categoría de riesgo de accidentalidad menor que los hombres, lo cual coincide con las estadísticas sobre AT, en particular en las conductoras de VDRM más jóvenes (Mannering et al., 1995).

- **Experiencia:** Aunque clásicamente la inexperiencia como conductor se ha asociado a un mayor riesgo de accidentalidad (Wong et al., 1990), existe cierta dificultad para diferenciar si dicho efecto se debe realmente a la inexperiencia o bien a algunos factores asociados, como una menor edad, la adopción de comportamientos de mayor riesgo, o la familiaridad con un tipo determinado de vehículo o vía, entre otros. En este sentido, Mullin et al. (2000) afirman que el efecto protector de un mayor número de años de experiencia en la conducción desaparece al ajustar por la edad y otros potenciales confusores, siendo la familiaridad con una determinada motocicleta la única variable determinante del efecto protector asociado a la experiencia (Mullin et al., 2000). Algunos autores afirman que los conductores de VDRM sin experiencia carecen de ciertas habilidades elementales importantes, lo cual hace que en muchas ocasiones sean incapaces de mantener a la vez el control de sus vehículos y captar los cambios que se producen en el entorno. Estos conductores, con el paso del tiempo, van adquiriendo experiencia y mejorando el manejo de sus vehículos. Así, desarrollan mejores cualidades técnicas y aumentan su confianza, decisión y competencia. Pero a su vez, una mayor práctica en la carretera conlleva un cierto estilo de conducción más arriesgado, tendiendo a adoptar el ritmo de otros conductores en cuanto al seguimiento de normas informales más liberales que las reglas legales. Por otra parte, la percepción de riesgo de accidente por parte de los conductores de motocicletas disminuye conforme estos adquieren una mayor experiencia. Esto podría a su vez indicar un exceso de confianza en los conductores más adiestrados, que justificara su continua implicación en acciones que entrañaran mayor riesgo de accidentarse (Mannering et al., 1995).

- **Licencia:** Conducir un VDRM en ausencia de la licencia válida requerida según la ley se asocia a un riesgo significativamente mayor de implicarse en un AT. Además, dicho riesgo disminuye conforme aumenta el número de años en posesión de la licencia correspondiente (Lardelli et al., 2005). Por otra parte, el hecho de tener la licencia específica para conducir una motocicleta previene causar un AT incluso cuando se circula con un turismo, probablemente gracias a las habilidades adquiridas para controlar las acciones de los VDRM en circulación (Magazzù et al., 2005). Igualmente, los conductores de motocicletas que además poseen el permiso de conducción de automóvil, tienen una menor probabilidad de resultar implicado en un AT (Lin et al., 2003).

- **Conductas de riesgo:** Entre los factores de riesgo que incrementan la accidentalidad de las motocicletas se encuentran aquellos relacionados con el comportamiento del conductor, que determinan, entre otros, el viajar a mayor velocidad, adelantar con mayor frecuencia que los conductores de automóviles e introducirse en reducidos espacios en el tráfico, aunque podrían contribuir otros factores como la mayor vulnerabilidad física y el comportamiento de otros usuarios de la carretera. Sin embargo, el comportamiento del conductor parece ser una característica específica del hecho de conducir una motocicleta, más que algo dependiente de la personalidad específica de cada conductor. Por otra parte, parece que, una vez que se ha controlado el efecto confusor de los factores demográficos entre motociclistas y conductores de turismos, el efecto de los factores dependientes de la personalidad del conductor sobre la accidentalidad es poco relevante (Horswill y Helman, 2001 y 2003).

-**Uso de elementos que aumentan la visibilidad:** Se ha demostrado que el empleo de elementos que aumenten la visibilidad del ocupante del VDRM pueden reducir considerablemente el riesgo de sufrir un AT. Algunos de estos elementos son el empleo de ropa reflectante y de cascos de color blanco; su uso puede llegar a asociarse a una disminución del riesgo de accidentalidad del 37% y 24% respectivamente (Wells et al., 2004).

-**Alcohol y drogas:** La presencia de alcohol en sangre y su relación con la accidentalidad vial ha sido ampliamente estudiada. En general se asocia al riesgo de sufrir un AT en la conducción de cualquier tipo de vehículo. En el caso de los VDRM, no sólo se encuentra un riesgo incrementado cuando los niveles de alcohol en sangre son elevados, sino que se ha hallado una mayor accidentalidad para los conductores de motocicletas consumidores habituales de alcohol durante el mes previo al accidente (Lin et al, 2003). Resulta difícil establecer con exactitud la relación entre la cantidad de alcohol en sangre y el aumento del riesgo que cada cifra entraña. Dicho incremento de riesgo puede llegar a ser casi de nueve veces cuando se conduce bajo los efectos del alcohol, documentado por un test positivo al mismo (Lardelli et al., 2005). Algunos autores estiman un riesgo cinco veces mayor cuando el nivel de alcohol en sangre es mayor de cero y hasta cuarenta veces superior cuando la cantidad de alcohol en sangre excede los 0,05 g/dl (Haworth et al., 1997).

Por su parte, el consumo de drogas ilegales se encuentra presente en mayor proporción en los motociclistas accidentados, y en ocasiones asociado al consumo de alcohol. En conductores de VDRM jóvenes accidentados se relaciona el consumo de alcohol y drogas ilegales (principalmente marihuana) en las 12 horas previas al accidente. En conductores mayores, son los medicamentos de prescripción (especialmente antidepresivos) los que se encuentran mayoritariamente asociados al consumo de alcohol (Haworth et al., 1997).

b. Factores del vehículo

-**Cilindrada:** Según algunos estudios, existe una asociación entre conducir una motocicleta de gran cilindrada y sufrir un AT, siendo el riesgo mayor cuando la potencia de la motocicleta supera los 750 cc (Haworth et al., 1997).

- **Luces:** Al igual que ocurre con los elementos que permiten una mayor visibilidad de los ocupantes del VDRM, aquellos que mejoran la visibilidad del vehículo, como llevar la luz delantera encendida incluso durante el día, pueden llegar a disminuir en un 27% el riesgo de sufrir un AT (Well et al., 2004).

- En relación con factores relativos al **estado del vehículo** como su antigüedad, la existencia de defectos en el mismo previos al accidente o la realización de inspecciones periódicas, no hemos encontrado estudios que relacionen estas variables específicamente en VDRM con su accidentalidad.

c. Factores del ambiente

- **Día de la semana:** En relación al día de la semana en que se producen los AT de VDRM, mientras que en algunos países europeos se registran más accidentes durante el fin de semana (Alemania, Bélgica, Italia y Holanda), en otros sucede a la inversa (Francia, Grecia, Portugal y España) (Stefan et al., 2003).

- **Hora del día:** En cuanto a la hora del día, la distribución del número de accidentes de VDRM se correlaciona con la intensidad de tráfico, produciéndose más accidentes entre las 7 y 8 de la mañana y las 5 y 6 de la tarde de forma global en toda Europa. En países del sur de Europa como España y Portugal se observa además un pico al mediodía (en la hora de la comida) (Stefan et al., 2003).

-**Zona:** En España la mayor parte de los AT de VDRM con víctimas se producen en zona urbana (24.801 víctimas en 2004, frente a 7.691 en carretera en el mismo año). Sin embargo, los accidentes mortales ocurren la mayoría de veces en carretera (DGT, 2004a).

d. Velocidad: El exceso de velocidad y, en mayor medida, la velocidad inadecuada para la vía y las circunstancias del tráfico, suponen un factor de riesgo de accidentalidad (Lardelli et al., 2005). Algunos estudios refieren que el exceso de velocidad, bien para las condiciones de circulación o simplemente por encima de los límites impuestos, está presente en aproximadamente el 60% de los accidentes de tráfico de motocicletas. Además, los propios

motociclistas perciben y reconocen que conducir con regularidad a una velocidad superior a los límites es una actitud de riesgo para involucrarse en un AT (Mannering et al., 1995).

2. ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE RIESGO DE LA GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO

Como Peiró-Pérez señalan en un artículo reciente, la importancia real de los AT como problema de Salud Pública radica esencialmente en las lesiones producidas en los sujetos implicados, y por tanto en la gravedad de las mismas. De ahí la relevancia del estudio epidemiológico de los AT, su lesividad y gravedad, puesto que su objetivo final se sitúa en la prevención de las lesiones o minimización de su gravedad.

El estudio de la gravedad de los accidentes de tráfico y los factores que influyen sobre ella ha sido analizado en multitud de estudios epidemiológicos. En la presente sección revisaremos las posibles definiciones de gravedad, las metodologías de estudio más empleadas para su valoración, así como los principales factores que, hasta el presente, se han identificado como factores de riesgo de gravedad.

2.1. ASPECTOS GENERALES

2.1.1. CONCEPTOS BÁSICOS

a. Definición de gravedad

En un sentido general, la gravedad o severidad del AT hace referencia a la magnitud de las lesiones o daños corporales sufridos por las personas implicadas en dicho accidente. Para cuantificar dicha magnitud a nivel individual se suelen utilizar tres tipos de variables:

- Defunción causada por el accidente de tráfico.
- Necesidad de ingreso hospitalario tras el accidente de tráfico.
- Escalas de severidad de las lesiones sufridas como consecuencia del accidente de tráfico.

Las más utilizadas son las siguientes:

- La Abbreviated Injury Scale (AIS): (Linn, 1995) Fue desarrollada en 1971 y posteriormente modificada en sucesivas revisiones, para proporcionar un método simple a los investigadores que permitiera ordenar y comparar las lesiones según su gravedad y poder así describir las mismas de forma estandarizada. Consiste en una escala numérica que clasifica la gravedad en 6 categorías, de 1 (lesión mínima) a 6 (lesión máxima, supervivencia improbable).

- El Injury Severity Score (ISS): (Peiró-Pérez et al., 2006) Basado en la AIS, fue diseñado como predictor de la mortalidad pero, además, se correlaciona con una serie de variables como la duración y el coste de la estancia hospitalaria. Considera las tres regiones del cuerpo que presentan el daño anatómico y funcional más severo, seleccionando de los

diagnósticos que aparecen en el Conjunto Mínimo Básico de Datos al Alta Hospitalaria (CMBDAH) aquellos que implican un mayor riesgo de fallecer. La gravedad queda clasificada en un rango de 1 a 75, desde las lesiones menos graves a aquellas potencialmente letales. La puntuación obtenida se distribuye según cuatro categorías: “leve” (de 1 a 3), “moderado” (de 4 a 8), “grave” (de 9 a 24) y “muy grave” (igual o mayor de 25).

b. Fuentes de Información

La información sobre la gravedad de los lesionados puede obtenerse a partir de fuentes de información primarias (estudios *ad hoc*) o, más frecuentemente, secundarias. Con respecto a estas últimas, destacan tres grandes fuentes de información: Los registros de mortalidad, los registros policiales de AT y los registros dependientes de los establecimientos sanitarios, principalmente hospitales.

b1. Registros de mortalidad: Ofrecen una información razonablemente válida sobre el volumen de defunciones causadas por AT y estratificadas en función del lugar donde ocurre el fallecimiento. Constituirían, pues, una buena fuente de información para construir el numerador de un hipotético indicador de gravedad de tipo ecológico (para la mínima unidad de desagregación geográfica de los datos del registro). No obstante, hay que tener en cuenta que en los registros de mortalidad, la defunción viene referida al lugar de fallecimiento y no a aquél en el que ocurre el accidente. Por ello, la utilidad de esta fuente para estudiar los factores de tipo ambiental que influyen sobre la gravedad sería cuestionable.

b2. Registros policiales de AT: Los registros policiales permiten disponer de información sobre dos variables relacionadas con la gravedad de los accidentes incluidos en el registro:

- La lesividad, categorizada en España en cuatro niveles: defunción (en las primeras 24 horas), herido grave (cuyo estado precisa una hospitalización superior a 24 horas), herido leve (heridos cuyo estado no precisa una hospitalización superior a 24 horas), e ileso.
- La localización de las lesiones: Esta variable hace referencia a la parte del cuerpo donde, a criterio del agente, se ubican las lesiones más graves, clasificada en las siguientes categorías excluyentes: cabeza, cara, cuello, pecho, espalda, abdomen, extremidades superiores, extremidades inferiores, todo el cuerpo.

b3. Registros asistenciales: Los dos registros más utilizados para realizar valoraciones de gravedad son los registros de urgencias y los registros de alta hospitalaria (CMBDAH).

c. Indicadores de gravedad

Para cuantificar la gravedad de las lesiones producidas en un conjunto de AT se debe construir un indicador de gravedad. En general, se tratará de un cociente que relacione el número de personas que presenten la cualidad indicativa de la gravedad (numerador), con el número de entidades (accidentes, personas o personas-tiempo susceptibles) sobre las que se ha medido

dicha cualidad (denominador). En general, estos indicadores de gravedad pueden ser de tipo ecológico, cuando las unidades de estudio son entidades geográficas, o individual, cuando se trata de personas. Las principales limitaciones para construir indicadores de gravedad son de tres tipos:

- Disponibilidad de las fuentes de información requeridas para construir el indicador.
- Validez y fiabilidad de las fuentes de información.
- En el caso de indicadores de base individual, la dificultad para enlazar la información de numerador y denominador correspondiente a cada individuo.

2.1.2. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS EN EL ESTUDIO DE LOS FACTORES ASOCIADOS A LA GRAVEDAD DE LOS AT

a. Elementos que influyen en la gravedad

El estudio de los factores que influyen en la mayor o menor gravedad de un accidente de tráfico requiere una comprensión previa de los mecanismos por los que puede ejercerse dicha influencia. En principio, y siguiendo el modelo temporal propuesto por Haddon, los factores de riesgo de la gravedad pueden actuar tanto en la fase de colisión como en la fase de post-colisión (de forma conceptual, asumimos que los factores que actúan en la fase de pre-colisión actúan tan sólo aumentando la probabilidad de que se produzca el accidente).

- *Fase de colisión*: En esta fase, que en realidad es en muchas ocasiones cuasi-instantánea, ocurren sin embargo tres hechos conceptualmente muy diferentes, de forma secuencial:

1º: Se libera energía de forma súbita, generalmente como energía cinética.

2º: Parte de la energía liberada se transfiere a las personas implicadas en el accidente.

3º: Una vez transferida, la energía produce sobre las personas lesiones primarias.

- *Fase de post-colisión*: En esta fase, la secuencia de acontecimientos a que se pueden ver sometidas las víctimas del accidente puede incluir o no la liberación del habitáculo, la atención sanitaria inmediata, la evacuación y la atención sanitaria diferida. En relación con la gravedad de las lesiones, cualquiera de estas acciones puede dar lugar a dos fenómenos:

1º: Modificación de la evolución de las lesiones primarias.

2º: Aparición de lesiones secundarias.

Desde un punto de vista práctico, el efecto de los factores de riesgo sobre la gravedad del accidente puede descomponerse en tres grandes elementos, que sería deseable identificar a la hora de estimar la magnitud de la asociación de cada factor con la gravedad:

- **Gravedad intrínseca** del accidente: Este componente hace referencia a la cantidad de energía liberada como consecuencia del accidente. Incluye el primero de los elementos de la

fase de colisión. Indudablemente, el principal factor a este nivel es la velocidad a la que se produce la colisión.

- **Vulnerabilidad** de los sujetos al efecto de la energía: Capacidad de la energía liberada para producir lesión en las personas implicadas en el accidente. Incluye los elementos 2 y 3 de la fase de colisión. A este nivel actuarían por ejemplo, el no uso de casco (un dispositivo que reduce la transferencia de energía al sujeto), o la edad avanzada (un marcador inverso de la resistencia de los tejidos a la agresión producida por la energía transferida).

- **Pronóstico** de los lesionados tras el accidente: Capacidad de las lesiones generadas por el accidente para producir la muerte, la discapacidad u otros efectos indeseables. Incluye todos los fenómenos de la fase de post-colisión. Sobre este componente incidirían factores como la rapidez del traslado de las víctimas o la accesibilidad de la atención especializada.

En la Figura 12 se han tratado de representar gráficamente todos los elementos descritos en los párrafos anteriores.

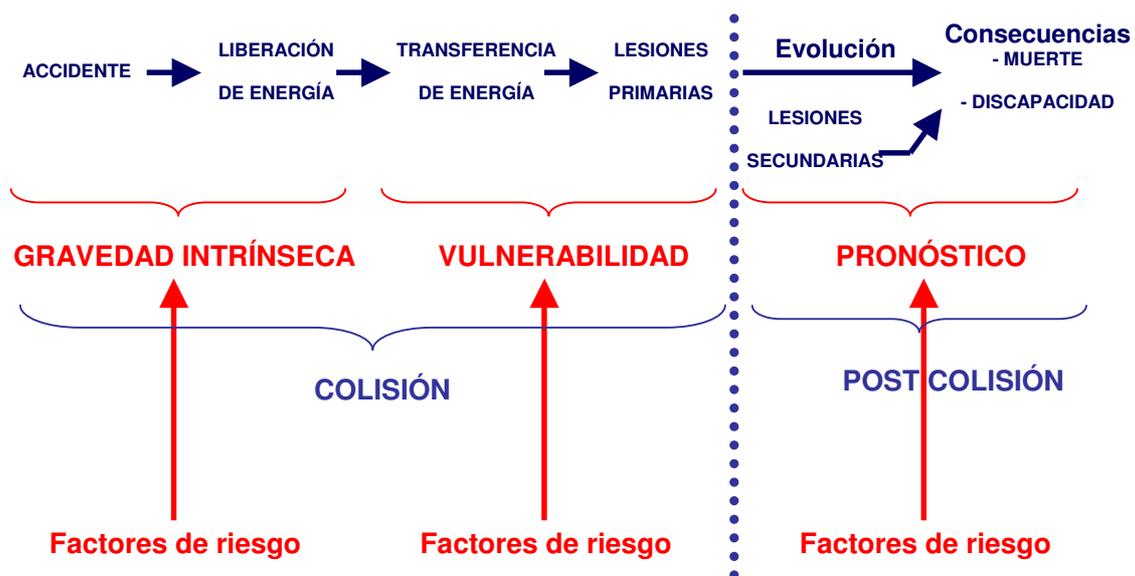


Figura 12. Elementos de la cadena causal de la gravedad de los AT.

Es evidente que diversos factores de riesgo pueden actuar a diferentes niveles de la cadena causal anteriormente descrita, incluso con efectos contrapuestos. Por ejemplo, es plausible que los conductores de edad avanzada, por adoptar hábitos de conducción más prudentes (por ejemplo, conducir preferentemente a menor velocidad), tenderán a verse implicados en accidentes intrínsecamente menos graves, lo que debería traducirse en una menor gravedad de sus lesiones. Sin embargo, este fenómeno se ve contrarrestado por su menor resistencia biológica a los efectos de la energía, así como por la peor evolución de las lesiones una vez producidas. Todo ello aumenta su riesgo de morir y de sufrir lesiones más graves como

consecuencia de los accidentes de tráfico, cuando se comparan con los conductores de menor edad, tal y como se describirá en el siguiente apartado.

Uno de los retos de los estudios epidemiológicos enfocados al análisis de los factores de riesgo de la gravedad de los AT es deslindar el efecto que cada potencial factor de riesgo ejerce sobre cada uno de los elementos involucrados en la cadena causal de las lesiones por accidente de tráfico. Los diferentes métodos de estudio que se describen en la siguiente sección tratan, entre otros aspectos, de dar respuesta a este problema.

b. Métodos de estudio

b.1 Diseños Epidemiológicos: En general, los estudios epidemiológicos que abordan el análisis de los factores que inciden en la gravedad de los accidentes de tráfico pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- *Estudios ecológicos:* La unidad de estudio son áreas geográficas. En los estudios descriptivos se trata simplemente de estudiar la variabilidad espacial, temporal o de ambos tipos en relación con alguno de los indicadores de gravedad. En los estudios analíticos se trata de establecer la existencia de una asociación entre esta variabilidad con la de un conjunto de potenciales variables explicativas, también medidas a nivel ecológico. Algunos ejemplos de este tipo de estudios son los de Redondo et al. (2000), Agüero-Valverde et al. (2006), Clark, (2003). Los estudios ecológicos suelen constituir una primera aproximación al análisis de los factores de riesgo de la gravedad de los accidentes de tráfico; son especialmente útiles para identificar el efecto de factores relacionados con el ambiente bajo el que se produce el accidente (por ejemplo, factores ligados a la zona, al nivel de desarrollo o a la calidad de la atención sanitaria). Sus principales limitaciones, al margen de las intrínsecamente derivadas del diseño, vienen determinadas por la validez de las fuentes de información y su escasa capacidad para deslindar el efecto de cada factor.

- *Estudios Individuales:* La unidad de estudio son sujetos implicados en accidentes de tráfico. En la mayoría de los casos, se trata de series de casos longitudinales procedentes de registros policiales o asistenciales. Los criterios de selección de los casos son, en la primera circunstancia, la implicación en un accidente de tráfico y, en la segunda, el haber recibido asistencia sanitaria por las lesiones producidas como consecuencia de un accidente de tráfico. Ejemplos de ambos tipos de estudios son los de Stefan et al. (2003), Peiró-Pérez et al. (2006), Chang et al. (2006), Hundley et al. (2004), y Solagberu et al. (2006). En algunas ocasiones, el diseño elegido es el de casos y controles. Tal es el caso de estudios como el de Haworth et al. (1997), O'Connor (2004), Yau (2004). Los estudios de base individual permiten estudiar el efecto de variables del sujeto sobre la gravedad del accidente. Su limitación viene determinada por la insuficiencia de información a nivel individual, así como por la dificultad en combinar

registros policiales y asistenciales, de cara a obtener datos sobre el accidente y sobre la gravedad de las lesiones.

Un aspecto particularmente importante de cualquiera de los diseños individuales es el hecho de que se establezcan o no criterios de emparejamiento entre los integrantes del estudio. Normalmente, el emparejamiento de casos suele hacerse con la finalidad de controlar, mediante el diseño, todos los factores de confusión asociados a la gravedad intrínseca del accidente. Ello permite identificar el efecto que los factores de estudio ejercen específicamente sobre los restantes elementos de la gravedad. Así, si se comparan las características de dos personas que, habiendo sufrido el mismo accidente (ocupaban el mismo vehículo), presentan una gravedad diferente (una ha fallecido y la otra no), se está en disposición de afirmar que el efecto de las variables individuales estudiadas sobre el riesgo de morir no dependerá de la influencia de dichas variables sobre la gravedad intrínseca del accidente (al tratarse del mismo accidente ésta es idéntica para ambos sujetos), sino sobre el resto de elementos del modelo de causalidad descrito en la Figura 12.

b.2 Estrategias de análisis. La diferencia fundamental en relación con las estrategias de análisis radica en la aplicación o no de análisis para datos emparejados.

- *Análisis para datos no emparejados:* Existen en la literatura numerosos ejemplos del uso de modelos no condicionados de regresión múltiple para estudiar el efecto de diversos factores de riesgo sobre la gravedad de los AT (Lam LT, 2004; Singleton y Qin, 2004; Broyles RW et al., 2003).

Más recientemente, diversos autores han propuesto alternativas de análisis más novedosas: tal es el caso del empleo de técnicas de análisis de redes neuronales, como en el estudio de Delen et al. (2005). También hay que mencionar los análisis multinivel, como el planteado en el estudio de Jones y Jorgensen (2003).

- *Análisis para datos emparejados:*

La primera estrategia de análisis emparejado consiste en el método de las dobles parejas propuesto por Evans en 1986 y 2004. En este método, se analizan los accidentes de vehículos ocupados por, al menos, el conductor y un pasajero en el asiento delantero, en los que al menos uno de los dos muere. Si, por ejemplo, se quiere determinar el efecto del sexo sobre el riesgo de muerte, se seleccionan dos series de accidentes: una en la que el conductor es una mujer y el pasajero un varón, y otra en la que tanto el conductor como el pasajero son varones. De ambas series se obtienen las cantidades r_1 y r_2 , respectivamente. La primera (r_1), es el cociente entre el número de conductoras muertas entre el número de pasajeros varones muertos. La segunda (r_2), es el cociente entre el número de conductores varones muertos

entre el número de pasajeros varones muertos. Es evidente que el cociente entre r_1 y r_2 refleja el incremento en el riesgo de muerte tras el accidente que es debido específicamente a la influencia del sexo femenino, manteniendo constantes todas las circunstancias del accidente y del vehículo y siempre que las restantes características del pasajero asociadas con su riesgo de muerte (por ejemplo, su edad o su uso del cinturón de seguridad), no dependan de las características del conductor. En cualquier caso, este efecto puede controlarse estratificando el análisis para pasajeros de distintas edades o en función de su uso del cinturón. Mediante este procedimiento pueden estudiarse todos los factores dependientes del sujeto que, estando recogidos en las bases de datos de los accidentes de tráfico, puedan influir en la gravedad de sus lesiones.

Más recientemente, la aplicación de técnicas de análisis multivariante condicionado ha venido a soslayar gran parte de los inconvenientes del método de las dobles parejas, fundamentalmente la imposibilidad práctica de controlar la confusión introducida simultáneamente por varios factores de confusión dependientes de las características del conductor y el acompañante. Una buena revisión de estos métodos puede hallarse en el artículo de Norvell y Cummings (2002). Algunos ejemplos de la aplicación de estos modelos son los trabajos de Cummings et al. (2003), Smith y Cummings (2006), Olson et al. (2006) y Lardelli et al. (2006).

2.1.3. FACTORES DE RIESGO DE LA GRAVEDAD DE LOS AT.

A continuación pasamos a describir algunos de los principales factores de riesgo que influyen en la gravedad de los AT (fases de colisión y post-colisión de la matriz de Haddon), agrupándolos en factores individuales, del vehículo y del ambiente (el efecto de la velocidad se estudiará de forma independiente), definidos según el eje horizontal de la matriz de Haddon, anteriormente comentada.

a. Factores individuales

- **Edad:** Numerosos estudios abordan el papel que desempeña la edad en la gravedad de los AT, tratando de dilucidar los posibles factores determinantes de los diversos grados de severidad de las lesiones en cada uno de los grupos estudiados (Bédard et al., 2002; Braver et al., 1998; Cummings et al., 2003; Evans 2001a; Huelke y Compton, 1995; Li et al., 2003; O'Donnell y Connor, 1996; Smith y Cummings, 2004; Yau, 2004; Zhang et al., 2000). En general, en la mayoría de ellos se admite que la severidad de las lesiones, y en consecuencia el riesgo de muerte tras el accidente, aumentan conforme lo hace la edad, siendo mayor en los accidentados de más edad. Un trabajo reciente (Javouhey et al., 2006) analiza los factores de riesgo de sufrir una lesión cerebral traumática tras un AT, considerando como tales las lesiones cerebrales y craneales (con excepción de las del cuero cabelludo), con un índice de gravedad según la AIS mayor de 2. En él se afirma que los ancianos mayores de 74 años presentan el

mayor riesgo de lesión cerebral traumática tras sufrir un AT. Según los autores la explicación de esta circunstancia podría estar basada en una mayor vulnerabilidad de los cerebros de más edad; de hecho es en estas personas en las que los hematomas intracraneales son más comunes y de mayor tamaño. Estos autores encuentran además un incremento de la mortalidad conforme aumenta la edad, siendo máxima para los mayores de 74 años, lo cual podría ser consecuencia de la mayor concurrencia de complicaciones médicas o incluso la existencia de ciertas diferencias en la atención y cuidados recibidos. En cuanto a la incidencia de mortalidad anual, es el grupo de edad de 15 a 24 años el que mayores cifras registra. Parece que la adopción de determinadas conductas que aumentan el riesgo de sufrir AT mortales está en relación con estas edades más jóvenes. En concreto, las infracciones sobre la velocidad se encuentran especialmente presentes en los AT mortales en los jóvenes (Richter et al., 2006). En consonancia con estas afirmaciones, otros autores afirman que, para los ocupantes de vehículos privados, el riesgo de sufrir lesiones graves o letales, es menor a edades medias, entre los 26 y 55 años (Yau, 2004).

- **Sexo:** Parece no existir una única opinión en cuanto al papel del sexo en la gravedad de los accidentes de tráfico. La mayor parte de los estudios demuestran un aumento del riesgo de sufrir lesiones graves en las mujeres en comparación con los hombres (O'Donnell y Connor 1996; Kim et al., 1994; Bédard et al., 2002; Broyles et al., 2003; Evans 2001b, Kweon y Kockelman 2003; Zhang et al., 2000) indicando en ocasiones la existencia de diferencias fisiológicas entre ambos sexos como parte de la explicación de este fenómeno (Singleton y Qin, 2004). Esta relación se ha encontrado incluso cuando se comparan sólo conductores noveles, teniendo las mujeres mayor riesgo que los varones de resultar lesionadas o de morir tras sufrir un AT. Una posible razón para este fenómeno sería que estas mujeres podrían conducir vehículos más pequeños provistos de menor protección a los impactos, aunque esta hipótesis no ha sido demostrada (Lam, 2003). También entre los conductores más experimentados, como es el caso de los taxistas, se estima un incremento de riesgo cercano a 2,5 para las mujeres, en comparación con sus homólogos varones (Lam, 2004). Sin embargo, algunos autores concluyen que la importancia del factor sexo como predictor de la gravedad disminuye conforme aumenta la severidad del accidente sufrido. Así, las lesiones más graves no se asociarían a un determinado género (Delen et al., 2005). Por el contrario, otros estudios encuentran que son los hombres los que mayor probabilidad tienen de sufrir lesiones cerebrales severas tras sufrir un AT (Javouhey et al., 2006). Incluso tras ajustar por factores relacionados con una mayor velocidad, y por tanto una mayor liberación de energía en el accidente (como son colisionar con otro vehículo a motor o un obstáculo fijo, o que el accidente se produzca en una autopista), los varones, en concreto los mayores de 55 años, son más proclives a sufrir un daño cerebral severo en comparación con las mujeres. Esto estaría justificado por una diferencia entre hombres y mujeres en cuanto a la adopción de conductas de riesgo. En este mismo sentido, se ha encontrado mayor riesgo para los varones al

considerar el efecto del sexo sobre la gravedad de las lesiones por AT únicamente en los conductores de vehículos privados (Yau, 2004).

- **Alcohol y drogas:** A diferencia del riesgo evidente que entraña la conducción bajo los efectos del alcohol y drogas para implicarse en un AT, parece existir cierta controversia en cuanto a la asociación entre dichos factores y la gravedad del accidente. Algunos de ellos afirman que dicha correlación no resulta patente con claridad (Smink et al., 2005). Sin embargo, para gran parte de los autores, los conductores y pasajeros ebrios tendrían un mayor riesgo de sufrir lesiones mortales debido a los efectos fisiológicos que el alcohol produce en el organismo (Bédard et al., 2002). Para otros, es una conducta temeraria e imprudente la causa del incremento del riesgo de fallecer en los conductores intoxicados por el alcohol (Evans, 1996). En este sentido, parece existir una relación dosis-respuesta entre alcohol y gravedad del accidente, lo cual sugiere que el principal efecto del alcohol recae sobre la conducta del conductor, cambiando su comportamiento, asumiendo mayores riesgos como conducir a mayor velocidad, quizá por una percepción alterada de la misma (Richter et al., 2006). Por el contrario, y de forma casi anecdótica, algunos autores han apuntado un efecto protector del alcohol sobre el riesgo de muerte por AT (Smink et al., 2005). Algunos estudios soportan ambas posibilidades, hallando un patrón en “U” para la relación entre niveles de alcohol en sangre y riesgo de accidentes fatales, de forma que concentraciones de alcohol entre 0,01 y 0,19 serían protectores y por encima de 0,19 ejercerían un efecto fatal, siendo 3 veces mayor el riesgo de fallecer por AT cuando las concentraciones en sangre superan 0,30 (Bédard et al., 2002).

- **Cinturón de seguridad:** Para muchos autores (Peden, 2004; Zwerling et al., 2005; Smink y Cummings, 2006; Bédard et al., 2002; Conroy et al., 2006; Huelke y Compton, 1995; Evans, 1996; Lardelli et al., 2006) el no uso de dispositivos de seguridad ha demostrado formar parte de los factores predictores de lesividad más importantes en caso de producirse un AT. Así, no llevar puesto el cinturón de seguridad supone estar expuesto a sufrir una lesión con una probabilidad entre dos y casi tres veces mayor que si se utilizara. En concreto, según un artículo reciente (Javouhey et al., 2006), el riesgo de sufrir un daño cerebral severo es casi tres veces más alto para los ocupantes de automóvil que no llevan el cinturón en comparación con los que sí lo llevan en el momento de producirse el mismo. En este estudio, tanto los niños como los varones que habían resultado lesionados a causa de un AT, llevaban puesto el cinturón de seguridad en una menor proporción que los adultos o las mujeres.

- **Posición en el vehículo:** Existen estudios que identifican los asientos traseros de los vehículos como los más seguros, sufriendo sus ocupantes lesiones de menor gravedad en caso de producirse un AT (Evans y Frick, 1988; Huelke y Compton, 1995; Smith y Cummings, 2004). Además, entre las posiciones en las que puede situarse un pasajero en los asientos traseros, parece que el riesgo de fallecer es menor en el asiento central y el derecho en comparación con el izquierdo. Esta diferencia de riesgo según la posición ocupada no parece

atribuirse a los distintos tipos de cinturón de seguridad utilizados, ni estar en relación con la severidad del accidente, sino que depende principalmente de factores que afectan a la fragilidad del pasajero (Lardelli-Claret et al., 2006; Bédard et al., 2002; Evans 2001b).

b. Factores del vehículo

- **Tipo de vehículo:** En el caso de los autobuses y camiones, el riesgo de lesión grave es especialmente elevado debido a la enorme potencia destructiva de una gran masa unida a la fuerza de un impacto a gran velocidad (Lam, 2004).

- **Antigüedad del vehículo:** Conforme aumenta la antigüedad de los vehículos lo hace la probabilidad de que se vean involucrados en accidentes graves o incluso fatales, ya que el deterioro de la mecánica de los vehículos puede propiciar la aparición de averías que hagan que aumente el riesgo de lesionarse gravemente en caso de accidente (Yau, 2004).

- **Presencia de pasajeros:** Existe una clara asociación entre la probabilidad de ser lesionado o fallecer por un AT y la presencia o ausencia de pasajeros en un vehículo. Esta asociación ha podido observarse cuando se trata de los pasajeros que viajan en un taxi. Así, los conductores taxistas, en ausencia de otros ocupantes en su vehículo, ven incrementado hasta en un 20% su riesgo de fallecer o sufrir lesiones por AT. Esta relación sugiere que, cuando los conductores viajan solos circulan a mayor velocidad, asumiendo un mayor peligro e incrementando la fuerza de un posible impacto (Lam, 2004). Por otra parte, Cummings y Rivara (2004) afirman que el riesgo de fallecer para el conductor de un vehículo disminuye en presencia de pasajeros, cuando tanto el conductor como los pasajeros llevan el cinturón de seguridad puesto.

- **Dispositivos de seguridad pasivos del vehículo:** Este apartado engloba aquellos elementos del vehículo cuyo objetivo es, una vez producido el accidente, minimizar sus consecuencias sobre la salud de las personas involucradas en él, disminuyendo la gravedad de las posibles lesiones consecuentes al accidente. Entre ellos se encuentran el airbag, la carrocería, los reposacabezas, los frenos ABS, etc. Con respecto al airbag, según un estudio reciente (Olson et al., 2006), la disponibilidad de este dispositivo en los vehículos se asocia a una disminución del riesgo de defunción por AT para la mayoría de los ocupantes de la parte delantera. Por el contrario, y a pesar de su efecto protector sobre la accidentalidad, los frenos ABS pueden incrementar el riesgo de muerte de los sujetos accidentados. La interpretación de este aparentemente efecto contradictorio podría encontrarse en un cambio de conducta hacia una conducción más agresiva y a mayor velocidad por parte de los conductores conocedores de la existencia de este dispositivo en su vehículos (Elvik y Vaa, 2004).

c. Factores ambientales

- **Zona y tipo de vía:** Tanto la densidad de incidencia de accidentes fatales (número de accidentes fatales por milla recorrida por vehículo) como la razón de lesiones fatales (número de accidentes fatales por número de accidentes con lesiones) son superiores en las zonas rurales con respecto a las urbanas, más de dos veces la primera y casi tres veces la segunda (Zwerling et al., 2005). En 2002 la mayoría de los AT de VDRM mortales en países de la Unión Europea tuvieron lugar en carretera; sólo Grecia, Italia y Portugal registraron un mayor número de fallecidos en zonas urbanas (SafetyNet. National Technical University of Athens (NTUA), 2004). Parte de la elevada letalidad de los accidentes que se producen en áreas rurales puede deberse a la propia severidad de los mismos, pero además pudiera ser causada por una menor supervivencia una vez que ha ocurrido el accidente. Un aspecto importante a tener en cuenta en estos núcleos de población reducidos es el acceso a los servicios médicos, por un retraso tanto de la atención médica de urgencia como del acceso a un centro especializado donde los heridos puedan recibir la atención sanitaria definitiva (Zwerling et al., 2005). En el mismo sentido, al estudiar la localización donde se produjo el accidente en relación al tipo de vía por el que circulaba el vehículo implicado, se encuentra una mayor severidad en las lesiones cerebrales ocasionadas cuando el accidente ocurrió en una carretera (Javouhey et al., 2006).

- **Hora del día:** La hora del día en la que se produce un accidente puede ser determinante de su gravedad. Así, la conducción durante la noche y madrugada (desde las 0 horas hasta las 8 de la mañana), se asocia a una mayor probabilidad de accidente fatal o con lesiones graves (Yau, 2004). Un AT que se produzca de noche entraña un riesgo de sufrir una lesión cerebral severa casi dos veces mayor que durante el día (Javouhey et al., 2006). En ocasiones, como es el caso de la conducción de vehículos por ciertos profesionales, en concreto los taxistas, parte de esta relación podría deberse a la mayor dificultad que entraña la conducción a estas horas por zonas y direcciones no siempre bien conocidas. Otro problema añadido estaría representado por la disminución de agudeza visual que, en caso de existir alteraciones visuales podría agravarse en estas circunstancias (Lam, 2004).

- **Día de la semana:** En el caso de los vehículos de uso privado, los accidentes banales ocurren mayoritariamente en días laborables, al contrario de lo que sucede para los accidentes en los que se involucran vehículos de transporte de mercancías, que tienen un mayor riesgo de ser graves cuando ocurren durante las jornadas de trabajo (de lunes a jueves) (Yau, 2004).

- **Luminosidad:** Las condiciones de iluminación son un factor importante que se asocia a la gravedad de los AT. Sin embargo, parecen existir opiniones aparentemente contradictorias en cuanto a la influencia de este factor. Así, según algunos autores (Yau, 2004), los accidentes que entrañan menor riesgo de lesiones graves o mortales son aquellos que se producen bajo iluminación escasa, en comparación con los que tienen lugar a la luz del día o en espacios bien

iluminados. Estos autores argumentan que este fenómeno puede ser el resultado de una conducción a menor velocidad, y por lo tanto más segura, bajo estas condiciones. Por el contrario, para otros, la conducción en horas nocturnas (Lam, 2003) entraña un riesgo de sufrir lesiones más graves, aunque sólo en grupos de edad jóvenes, en especial entre los 20 y los 24 años.

- **Condiciones meteorológicas:** Cuando se compara la gravedad de los AT bajo condiciones de lluvia ligera, lluvia abundante o ausencia de lluvia, se advierte un menor riesgo de accidente mortal o con lesiones importantes cuando llueve ligeramente (Yau, 2004).

- **Densidad de circulación:** Según Yau (2004), en comparación con una gran fluidez de tráfico, los niveles de tráfico moderadamente congestionado generan una menor proporción de lesiones graves o mortales por AT.

- **Factores relacionados con la atención sanitaria a las víctimas:** En relación a la atención sanitaria que las víctimas reciben una vez ocurrido un AT, varios aspectos podrán ser determinantes de la supervivencia de los afectados, así como de la gravedad y consecuencias de sus lesiones. Varios autores (Noland y Quddus, 2004; Zwerling, 2005; Lee y Fazio, 2005) señalan la importancia de la accesibilidad a los servicios médicos, la cual parece ser un componente importante de la elevada letalidad de los AT, por ejemplo en áreas rurales. Cuando un AT tiene lugar en una de estas zonas, tanto la atención inmediata en el escenario del accidente, como el posterior traslado a un hospital, donde sea posible la atención definitiva, pueden demorarse, con las consiguientes repercusiones sobre la recuperación de las víctimas. En este sentido, Clark (2003) habla de la existencia de una mayor mortalidad tras sufrir un AT en áreas cuya población es menor de 25.000 habitantes. Otros factores que pueden influir sobre el tiempo de respuesta de los servicios médicos a los lesionados pueden ser el día de la semana (más tiempo los fines de semana), el número de vehículos involucrados (mayor para más de dos vehículos) y la implicación de vehículos pesados en el accidente (mayor tiempo de respuesta) (Lee y Fazio, 2005).

d. Velocidad

La velocidad es un factor clásicamente implicado en la lesividad y la letalidad de los AT. A nivel ecológico, se han realizado múltiples estudios para evaluar los cambios en las tasas de mortalidad y en la lesividad de los AT en relación con los cambios introducidos en los límites de velocidad (Hakim et al., 1991; Aljanahi et al., 1999; Baum et al., 1990; Garber y Graham, 1990; Garber y Gadiraju, 1992; Lave y Elias, 1994; Johansson, 1996; NHTSA, 1998; Houston, 1999; Pilkington, 2000; Ossiander y Cummings, 2002; Afukaar, 2003). Los resultados generalmente indican una asociación positiva entre la disminución en el número de muertes consecutiva a la reducción de los límites de velocidad permitida. El límite de velocidad óptimo va a depender de

la zona donde se aplique, urbana o no. Por ejemplo, la disminución del límite de velocidad en EEUU de 65 a 55 mph en 1974 redujo en más de 9000 las muertes en autovías en el año siguiente a la limitación y entre 3000 y 5000 las muertes anuales en años sucesivos. Posteriormente, la implantación de límites de velocidad mayores en EEUU y ciertos países europeos supuso de nuevo un incremento en el número de víctimas mortales. Así, tras el aumento de la limitación de velocidad en 1987 en las carreteras rurales estadounidenses, la velocidad media en las mismas se elevó en un 4,8%, y el número de muertes en un 21%. Desde 2003, la mayoría de los estados han aumentado los límites de velocidad hasta 70 mph o incluso más en algunos tramos de autopistas, medida que se ha acompañado de un aumento de las muertes en esos estados del 35 al 38% (Richter et al., 2006). Según un estudio israelí (Richter et al., 2006) sobre el efecto del incremento de los límites de velocidad y la tendencia en la razón de casos mortales (un parámetro que mide el efecto de la velocidad de impacto, el uso del cinturón de seguridad y el cuidado del accidentado, independientemente del número de kilómetros recorridos por el vehículo), tras elevar el límite de velocidad de 90 a 100 km/h, la velocidad en carreteras interurbanas aumentó en un 4,5%, las muertes en un 15%, y la razón de casos mortales en un 38%. En carreteras urbanas, las muertes aumentaron en un 13% y la razón de casos mortales en un 24%. Este estudio mostraba que la razón de casos mortales aumentó a pesar del descenso de muertes por billón de kilómetros recorridos y que elevar los límites de velocidad en las carreteras más rápidas no era una buena medida de protección.

Otro trabajo (Richter et al., 2006) demuestra que las consecuencias de incrementar la velocidad máxima permitida no se circunscriben a las vías rápidas, sino que los conductores, al abandonar estas vías de gran velocidad y hasta adaptarse, circulan más rápido que los que ya ocupan la nueva vía, produciéndose en estas últimas más muertes que en las carreteras más rápidas, cuyos mejores diseños permitían conducir a mayor velocidad con menor riesgo.

Algunos autores han tratado de cuantificar mediante modelos matemáticos la relación existente entre el incremento de la velocidad en la carretera y sus riesgos derivados, estimando que el aumento de velocidad sigue una relación exponencial de segundo orden con el riesgo de lesión y de cuarto orden con el riesgo de fallecer, de forma que, en accidentes simples, el riesgo de fallecer para los ocupantes aumenta aproximadamente en función del aumento de la velocidad elevada a la cuarta potencia. Según este modelo matemático propuesto por Nilson, se esperaba una reducción del 15%-21% en las muertes tras una disminución de la velocidad media de un 3,5%-5% (Richter et al., 2006).

Aunque el impacto de la velocidad es manifiesto en cualquier tipo de vía, parece que el beneficio de la disminución de la misma es mayor en las vías más lentas con respecto a las rápidas. Además, aunque el riesgo de fallecer por distancia recorrida es generalmente menor en autopistas, existen importantes diferencias entre países. Así, en 2002, la razón de muertes por billón de kilómetros recorridos en autopista era de 4,1 en Alemania, un 22% menor que en

EEUU, pero mayor que en Suiza (un 64%) y Gran Bretaña (un 95%). El riesgo de fallecer es mucho mayor en autovías del sur de Europa e incluso mayor en Europa del Este, Latinoamérica, Asia, India y África (Richter et al., 2006).

El factor velocidad explica parte del aumento de riesgo de lesión o muerte por AT de determinados grupos, como por ejemplo los jóvenes, los conductores bajo los efectos del alcohol, los profesionales en condiciones de fatiga, los motociclistas y los usuarios de teléfonos móviles. En estos grupos, el control de la velocidad reduciría el riesgo de resultar lesionado o de morir por causa del accidente. Bajo determinadas condiciones, por tanto, se produce una interacción entre juventud, noche, fatiga, alcohol, uso de teléfonos móviles y velocidad, que hace que el riesgo de lesión o muerte sea máximo.

2.2. FACTORES DE RIESGO DE LA GRAVEDAD DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO DE VDRM.

A continuación haremos un resumen del estado actual de conocimientos acerca del efecto de cada uno de los principales factores de la matriz de Haddon sobre la gravedad de las lesiones ocurridas como consecuencia de un accidente de tráfico en los ocupantes de un VDRM. Tal y como plantea el título de la memoria, el objetivo del presente proyecto de investigación (que se especificará en la sección correspondiente) es, en última instancia, el de ampliar el conocimiento disponible hoy día sobre este tema.

2.2.1. INDIVIDUALES

a. Edad: Para valorar el efecto de la edad en la severidad de los AT de VDRM, hay que considerar por una parte su impacto sobre la gravedad intrínseca del accidente y por otro su influencia sobre la severidad de las lesiones a igualdad de gravedad intrínseca. Como ya se comentó en el apartado dedicado a las consideraciones metodológicas, ambos efectos pueden incluso tener sentidos contrapuestos. Algunos estudios apuntan a un descenso de la gravedad y mortalidad en los conductores de motocicletas mayores tras sufrir un AT (Mullin et al., 2000). Por el contrario, otros autores encuentran un incremento del riesgo de fallecer conforme aumenta la edad (Wladis et al., 2003), aunque tampoco aquí hay una opinión unánime. Quddus et al. (2002) valoran la gravedad del accidente mediante dos aspectos, la severidad de las lesiones producidas en los ocupantes y la severidad de los daños en la motocicleta, lo cual podría interpretarse como una diferenciación entre la vulnerabilidad de los ocupantes y la gravedad intrínseca del accidente, hallando un incremento del daño del vehículo para los conductores más jóvenes, aquellos de edad menor a 29 años. Sin embargo, el grupo de edad que presenta lesiones más graves es el de 60-69 años, incluso por encima de los mayores de 70 años, en contra de lo que cabría esperar.

b. Sexo: El sexo masculino parece incrementar el riesgo de sufrir un accidente que provoque un daño más severo en la motocicleta. Por el contrario las mujeres tienen una mayor probabilidad de tener lesiones de gravedad, aunque esta diferencia no es evidente en cuanto al riesgo de fallecer, no existiendo una clara diferencia entre ambos sexos para el caso de resultar lesionados de forma fatal (Quddus et al., 2002).

c. Alcohol: Algunos autores han demostrado que el riesgo de sufrir una lesión cerebral por AT está incrementada en algo más de cuatro veces para los motoristas que conducen bajo los efectos del alcohol (Gabella et al., 1995). A diferencia de otros estudios en los que dicha asociación puede estar confundida por el hecho de que niveles altos de alcohol en sangre se correlacionan con conductas de mayor riesgo y en especial con el no uso de casco, en este trabajo, no llevar casco no parece ser una consecuencia del consumo de alcohol, por lo que el incremento del riesgo apuntado no se atribuye al no uso del casco sino al propio consumo de alcohol.

d. Uso de Casco: Existen numerosos estudios que intentan demostrar la efectividad del uso del casco como sistema de protección en los usuarios de VDRM (Keng, 2005; Liu et al., 2004; Rutledge y Stutts, 1993; Ouellet y Kasantikul, 2006; Ulleberg, 2003; Watson et al., 1980; Auman et al., 2002; Muller, 2004; Norvell y Cummings, 2002; Evans y Frick, 1988). Todos ellos concluyen que el casco ejerce un importante papel preventivo sobre la gravedad de las lesiones que podría ocasionar un AT. Es posible que parte de este efecto protector pudiera deberse a que los motoristas con casco sufrieran accidentes intrínsecamente menos graves (por ejemplo, porque circularan a menor velocidad). Sin embargo, existen trabajos que ponen de manifiesto que la gravedad de las lesiones es mayor para los individuos que no llevan casco con independencia de la severidad del accidente sufrido (Rutledge y Stutts, 1993).

Existe cierta variabilidad en cuanto al porcentaje estimado de reducción de riesgo de lesión cerebral que ejerce el casco, que puede variar según los diferentes estudios entre un 50% y un 72% (Liu et al., 2004; Keng, 2005). Estas diferencias provienen en cierta medida de la diversidad en la metodología y fuentes de datos empleados, así como del mejor o peor control de los factores de confusión. En este sentido, se ha encontrado evidencia en la modificación que produce la velocidad sobre el efecto del casco en la mortalidad de los accidentados (Liu et al., 2004), de forma que cuando los motociclistas conducen a velocidad inferior a 50km/h y sufren un accidente, su riesgo de fallecer disminuye significativamente si llevan el casco, pero a velocidades superiores a 50 km/h, no hay un beneficio significativo atribuible a su uso (Shibata y Fukuda, 1994). Este hallazgo es consistente con varias hipótesis: por una parte, los accidentes de tráfico a grandes velocidades podrían producir lesiones generalizadas en todo el cuerpo no compatibles con la vida, a pesar de la protección ofrecida por el casco exclusivamente en la cabeza. Por otra, la energía transferida por un impacto a partir de cierta velocidad, superaría el efecto de protección del casco (Liu et al., 2004).

En cuanto a la acción preventiva del casco sobre una probable lesión a nivel del cuello, parece no existir una conclusión firme. Ciertos trabajos evalúan el daño de la columna cervical provocado por los AT sufridos por los motoristas, y no en todos ellos se afirma la existencia de una evidencia clara entre el uso de casco y la reducción del riesgo de sufrir una lesión medular (O'Connor, 2005).

Otros estudios consideran el daño facial evitable por el uso del casco, y tampoco para este tipo de lesión se obtienen resultados unánimes. Aunque algunos autores (Lin et al., 2001; Rowland et al., 1996; Gopalakrishna et al., 1998) encuentran una relación protectora entre el uso de casco y sufrir lesiones faciales por un AT, no aportan estimaciones ajustadas por factores confusores; además existen trabajos que contradicen estas afirmaciones, no hallando dicha asociación. Una revisión de The Cochrane Library concluye que no hay evidencia suficiente a favor del efecto protector del casco sobre la lesividad facial por AT de VDRM. Esta misma revisión encuentra insuficiente la evidencia en relación con un efecto protector diferente en función de los distintos tipos de casco empleados (Liu et al., 2004).

En España se estima que el uso del casco podría evitar en torno a dos de cada tres lesiones cerebrales por AT, disminuir el número de muertes en más de un tercio, reducir incluso en un 50% el riesgo de ingresar en una Unidad de Cuidados Intensivos y acortar a la mitad el tiempo total de hospitalización tras un accidente (Sánchez, 2002). Y aunque incluso en presencia del casco los motociclistas presentan un riesgo de sufrir una lesión cerebral severa por AT casi tres veces mayor que los ocupantes de coche que llevan el cinturón de seguridad, dicho riesgo es claramente inferior al que estarían expuestos en ausencia del casco (Javouhey et al., 2006).

Dentro de los grupos especialmente en riesgo de lesión por AT de VDRM se encuentran los menores de 15 años y las mujeres, debido a que en ellos se ha observado un menor uso del casco, por lo que sería conveniente la promoción del empleo de esta medida de protección con especial énfasis en estos grupos (Javouhey et al., 2006).

Algunos argumentos en contra del uso del casco en conductores de VDRM incluyen, por un lado, la posibilidad de que el propio casco sea el causante de un aumento de riesgo de lesiones a nivel cervical en caso de accidente, y por otro, la probable disminución de visibilidad y audición del conductor (Liu et al., 2004). En cuanto a la primera cuestión, ya hemos mencionado la falta de evidencia en la asociación uso de casco - lesión del cuello. Para la posible interferencia con las capacidades sensoriales del conductor, existen estudios que demuestran que el efecto del casco sobre la capacidad visual y auditiva del conductor es muy pequeña en comparación con el claro beneficio para la protección de la cabeza (McKnight y McKnight, 1995).

Otra consideración sugerida por algunos autores hace referencia al posible papel de la hipótesis de la homeostasis del riesgo (Liu et al., 2004) en relación con el uso de casco: la disminución de la percepción de riesgo que algunos conductores experimentan cuando hacen uso de medidas de protección como el casco les llevaría a adoptar hábitos de conducción de mayor riesgo, como aumentar la velocidad de conducción, con lo que el efecto protector del casco quedaría de alguna manera atenuado. Sin embargo, en contra de esta opinión, otros autores concluyen que no existe evidencia para afirmar que los motociclistas que llevan el casco asuman mayores riesgos en la conducción que los que no lo llevan (Ulleberg, 2003).

Numerosos estudios han evaluado la efectividad de la obligatoriedad del uso del casco como medida de prevención. En muchos de ellos se pone de manifiesto que la existencia de leyes hace más extensivo su uso en la población y disminuye tanto la gravedad como la incidencia de lesiones en la cabeza tras un AT en VDRM, así como la mortalidad por esta causa (Hundley et al., 2004; Watson et al., 1980; Auman et al., 2002; Muller et al., 2004; Kyrychenko y McCartt, 2006). En España se impuso la obligatoriedad del uso del casco en 1982 para los motoristas que circulan por vías interurbanas y 10 años más tarde esta norma se amplió a los ciclomotoristas y el tránsito por vías interurbanas, con lo que se generalizó a todos los VDRM y en cualquier vía (Villalbí y Pérez, 2006).

e. Ropa de protección: Se estima que el uso de ropa de protección puede llegar a reducir entre un 33% y un 50% la gravedad de las lesiones en manos, pies, piernas y brazos (Ulleberg, 2003). Actualmente se investiga sobre el desarrollo de nuevos materiales y elementos para ropa de protección a disposición de los motociclistas, y aunque quedan por realizar estudios que determinen su efecto protector real, existen razones para creer que el empleo de este tipo de ropa de protección supondrá una reducción en la gravedad de las lesiones por AT de VDRM. Pese a que hoy día se desconoce la proporción de conductores y pasajeros que emplean ropa de protección cuando circulan, se cree que existe un gran potencial de incremento de su uso en motociclistas, por lo que las medidas orientadas a potenciar su empleo podrían resultar muy eficientes.

2.2.2. DEL VEHÍCULO

a. Cilindrada: Aunque se ha demostrado la existencia de un riesgo mayor de resultar gravemente lesionado o morir por un AT con vehículos de gran cilindrada (Quddus et al., 2002), no todos los estudios coinciden en el punto de corte a partir del cual dicho riesgo aumenta. Según Langley et al. (2000), el riesgo se incrementa al menos en un 50% para cualquier motocicleta de cilindrada mayor de 250 cc.; sin embargo, no existe un claro patrón de aumento del riesgo conforme se eleva la potencia de la motocicleta (Langley et al., 2000).

b. Presencia de pasajero: Al igual que ocurría en cuanto a la probabilidad de sufrir un accidente, una vez que éste ha ocurrido, la presencia de pasajero en un VDRM posiblemente incrementa la gravedad del mismo; de hecho, la mera existencia de más de un ocupante en un vehículo, al producirse un AT, hace que pueda morir o lesionarse más de un individuo (Haworth et al., 1997).

c. Antigüedad del vehículo: Algunos estudios apuntan a este factor como un importante determinante de la severidad de las lesiones, de forma que las motocicletas de 5 a 9 años tienen una probabilidad entre dos y tres veces mayor de asociarse a AT en los que se producen lesiones severas (Yau, 2004).

d. Alumbrado: Los accidentes en los que los motociclistas conducen con la luz delantera de su vehículo encendida durante el día tienden a tener consecuencias de menor gravedad. Quizá el llevar las luces encendidas durante el día sea reflejo de una conducta más prudente por parte de los motociclistas, pero además permite a otros usuarios de la vía reaccionar antes ante la necesidad de esquivarlos, disminuyendo por tanto la probabilidad de lesiones más graves (Quddus et al., 2002).

e. Frenos ABS: El sistema ABS (Anti=Blocker=System) evita que las ruedas se bloqueen y se pierda la capacidad para dirigir las mismas, en casos de fuerte frenada o en condiciones de mínima adherencia entre el neumático y el pavimento. Aunque no existen estudios basados en accidentes reales que estimen el efecto preventivo de los frenos ABS en motocicletas, se cree que éstos podrían disminuir la gravedad de las lesiones. Esta asunción se basa en el hecho de que el bloqueo de los frenos tiene mucha mayor repercusión en las motos que en los coches. Existen también razones para pensar que los frenos ABS disminuirían el temor de los motociclistas al bloqueo ante la necesidad de una parada brusca, con lo que podrían frenar con mayor fuerza y por tanto disminuir la distancia de frenado (Ulleberg, 2003).

f. Protectores para piernas y airbag: Estos sistemas de protección pasiva en VDRM no están por el momento comercializados, y no existen por tanto estudios que evalúen su efecto en la reducción de la gravedad de las lesiones basados en accidentes reales. Sin embargo, los tests de simulación indican que los protectores de piernas podrían disminuir la gravedad de las lesiones en las mismas, pero aumentar el riesgo de lesiones en cabeza, tórax y cuello. Estos ensayos demuestran que el airbag puede ser efectivo especialmente en casos en los que el VDRM colisione contra el lateral de un coche. Sin embargo, en algunos casos el airbag podría aumentar el riesgo de lesiones en la cabeza. Se desconoce no obstante si este dispositivo puede originar lesiones en el cuello cuando se infla (Ulleberg, 2003).

2.2.3. AMBIENTALES

a. Día de la semana: Según algunos autores, los motociclistas accidentados durante los fines de semana muestran en mayor proporción lesiones más graves o incluso fatales con respecto a los involucrados en accidentes que tienen lugar de lunes a jueves. Este efecto es el contrario al que sufren los conductores de otro tipo de vehículos como pudieran ser los de vehículos de mercancías, y podría deberse a que los motociclistas conducen principalmente durante estos días, adoptando algunos de ellos determinadas prácticas de riesgo, mientras que los vehículos de mercancías son conducidos con mayor agresividad en los días laborables, por la obligación del cumplimiento de sus repartos a tiempo (Yau, 2004). Esta diferencia de riesgo de accidente mortal durante los fines de semana se ha llegado a cifrar en un 10% superior al del resto de los días (Quddus et al., 2002), aumentando la probabilidad de daños importantes en la motocicleta en un 5,5% y de siniestro total en un 9,3%.

b. Hora: Existen estudios según los cuales hay dos períodos horarios a lo largo del día identificados como los momentos de mayor riesgo de sufrir lesiones graves a consecuencia de un AT de motocicleta: desde las ocho a las doce, tanto de la mañana como de la noche. En estos estudios el razonamiento para justificar este hecho apunta hacia la posibilidad de que, a estas horas, los conductores se permiten la licencia de incurrir en estilos de conducción de mayor riesgo, incluso de forma ilegal (Yau, 2004).

c. Condiciones de luminosidad: La iluminación de la calle juega un papel importante en los diferentes grados de gravedad que pueden alcanzar los AT. Sin embargo, parece que el efecto de las condiciones de luminosidad sobre la gravedad del accidente se debe fundamentalmente a la asociación entre esta variable y la hora del día, la cual, como ya ha sido señalado, es por sí sola un factor implicado en la severidad de las lesiones (Yau, 2004).

d. Tipo de vía: En las vías de doble sentido y las vías rápidas se producen accidentes que dan lugar a lesiones más graves, así como mayores daños materiales en las motocicletas. Esto está claramente relacionado con el incremento en la velocidad permitido en estas vías, que es realmente el factor responsable de la mayor severidad de las lesiones (Quddus et al., 2002).

e. Carril en el que se produce el accidente: Los accidentes de motocicletas que se producen en los carriles exteriores parecen aumentar la probabilidad de originar lesiones de mayor gravedad y daños mayores a la motocicleta, en comparación con aquéllos que tienen lugar en los carriles centrales de la vía. Esta diferencia podría ser el resultado de la gravedad que entrañan algunas maniobras realizadas por los motoristas al cambiar de carril (Quddus et al., 2002).

f. Superficie: La conducción sobre un pavimento mojado reduce la gravedad de las lesiones y el daño de la motocicleta. La probabilidad de accidente mortal en estas condiciones disminuye

un 20,6% con respecto a un accidente ocurrido en un firme seco. Esto es probablemente un efecto de la reducción de la velocidad bajo estas condiciones, como medida de precaución adoptada por los motociclistas cuando la superficie se encuentra mojada (Quddus et al., 2002).

g. Barreras de seguridad: El impacto con vallas o barreras de seguridad puede dar lugar a graves lesiones en los motoristas. En la actualidad se investiga para mejorar estos sistemas, con el objetivo de desarrollar diseños más adecuados a los usuarios de VDRM. En particular, las barreras que permiten al motociclista deslizarse a lo largo de su superficie sin golpear con ningún objeto, de forma que la energía de la colisión no se concentre en un único punto, podrían reducir el riesgo de lesión. Aunque por el momento no es posible estimar la cuantía de la reducción de la gravedad de las lesiones si se modificaran las barreras de seguridad, no existe duda de que dicha reducción se produciría. Se recomienda además dar prioridad a la mejora de las barreras colocadas en curvas cerradas y en puntos negros de accidentes de VDRM. Sería igualmente importante la retirada de objetos en las zonas adyacentes a la carretera en tramos donde no existen barreras, de forma que se evite el impacto de los motociclistas con los mismos en caso de accidente con salida de la vía (Ulleberg, 2003).

h. Tipo de accidente: Si se consideran sólo los accidentes simples, y en relación con los accidentes en los que no se produce colisión, la gravedad de las lesiones y los daños son mayores cuando el VDRM colisiona con un objeto estacionado. Además, este tipo de accidentes implican un mayor riesgo de fallecer, con un incremento del 480%. También la severidad de los daños es significativamente mayor, así como la probabilidad de siniestro total, que aumenta en un 547%. Cuando la colisión se produce con otros vehículos estacionados la gravedad de las lesiones se incrementa igualmente de manera significativa (Quddus et al., 2002).

2.2.4. VELOCIDAD

Tanto en estudios de simulación como en situaciones reales, los motociclistas demuestran ser mayores infractores de los límites de velocidad que el resto de los conductores. En 2002, el 36% de los motociclistas implicados en AT mortales conducían a velocidad superior a la permitida, el doble que los conductores de turismos o vehículos de mercancía igualmente implicados en accidentes fatales. Este factor afecta con especial importancia a determinados grupos de edad; en concreto, en los conductores de motocicletas de edades comprendidas entre los 20 y los 29 años, el exceso de velocidad estuvo presente en más del 50% de los accidentes mortales (Richter et al., 2006).

También según la DGT, en España, entre las infracciones más habituales cometidas por los conductores de VDRM se encuentra, además de no respetar la distancia de seguridad, la conducción a velocidad por encima de la norma, siendo este último un factor determinante en

la gravedad de las lesiones por AT en motoristas, pues dicho exceso de velocidad produce el doble de ocupantes de VDRM muertos que si circulan a velocidades adecuadas (Fraile, 2005).

Teniendo en cuenta que, para una motocicleta en marcha, prácticamente toda la energía cinética generada en el movimiento se convierte en energía potencialmente lesiva durante la fase de impacto, el tiempo de detención es sumamente importante para este tipo de vehículos. Así, en el mejor de los casos, si un motorista cae y se desliza por un suelo sin encontrar ningún obstáculo firme, sufrirá lesiones de arrastre que afectarán fundamentalmente a piel y músculos, pero potencialmente menos graves que las que ocurrirían al colisionar con un obstáculo (Rodríguez, 2001).

JUSTIFICACIÓN

II. JUSTIFICACIÓN

A nuestro juicio, a partir de lo expuesto en el apartado de Introducción sobre la situación actual de la epidemiología de los accidentes de tráfico de VDRM en España, quedan en evidencia algunos aspectos fundamentales, que a continuación se enumeran de forma resumida:

1. El gran número de víctimas que causan cada año los accidentes de tráfico de VDRM en España, así como la grave repercusión de los mismos, en muchas ocasiones fatales, hacen que este tipo particular de accidente sea en la actualidad un importante problema de salud pública en nuestro país.

2. El elevado riesgo de lesión y muerte entre los ocupantes de VDRM implicados en AT, muy superior al que se observa en los accidentes de vehículos de cuatro o más ruedas, justifica la necesidad de analizar los factores dependientes del individuo, el vehículo y el entorno, que influyen sobre esa elevada lesividad, al objeto de priorizar posibles estrategias de control. A pesar de ello, los estudios orientados a cuantificar el efecto de los factores de riesgo de la morbi-mortalidad de los ocupantes de VDRM accidentados son relativamente escasos, en comparación con los realizados para otros tipos de vehículos. Esta situación es particularmente preocupante en España, donde la importancia sanitaria del problema contrasta de forma llamativa con la escasez de estudios epidemiológicos dedicados a su estudio.

3. Por otra parte, y en relación con el riesgo de lesión de los ocupantes de VDRM implicados en accidentes de tráfico, es conceptualmente posible identificar dos elementos contribuyentes a dicho riesgo: la severidad o gravedad intrínseca del accidente, y la vulnerabilidad o fragilidad de las personas implicadas en él. Aunque la necesidad de deslindar el efecto que factores como la edad, el sexo o el uso de casco ejercen sobre cada uno de ellos parece evidente, no hemos hallado en la bibliografía revisada estudios que hayan alcanzado este objetivo de forma satisfactoria, particularmente en España.

4. Una revisión de la bibliografía nos ha permitido identificar estrategias de análisis epidemiológico cuya aplicación a los registros rutinarios de accidentes de tráfico con víctimas posibilitaría, al menos teóricamente, alcanzar los objetivos planteados en los puntos 2 y 3. Este hecho, unido a la existencia y disponibilidad de un registro de accidentes de tráfico con víctimas en España, hace factible plantear dichos objetivos.

Todo lo anterior justifica la oportunidad de realizar el presente proyecto de Tesis Doctoral y apoya su factibilidad, para valorar la influencia de los factores que intervienen en la mortalidad y morbilidad de los ocupantes de ciclomotores y motocicletas implicados en accidentes de tráfico.

OBJETIVOS

III. OBJETIVOS

El presente proyecto de tesis doctoral tiene como objetivo general identificar el efecto de los factores dependientes del individuo, del ambiente y del vehículo sobre el riesgo de morir y de sufrir lesiones craneales en los ocupantes de VDRM implicados en accidentes de tráfico en España, entre 1993 y 2002. Este objetivo general puede desglosarse en los siguientes objetivos intermedios y específicos:

1. Para el estudio de los factores de riesgo de la mortalidad:

1.1. Objetivo Intermedio: Diseñar un modelo teórico explicativo del riesgo de muerte de los ocupantes de un VDRM implicado en un accidente de tráfico.

1.2. Objetivos Específicos:

1.2.1. Estimar la fuerza de asociación de la edad, el sexo y el uso de casco del conductor del VDRM sobre su riesgo de muerte, que depende específicamente de la asociación de dichos factores con la gravedad intrínseca del accidente.

1.2.2. Estimar la fuerza de asociación de la edad, el sexo y el uso de casco del ocupante de un VDRM sobre su riesgo de muerte, que depende específicamente de la asociación de dichos factores con su vulnerabilidad al efecto de la energía liberada en el accidente.

1.2.3. Estimar la fuerza de asociación de otras variables dependientes del conductor, del tipo de vehículo y de los factores dependientes del ambiente físico bajo el que ocurre el accidente de tráfico, sobre el riesgo de muerte de los ocupantes de un VDRM.

2. Para el estudio de los factores de riesgo de la lesión craneal se proponen dos objetivos específicos:

2.1. Estimar la fuerza de asociación de los factores dependientes del individuo, del tipo de vehículo y de las circunstancias ambientales bajo las que ocurre el accidente de tráfico, sobre el riesgo de lesión craneal de los ocupantes de un VDRM implicados en un accidente de tráfico.

2.2. Estimar cómo se modifica el efecto protector del uso de casco sobre el riesgo de lesión craneal de los ocupantes de un VDRM implicado en accidente de tráfico, para diferentes circunstancias relativas a las características del usuario, del tipo de accidente y de las circunstancias ambientales bajo las que ocurre el accidente.

MÉTODOS

IV. MÉTODOS

1. DISEÑO

Se ha realizado un estudio retrospectivo de series de casos.

2. ÁMBITO DEL ESTUDIO

El estudio se ha realizado en España, en el período que abarca los años 1993 hasta 2002, ambos inclusive.

3. FUENTE DE INFORMACIÓN

Los datos utilizados proceden del registro informatizado de accidentes de tráfico con víctimas, facilitado por la Dirección General de Tráfico (DGT). Dicho registro contiene un conjunto de datos que se obtienen a partir de la información recogida por la policía en el correspondiente Cuestionario Estadístico del Accidente, un documento que se cumplimenta en la escena del accidente para todos los AT con víctimas ocurridos en territorio español.

3.1. CUESTIONARIO ESTADÍSTICO DEL ACCIDENTE

Conforme a la Orden del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno, de 18 de febrero de 1993, por la que se modifica la estadística de accidentes de circulación (B.O.E. número 47 de 24 de febrero de 1993), la cumplimentación del cuestionario estadístico corresponde a:

La Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil, en los accidentes producidos en las carreteras de su demarcación, así como en las vías urbanas de los municipios que no tuvieran regulado el tráfico.

Las Comandancias de la Dirección General de la Guardia Civil en aquellos casos en que, por ser esporádica su vigilancia en la demarcación donde ocurrió el accidente, no se hubieran formulado por la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil.

Las Policías Autónomas, en los accidentes producidos en las carreteras de su demarcación, así como en las vías urbanas de los municipios que no tuvieran regulado el tráfico.

La Policía Municipal en aquellos municipios en que esté regulado el tráfico, existiendo Policía especializada.

El cuestionario estadístico de accidentes de circulación recoge los datos referentes a cada accidente de la siguiente forma:

La zona central, con expresión de los distintos subconceptos, comprende los datos referentes a identificación, características de la vía, circunstancias del accidente, matrícula, marca y modelo de los vehículos implicados, croquis, descripciones y posibles factores concurrentes. En los márgenes laterales e inferior se reflejan, codificados, el resto de los datos. Para facilitar esta codificación, cada cuestionario lleva una plantilla, en la que se expresan las distintas claves de codificación de los diferentes conceptos con unas flechas indicadoras del lugar en que ha de reflejarse el código en el cuestionario.

La unidad de vigilancia actuante remitirá dos ejemplares del cuestionario estadístico a la Jefatura Provincial de Tráfico en los cinco días siguientes al accidente, quien a su vez remitirá uno de ellos a la Delegación Provincial del Ministerio de Obras Públicas y Transporte y el otro lo conservará para incorporar los datos a los ficheros informáticos de los Servicios Centrales de la Dirección General de Tráfico.

3.2. BASE DE DATOS

La información recogida para cada accidente de tráfico con víctimas está contenida en tres registros:

- 1) Un registro de datos generales del accidente.
- 2) Un registro por cada vehículo implicado en el accidente, encabezado por una clave de 8 posiciones compuesta por el número de accidente y el número de provincia. El número de vehículos implicados en el accidente figura en el registro de datos generales.
- 3) Un registro por cada persona implicada en cada accidente, encabezado por una clave de 8 posiciones compuesta por el número de accidente y el número de la provincia. El número de personas implicadas es el resultado de sumar los campos de ocupantes y peatones que figuran en el registro de datos generales.

La clave de 8 posiciones figura en todos los registros e identifica y diferencia cada accidente.

4. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Del Registro de Accidentes de Tráfico con víctimas de la DGT se seleccionaron inicialmente los 311.606 registros correspondientes a los VDRM implicados en accidentes de tráfico con víctimas cuyo número de ocupantes no excediera de dos. A partir de esta serie original, se definieron dos nuevas series, una para el estudio de las defunciones y otra para el estudio de las lesiones en la cabeza. En el primer caso, se consideraron sólo aquellos VDRM para los que la lesividad del conductor era conocida. En el segundo, sólo aquellos VDRM en los que la existencia o no de lesión craneal en el conductor era conocida. Tras aplicar estos criterios, las series de VDRM para el estudio de defunción y lesión craneal estuvieron comprendidas por 309.626 y 249.080, respectivamente.

A partir de este punto, cada una de las dos series fue descompuesta de la siguiente forma:

4.1. En primer lugar, se diseñó una base de datos que contenía tantos registros como conductores de VDRM incluidos en el estudio. Esta base de datos fue, a su vez, subdividida en dos:

4.1.1. Una base de datos que contenía los registros de los conductores que viajaban solos.

4.1.2. Otra base de datos, incluyendo los registros de los conductores que viajan acompañados por un pasajero.

4.2. En segundo lugar, se consideraron sólo los VDRM ocupados por dos personas (conductor y pasajero), para las que se disponía de información sobre la variable de efecto (defunción o lesión craneal, en su caso). Para estos VDRM se diseñaron dos bases de datos:

4.2.1. Una, integrada por un número de registros igual al doble del número de VDRM: la mitad de los registros correspondían a los conductores y la otra mitad a los pasajeros. Cada registro contenía, al margen de la información referente a la persona, un código identificativo del VDRM ocupado por cada una, que permitía identificar al conductor y al pasajero ocupantes del mismo vehículo.

4.2.2. Otra, integrada por tantos registros como VDRM. Cada uno de ellos contenía toda la información correspondiente a las características del accidente, del vehículo, del conductor y de su correspondiente pasajero.

La tabla 1 presenta, para cada una de las dos series de VDRM utilizadas (para el estudio de las defunciones y el de las lesiones craneales), el número de registros incluidos en cada base de datos.

Tabla 1. Bases de datos utilizadas en el presente estudio

Base de datos: Identificación	Variable Dependiente	Nº registros	Características
def 4.1.	Defunción	309.626	Todos los conductores con lesividad conocida
def 4.1.1.	Defunción	258.591	Conductores con lesividad conocida que viajaban solos
def 4.1.2.	Defunción	51.035	Conductores con lesividad conocida que viajaban con pasajero
def 4.2.1.	Defunción	101.926	Ocupantes (conductor o pasajero) de VDRM en los que la lesividad de ambos era conocida
def 4.2.2.	Defunción	50.963	VDRM ocupados por conductor y acompañante en los que la lesividad de ambos era conocida
cra 4.1.	Lesión craneal	249.080	Todos los conductores con localización de la lesión conocida
cra 4.1.1.	Lesión craneal	206.379	Conductores con localización de la lesión conocida que viajaban solos
cra 4.1.2.	Lesión craneal	42.701	Conductores con localización de la lesión conocida que viajaban con pasajero
cra 4.2.1.	Lesión craneal	79.076	Ocupantes (conductor o pasajero) de VDRM en los que la localización de la lesión era conocida en ambos
cra 4.2.2.	Lesión craneal	39.538	VDRM ocupados por conductor y acompañante en los que la localización de la lesión era conocida en ambos

5. VARIABLES DE ESTUDIO

A partir de la información contenida en el registro de accidentes de la DGT, se han construido las variables con las categorías que se refieren a continuación (entre paréntesis se incluyen las categorías de las variables originales):

5.1. Variables dependientes:

- Defunción del conductor: 0: No (herido grave, herido leve, ileso).
1: Sí.
- Defunción del pasajero: 0: No (herido grave, herido leve, ileso).
1: Sí.
- Lesión cefálica del conductor: 0: No (lesión en cara, cuello, pecho, espalda, abdomen, extremidades superiores, extremidades inferiores, todo el cuerpo, se desconoce).
1: Sí.
- Lesión cefálica del pasajero: 0: No (lesión en cara, cuello, pecho, espalda, abdomen, extremidades superiores, extremidades inferiores, todo el cuerpo, se desconoce).
1: Sí.

5.2. Variables independientes:

5.2.1. Variables del conductor:

Edad: variable cuantitativa continua expresada en años completos. A los valores desconocidos se les asignó el código 999.

Sexo: 0: Varón

1: Mujer

2: Desconocido

Uso de casco:

0: Sí.

1: No.

2: Se desconoce.

Tenencia de permiso de conducir:

0: Con permiso válido.

1: Sin permiso o no válido.

2: Se desconoce.

Nacionalidad:

0: Española.

1: Extranjera (Portugal, Francia, Marruecos, Alemania, Gran Bretaña, Italia, Suiza, Bélgica, Holanda, Estados Unidos, otros países del Magreb, otros países).

2: Se desconoce.

Defecto físico previo:

- 0: Ninguno.
- 1: Visual.
- 2: Otros (de audición, de extremidades superiores, de extremidades inferiores, otro).
- 3: Se desconoce.

Circunstancias psicofísicas:

- 0: Aparentemente normal.
- 1: Conducción bajo los efectos del alcohol (alcohol sin prueba de alcoholemia, alcohol con prueba positiva de alcoholemia).
- 2: Conducción bajo otras circunstancias psicofísicas anómalas (drogas, enfermedad súbita, sueño o sopor, cansancio, preocupación).
- 3: Se desconocen.

Horas de conducción continuada:

- 0: Menos de 1 hora.
- 1: De 1 a 3 horas.
- 2: Más de 3 horas (de 3 a 5, más de 5).
- 3: Se desconocen.

Infracción sobre la velocidad:

- 0: Ninguna.
- 1: Velocidad inadecuada.
- 2: Velocidad excesiva.
- 3: Marcha lenta o se desconoce la infracción (marcha lenta entorpeciendo la circulación, se ignora).

Otras infracciones del conductor:

- 0: Ninguna.
- 1: Conducción distraída o desatenta.
- 2: Circular en sentido contrario o prohibido.
- 3: Invadir parcialmente el sentido contrario.
- 4: Girar incorrectamente.
- 5: Adelantamiento antirreglamentario.
- 6: No mantener el intervalo de seguridad.
- 7: No respetar la prioridad.
- 8: No respetar el semáforo.
- 9: No respetar la señal de "stop".
- 10: No respetar el "ceda el paso".
- 11: No respetar el paso de peatones.
- 12: No respetar otras indicaciones.
- 13: Entrar sin precaución en la circulación.

14: Otras infracciones (incorrecta utilización del alumbrado, circular en zig-zag, frenar sin causa justificada, no indicar o indicar mal una maniobra, parado o estacionamiento prohibido o peligroso, ciclistas o ciclomotoristas en posición paralela, ciclista o ciclomotorista circulando fuera de pista o arcén, apertura de puertas sin precaución, otra infracción).

Motivo del desplazamiento:

- 0: Ocio.
- 1: Durante la jornada laboral.
- 2: Dirigirse o regresar del trabajo.
- 3: Salida o regreso de vacaciones o festivos.
- 4: Otros motivos (urgencias, otro).

Acción del conductor:

- 0: Siguiendo la ruta
- 1: Adelantando por la derecha.
- 2: Adelantando por la izquierda.
- 3: Girando o saliendo hacia otra vía o acceso (girando o saliendo hacia otra vía o acceso por la derecha, girando o saliendo hacia otra vía o acceso por la izquierda).
- 4: Incorporándose desde otra vía o acceso.
- 5: Cruzando intersección.
- 6: Maniobra súbita para salvar obstáculo (maniobra súbita para salvar obstáculo o vehículo, maniobra súbita para salvar peatón aislado o en grupo).
- 7: Otras acciones o acción desconocida (girando en "U", estacionando o saliendo del estacionamiento, circulando hacia atrás, brusca reducción de velocidad, retención por imperativo de la circulación, parado o estacionado, fugado, otra).

5.2.2. Variable del vehículo

Tipo de vehículo:

- 0: Ciclomotor.
- 1: Motocicleta.

5.2.3. Variables del accidente

Tipo de accidente:

- 0: Colisión frontolateral.
- 1: Colisión frontal.
- 2: Colisión lateral.
- 3: Colisión por alcance o caravana (colisión de vehículos en marcha: por alcance, múltiple o en caravana).
- 4: Vuelco en la calzada.

5: Colisión con vehículo parado u otro obstáculo (colisión del vehículo con obstáculo en calzada: vehículo estacionado o averiado, valla de defensa, barrera de paso a nivel, otro objeto o material).

6: Atropello a peatón o animal (atropello a: peatón sosteniendo bicicleta, peatón reparando el vehículo, peatón aislado o en grupo, conductor de animales, animal conducido o rebaño, animales sueltos).

7: Otro tipo (salida de la calzada por la izquierda, salida de la calzada por la derecha, otro tipo de accidente).

Número de vehículos implicados en el accidente:

0: Uno.

1: Dos.

2: Tres.

3: Más de tres.

5.2.4. Variables ambientales

Año: 0: 1993

1: 1994

2: 1995

3: 1996

4: 1997

5: 1998

6: 1999

7: 2000

8: 2001

9: 2002

Mes

Hora

Día de la semana

Tipo de día

0: Anterior a festivo.

1: Festivo.

2: Laborable.

3: Posterior a festivo.

Densidad de circulación

0: Fluida.

1: Densa o congestionada (densa, congestionada).

Zona: A partir de las variables originales *Zona* (carretera, zona urbana, travesía, variante), *Habitantes* (más de 100000, de 50000 a 100000, de 5000 a 50000, de 1000 a 5000, menos de 1000) y *Tipo de vía* (autopista, autovía, vía rápida, vía convencional con carril lento, vía

convencional, camino vecinal, vía de servicio, ramal de enlace, otro tipo), se construyó la variable zona, con las siguientes categorías:

- 0: Urbana, con más de 100000 habitantes.
- 1: Urbana, de 50000 a 100000 habitantes.
- 2: Urbana, de 5000 a 50000 habitantes.
- 3: Urbana, de menos de 5000 habitantes.
- 4: Carretera convencional.
- 5: Autopista o autovía.

Superficie:

- 0: Normal (seca y limpia).
- 1: Alterada (umbría, mojada, helada, nevada, barrillo, gravilla suelta, aceite, otro tipo).

Factores atmosféricos:

- 0: Buen tiempo.
- 1: Condiciones adversas (niebla intensa, niebla ligera, lloviznando, lluvia fuerte, granizando, nevando, viento fuerte, otras).

Visibilidad:

- 0: Buena (sin restricción de visibilidad).
- 1: Restringida (visibilidad restringida por: edificios, configuración del terreno, vegetación, factores atmosféricos, deslumbramiento, polvo o humo, otra causa).

Luminosidad:

- 1: Diurna.
- 2: Crepúsculo.
- 3: Noche, buena iluminación.
- 4: Noche, iluminación insuficiente.
- 5: Noche, sin iluminación.

5.2.5. Variables del pasajero

Edad: variable cuantitativa continua expresada en años completos. A los valores desconocidos se les asignó el código 999.

Sexo: 0: Varón.

- 1: Mujer.
- 2: Desconocido

Uso de casco:

- 0: Sí.
- 1: No.
- 2: Se desconoce.

6. ANÁLISIS

6.1. Estudio descriptivo

Se ha calculado la media y la desviación estándar de la edad y la distribución de frecuencias del resto de las variables estudiadas, para cada una de las submuestras definidas previamente.

6.2. Estudio analítico

Se han analizado los datos como si procedieran de un estudio de cohortes retrospectivas. Cuando la variable dependiente de interés ha sido la defunción, se han considerado como período de seguimiento las 24 horas inmediatamente posteriores al accidente. Para la lesión craneal no existe tal período de seguimiento fijo, puesto que su definición se basa en el criterio subjetivo del agente de policía que investiga el accidente en el lugar en que éste ocurre. Por lo tanto, es necesario resaltar que, con independencia de la validez de dicho criterio, cuyas implicaciones serán comentadas en la sección de discusión, la lesión craneal objeto de este estudio es aquella que se produce de forma inmediata o cuasi-inmediata al instante en que se produce el accidente. Teniendo en cuenta esta circunstancia, el análisis se ha realizado en la siguiente secuencia:

6.2.1. Obtención de incidencias acumuladas de muerte y de lesión cefálica para cada categoría de cada una de las variables independientes.

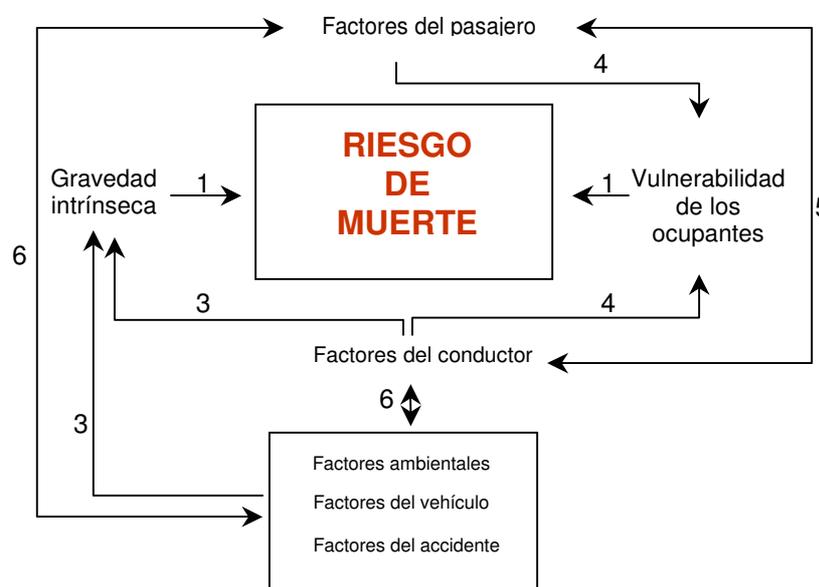
6.2.2. Obtención de Riesgos Relativos (RR) de muerte para cada categoría de las variables independientes. Para la obtención de los correspondientes estimadores puntuales de RR, así como de sus intervalos de confianza al 95%, se han aplicado modelos de regresión de Poisson (Hardin y Hilbe, 2001) en los que las variables dependientes han sido la presencia de defunción o de lesión craneal. La justificación del empleo de esta técnica de regresión se detallará en la discusión. En cualquier caso, hemos de hacer constar que, si bien la regresión de Poisson permite la estimación de razones de tasas de incidencia, en nuestro estudio hemos hecho equivalentes dichas estimaciones a RR, teniendo en cuenta la brevedad del período de seguimiento y asumiendo que dicho período es igual para todos los sujetos incluidos en el estudio (Rothman y Greenland, 1998). Salvo la edad, las restantes variables se han introducido en los modelos como variables dummy, comparándose cada categoría con una de referencia. En el caso de la edad se aplicaron dos estrategias alternativas: introducirla como variable cuantitativa o bien recategorizada. En este segundo caso, se observó que las estimaciones de RR para cada categoría mostraban una tendencia linealmente creciente o decreciente, por lo que se optó por presentar los resultados finales tomando la edad como variable cuantitativa continua. Para todas aquellas variables con valores faltantes, salvo la edad, se optó por incluir en el modelo una categoría correspondiente a dichos valores. Mediante la regresión de Poisson se han obtenido, para cada variable, dos tipos de RR: crudos y ajustados, que describimos a continuación:

a. Estimaciones crudas de RR: Se han obtenido para cada categoría de cada variable, introducida como única variable independiente del modelo.

b. Estimaciones ajustadas. Las estimaciones ajustadas se han obtenido mediante modelos de regresión múltiple de Poisson. El diseño de dichos modelos ha variado en función de que la variable dependiente fuera la defunción o la lesión craneal, por lo que se describirán por separado.

b1. Estimaciones ajustadas de RR para la defunción: Para estudiar el modo en que los potenciales factores dependientes del individuo, el vehículo y el ambiente influyen de forma conjunta sobre el riesgo de muerte de los ocupantes de un VDRM implicados en un AT hemos diseñado un modelo teórico que trata de identificar las asociaciones, causales y no causales, que teóricamente pueden darse entre todos ellos. Este modelo, presentado de forma esquemática en la Figura 1 se base en asumir como ciertas el conjunto de hipótesis que se citan seguidamente y cuya validez será comentada en la discusión de la presente memoria de Tesis.

Figura 1. Modelo teórico para explicar la asociación de las variables independientes y el riesgo de muerte de los ocupantes de un VDRM.



Hipótesis del modelo:

1. Dejando al margen el efecto que ejercen los factores dependientes de la atención sanitaria a las víctimas, cuya magnitud podría asumirse que es independiente de las características de los sujetos implicados en el AT antes de que éste tenga lugar, el riesgo de muerte de cualquier

persona implicada en un AT depende de la gravedad intrínseca del AT y de la vulnerabilidad del sujeto al efecto de la energía liberada.

2. Los riesgos de muerte del conductor, el pasajero y otras personas implicadas en el mismo accidente están fuertemente correlacionados entre sí, ya que dependen en gran medida de un mismo factor: la gravedad intrínseca del accidente.

3. La gravedad intrínseca del accidente varía en función de factores de riesgo dependientes del tipo de accidente, del tipo de vehículo, del conductor, del ambiente y de las características del conductor, pero no de las características del pasajero.

4. La vulnerabilidad de las personas implicadas en un AT depende únicamente de factores de riesgo relacionados con sus características individuales.

5. Las características del conductor y el pasajero de un mismo VDRM están asociadas entre sí.

6. Los factores dependientes del tipo de accidente, del vehículo y de las circunstancias ambientales pueden influir en las características de los ocupantes de VDRM (conductor y pasajero).

7. La magnitud del efecto que los factores individuales ejercen sobre la vulnerabilidad no se modifica en función de que el sujeto sea el conductor o el pasajero.

Tomando el modelo anterior como punto de partida, hemos construido cuatro modelos de regresión múltiple de Poisson, con las siguientes características:

Modelo 1: Modelo global. En este modelo de regresión de Poisson no condicionada, la variable dependiente es la defunción del conductor, y, como variables independientes, se han considerado todas las demás variables del conductor, del vehículo y del accidente. De acuerdo con el modelo expuesto en la figura 1, este modelo estimaría la fuerza de asociación de los factores dependientes del conductor sobre su riesgo de muerte, mediado conjuntamente por el efecto de dichos factores sobre la gravedad intrínseca y la vulnerabilidad (Hipótesis 1, 3 y 4) y ajustado por el efecto confusor dependiente del tipo de accidente, el tipo del vehículo y las circunstancias medioambientales (Hipótesis 3 y 6). Este modelo se aplicó a la muestra total de conductores y, separadamente, a los conductores que viajaban solos y con pasajero.

Modelo 2: Modelo para la estimación del efecto de los factores del pasajero sobre la vulnerabilidad del pasajero. En este modelo de regresión de Poisson no condicionada, la variable dependiente es la defunción del pasajero. Como variables independientes se han considerado las restantes variables del pasajero (edad, sexo y uso de casco), junto con todas

las variables del conductor (incluyendo su defunción), del accidente, el vehículo, el ambiente, así como la defunción o no de terceras personas implicadas en el accidente. De acuerdo con el modelo expuesto en la figura 1, en este análisis se trata de eliminar el efecto que, sobre el riesgo de muerte del pasajero, ejerce la gravedad intrínseca del accidente. Ésta se introduce en el modelo a través de la medición del riesgo de muerte del conductor y del riesgo de muerte de terceras personas (Hipótesis 2). Una vez controlada parcialmente la gravedad intrínseca del accidente, es necesario eliminar la confusión residual que puedan introducir las restantes variables (del conductor, del accidente, el vehículo y el ambiente (Hipótesis 3, 5 y 6).

Modelo 3: Modelo para la estimación del efecto de los factores del conductor sobre la gravedad intrínseca del accidente. En este modelo de regresión de Poisson no condicionada, la variable dependiente es la defunción del pasajero. Como variables independientes se han considerado todas las variables del conductor (excluyendo su defunción), las restantes variables del pasajero (edad, sexo y uso de casco), junto con todas las variables del accidente, el vehículo y el ambiente. De acuerdo con el modelo expuesto en la figura 1, el efecto que pueden ejercer las variables del conductor sobre el riesgo de muerte del pasajero sólo puede depender de la gravedad intrínseca del accidente (Hipótesis 1 y 3), una vez controlada la confusión que sobre la relación anterior pueden ejercer las variables del pasajero, del accidente, el vehículo y el ambiente (Hipótesis 3, 4, 5 y 6).

Modelo 4: Modelo para la estimación de los factores del ocupante del VDRM (conductor o pasajero) sobre su vulnerabilidad intrínseca. Para este modelo se ha utilizado una regresión de Poisson condicionada para los pares de sujetos compuestos por el conductor y su correspondiente pasajero. La variable dependiente es la defunción del ocupante y, como variables independientes, se han considerado sólo la edad, el sexo, el uso de casco y la posición (aquellas variables comunes para ambos ocupantes del mismo VDRM). De acuerdo con el modelo expuesto en la figura 1, el análisis emparejado de conductores y pasajeros controlaría totalmente el efecto que la gravedad intrínseca ejerce sobre el riesgo de muerte (Hipótesis 1). Por lo tanto, toda la asociación existente entre las variables independientes y el riesgo de muerte dependería exclusivamente de su relación con la vulnerabilidad. En este modelo se ha valorado, mediante el test de la razón de verosimilitudes (*likelihood ratio test*), la existencia de una interacción estadísticamente significativa (para una $p < 0,05$) entre, por una parte, las cuatro variables introducidas en el modelo, y por otra, entre cada una de estas cuatro variables y las restantes variables del conductor, el vehículo, el tipo de accidente y el ambiente, consideradas en el presente estudio.

La tabla 2 presenta un resumen de las características de cada uno de los cuatro modelos.

Tabla 2. Características de los cuatro modelos de regresión múltiple aplicados para el estudio de los factores del riesgo de muerte.

Para tratar de contrastar, en la medida de lo posible, la validez de las estimaciones y, por lo tanto, del modelo propuesto, se han realizado las siguientes comparaciones:

Características del modelo	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	
Diseñado para determinar...	Efecto global	Vulnerabilidad	Gravedad Intrínseca	Vulnerabilidad	
Tipo de diseño	no emparejado	no emparejado	no emparejado	emparejado	
Tipo de regresión de Poisson	no condicionada	no condicionada	no condicionada	condicionada	
Variable dependiente: riesgo de muerte del...	conductor	pasajero	pasajero	ocupante	
RR que se investiga	conductor	pasajero	conductor	ocupante	
Variables independientes	Posición en el VDRM.	no	no	sí	
	Edad, sexo y uso de casco del conductor.	sí	sí	sí	
	Edad, sexo y uso de casco del pasajero.	no	sí	sí	
	Otras variables del conductor.	sí	sí	sí	no
	Tipo de accidente	sí	sí	sí	no
	Variables del vehículo.	sí	sí	sí	no
	Variables del ambiente.	sí	sí	sí	no
	Muerte del conductor.	no	sí	no	no
Otras muertes (aparte de los ocupantes del VDRM).	no	sí	no	no	

1º: Si el modelo propuesto en la figura 1 es válido, las estimaciones arrojadas por el modelo 2 para el efecto de la edad, el sexo y el no uso de casco sobre la vulnerabilidad del pasajero han de ser muy similares a las arrojadas por el modelo 4, que se considera aquí como el de referencia (ya que se asume que el control de la gravedad intrínseca proporcionado por el diseño y análisis emparejado es prácticamente absoluto).

2º: Si el modelo propuesto en la figura 1 es válido, las estimaciones proporcionadas por los modelos 2 y 3 para el efecto de la edad, el sexo y el no uso de casco sobre, respectivamente, la vulnerabilidad y la gravedad intrínseca del accidente, no serían más que los dos componentes en que podría descomponerse el efecto de estos tres factores sobre el riesgo de

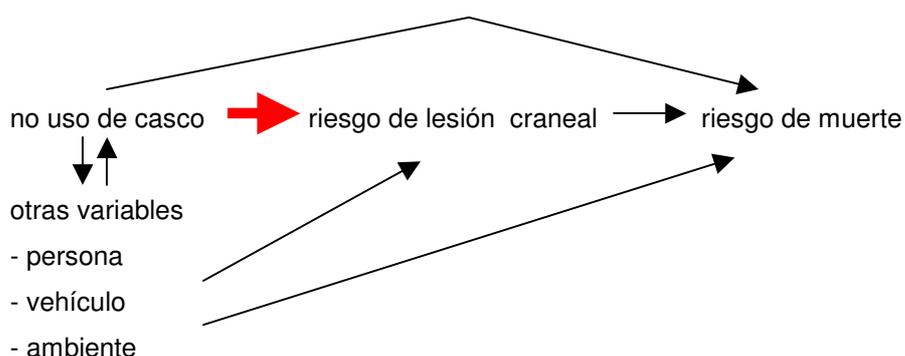
muerte global para los conductores con pasajero, obtenido a partir del modelo 1. Puesto que estamos estimando la fuerza de asociación desde un punto de vista multiplicativo, a partir de estimaciones de RR, la validez de la afirmación anterior se constataría si, aproximadamente, el producto de los RR obtenidos para cada variable en los modelos 2 y 3 fuera equivalente al RR obtenido para la misma variable en el modelo 1.

b2. Estimaciones ajustadas de RR para la lesión craneal: La estimación de estos RR ajustados se abordó desde dos perspectivas diferentes:

- La estimación ajustada del efecto de cada una de las variables independientes incluidas en el estudio se realizó mediante la construcción de un modelo de regresión de Poisson multivariante a partir de la muestra global de conductores, estratificados en función de que viajaran solos o acompañados. En este modelo se incluyeron simultáneamente todas las variables independientes consideradas.

- La estimación específica del RR ajustado para el efecto del no uso de casco sobre el riesgo de lesión craneal. Puesto que asumimos que el uso de casco debe ser, con diferencia, el principal factor asociado al riesgo de sufrir o no una lesión craneal, nos planteamos realizar un análisis más detallado de su efecto, a partir de la modelización de las asociaciones planteadas en el modelo causal que resumimos gráficamente en la figura 2 y que describimos a continuación:

Figura 2. Modelo causal del no uso de casco como factor de riesgo de lesión craneal.



El RR ajustado que tratamos de estimar es el representado gráficamente en rojo en la figura. Como puede comprobarse, las únicas variables que pueden confundir la asociación entre el no uso de casco y la lesión craneal son aquellas dependientes del individuo, el vehículo y el ambiente que, estando asociadas a dicho uso, sean igualmente factores de riesgo de la lesión craneal. Ésta, a su vez, es el principal factor intermediario de la asociación entre el no uso de casco y el riesgo de muerte. Sin embargo, esta última variable no puede ser factor de confusión

de la asociación entre el no uso de casco y el riesgo de lesión craneal, pues no es causa común, sino efecto común, de ambas variables (Hernán et al., 2002). Para ajustar el posible efecto de confusión de las terceras variables citadas más arriba disponemos de dos alternativas teóricamente igual de válidas:

- La primera es, tal y como se ha descrito anteriormente, introducir todas las variables potencialmente confusoras en un modelo multivariante construido a partir de la muestra total de conductores.

- La segunda es aplicar un modelo de regresión multivariante condicionado de Poisson para analizar los pares de conductores y pasajeros del mismo vehículo implicados en el accidente. En esta situación, el efecto confusor relacionado con el tipo de vehículo, el tipo de accidente y todas las circunstancias ambientales queda controlado mediante el diseño emparejado. En cuanto al efecto confusor dependiente de las variables individuales, el ajuste por edad, sexo y posición se realiza introduciendo dichas variables en el modelo multivariante. Quedaría por controlar el efecto confusor dependiente de las restantes variables de persona que no pueden introducirse en el modelo dada la falta de información sobre ellas para los pasajeros del VDRM. Si la confusión residual dependiente de estas variables es de moderada magnitud, la estimación del RR ajustado para el efecto del no uso de casco sobre el riesgo de lesión craneal obtenida con este procedimiento será similar a la resultante de aplicar el modelo multivariante no emparejado descrito más arriba.

Por otra parte, y al igual que se hizo para el análisis de la mortalidad, en este caso también se ha valorado la posible existencia de interacciones estadísticamente significativas entre el efecto del no uso de casco y las restantes variables independientes incluidas en este estudio, introduciendo consecutivamente, en el modelo no emparejado, el correspondiente término de interacción y valorando la diferencia en la bondad de ajuste de los modelos con y sin dicho término mediante el test de la razón de verosimilitudes, para una $p < 0,05$.

6.3. Soporte Informático: Todo el procesamiento de datos se realizó mediante el paquete estadístico Stata, en sus versiones 7 y 8 (Stata Statistical Software, 2003). Como ya se señaló en el apartado de fuentes de información, la DGT suministró, para cada año incluido en el período de estudio, tres bases de datos: una para las variables relativas a cada accidente, otra para las variables relativas a cada vehículo implicado, y una tercera que contenía las variables de cada persona implicada. El primer paso fue importar al formato de Stata los registros originales en formato ASCII. A continuación, y utilizando las claves de identificación del vehículo y del accidente, se generó una base de datos de personas que contenía, para cada sujeto implicado, la información del vehículo y el accidente correspondiente. A partir de este registro general, y tras aplicar los criterios de inclusión preestablecidos, se fueron desglosando

las bases de datos que se describieron en el apartado de población de estudio (ver tabla 1), sobre las que finalmente se aplicaron los procedimientos de análisis descritos anteriormente.

RESULTADOS

V. RESULTADOS**1. ESTUDIO DE LA DEFUNCIÓN****1.1. ESTUDIO DESCRIPTIVO****1.1.1. PARA LOS CONDUCTORES**

De los 309.626 conductores de VDRM implicados en AT, el 83,52% (258.591) circulaba solo en el vehículo, y el 16,48% (51.035) restante iba acompañado de un pasajero.

La edad media de todos los conductores fue de 26,36 años (Desviación Estándar –DE-: 11,64). Las tablas 1 y 2 muestran la distribución de frecuencias de las variables relacionadas con el conductor, tanto para el total de ellos como estratificados en función de que viajaran solos o acompañados por un pasajero. La mayoría de los conductores de VDRM accidentados (83,83%) fueron varones, frente a un 13,63% de mujeres. Dos tercios de los conductores accidentados se concentraron en edades comprendidas entre los 15 y los 29 años, siendo los sujetos de 15 a 19 años el grupo mayoritario (30,81%). Un 10,98% de los conductores no llevaba puesto el casco en el momento del accidente y un 4,14% no poseían una licencia válida de circulación para VDRM. El 95,14% eran sujetos de nacionalidad española. Tan sólo el 1,05% presentaba un defecto visual, y un porcentaje mayoritario de los conductores (85,56%) no tenían ninguna discapacidad previa al accidente. En cuanto a las circunstancias psicofísicas, el 83,67% conducía en condición subjetiva de normalidad, mientras que un 1,34% del total conducían bajo los efectos del alcohol. La mayoría (66,39%) llevaba menos de una hora de conducción continuada cuando se produjo el accidente. El motivo fundamental de los desplazamientos en este tipo de vehículos (37,66%) fue el ocio, seguido por el tránsito durante la jornada laboral (20,82%).

Aunque, en general, no se aprecian diferencias importantes en la distribución de frecuencias de las variables anteriores al estratificar los conductores según viajaran solos o acompañados, la edad media de estos últimos fue ligeramente inferior (23,04 vs 27,03). El uso de casco fue menos frecuente en los conductores con pasajero (un 17,53% no lo llevaban, frente al 9,69% en los conductores que circulaban solos). Los desplazamientos por motivo de ocio fueron más frecuentes en el caso de los conductores acompañados, representando en estos últimos un 53,76% de las causas de desplazamiento; por el contrario, sólo un 9,61% de los conductores acompañados transitaba durante la jornada laboral, frente al 23,03% en el caso de los conductores solos.

El 62,52% de los conductores resultó accidentado mientras seguía su ruta (tabla 2), y un 15,84% al cruzar una intersección. En cuanto a las infracciones sobre la velocidad, aunque en

torno a un 50% de los conductores no cometió ninguna, en casi el 10% de los casos la velocidad era inadecuada para la vía por la que circulaban y en un 2,18% excesiva. Sin embargo, la existencia de infracciones sobre la velocidad fue desconocida en un elevado porcentaje de casos (38,21%). Si atendemos a cualquier otro tipo de falta, vemos que casi el 55% de los conductores puede considerarse infractor, destacando que el 16,97% circulaba de forma distraída o desatenta. Entre las restantes infracciones cabe destacar por su frecuencia los adelantamientos antirreglamentarios (4,85%), no mantener el intervalo de seguridad (4,46%), no respetar un semáforo (3,82%) o invadir parcialmente el sentido contrario (2,10%) entre otras. Al comparar la distribución de estas variables entre los conductores solos y acompañados, es reseñable que éstos últimos tendieron a cometer más infracciones, tanto sobre la velocidad como de otro tipo.

Como vemos en la tabla 3, el 64,61% de los conductores (200.034) llevaba un ciclomotor y el resto (109.592) una motocicleta. La mayoría de los accidentes fueron colisiones frontolaterales (36,18%), seguidas de las colisiones laterales (15,46%) y por alcance o en caravana (14,60%). En menor proporción se encontraron las salidas de la calzada (8,45%) o los atropellos a peatones o animales (7,38%). Las colisiones frontales, con vehículos parados u otros obstáculos, junto con los vuelcos en la calzada, representaron otros tipos de accidentes menos frecuentes. Con respecto al número de vehículos implicados, la mayoría de accidentes afectó a dos vehículos (72,64%), y un 22,91% a un único VDRM. Para ninguna de estas variables se aprecian diferencias relevantes en su distribución al comparar los conductores solos con aquellos que iban acompañados, salvo los atropellos, proporcionalmente menos frecuentes en este último grupo.

En las tablas 4 y 5 podemos observar la distribución de frecuencias de los factores temporales. El número de conductores accidentados aumentó de forma progresiva entre 1993 y 1999, año en el que se alcanzó el máximo (36.016). A partir de entonces se inició un ligero descenso, aunque de forma global la tendencia fue ascendente, con un incremento cercano al 15,41% en el total de accidentados entre 1993 y 2002. En cuanto a las diferencias estacionales, aunque no existen grandes variaciones, el mayor número de conductores accidentados se localizó en los meses de julio (10,32%) y junio (9,71%), frente a los mínimos de diciembre (6,64%) y enero (7,01%). La distribución por días de la semana se mantuvo prácticamente constante, con un 14% de accidentados aproximadamente cada día, a excepción del viernes, en el que este porcentaje se elevó ligeramente hasta el 16,47%, y el domingo, en el que disminuyó al 12,30%. La mayoría de los conductores accidentados se implicaron en el AT en días laborables, frente al 14,61% en días festivos, el 13,97% en días previos a festivos y el 10,29% en días posteriores a festivos.

Al comparar la distribución de las variables temporales entre los conductores que circulaban solos y los que lo hacían acompañados, no se apreciaron diferencias relevantes a excepción

del día de la semana: mientras que sábado y domingo fueron los dos días donde se acumuló el mayor volumen de accidentados entre los conductores acompañados (19,26 y 19,91%, respectivamente), para los conductores solos ocurrió de manera inversa. En consonancia con lo anterior, la proporción de conductores accidentados en días festivos fue superior en los conductores acompañados con respecto a los que viajaban solos (23,43% vs 12,87%). También en días anteriores a festivos el porcentaje de conductores accidentados con pasajero fue mayor, mientras que en días laborables la frecuencia fue superior para los conductores solos.

La distribución horaria se muestra en la tabla 5 y en la figura 1. El mayor porcentaje de accidentados se concentró entre las 12 del mediodía y las 12 de la noche, con dos picos de máxima frecuencia entre la 1 y las 3 y entre las 6 y las 9 de la tarde; descendió a partir de entonces hasta las 5 de la mañana, (mínima concentración de conductores accidentados) y aumentó progresivamente hasta el primer pico de la tarde. Como observamos en la figura 1, esta distribución cambió ligeramente en función de que el conductor viajara solo o acompañado: en el primer caso, las frecuencias de accidentados entre las 7 y las 15 horas fueron sensiblemente mayores que sus correspondientes valores en los conductores acompañados; en el resto del día ocurrió, lógicamente, a la inversa.

Los restantes factores ambientales aparecen en la tabla 6. El 56,82% de los conductores accidentados se vieron implicados en accidentes ocurridos en zonas urbanas de más de 100.000 habitantes, el 20,57% en carreteras convencionales y una mínima proporción en autopistas y autovías (2,09%) o en zonas urbanas de menos de 5.000 habitantes (1,71%). La gran mayoría de los accidentes se produjo en circunstancias de circulación fluida (92,79%), estado de la superficie normal (91,11%), buen tiempo (92,89%), y buena visibilidad (84,50%). Una gran proporción de los accidentes tuvieron lugar en condiciones favorables de luminosidad (65,23% con luz diurna y 23,88% de noche pero con buena iluminación). No existieron variaciones llamativas entre conductores solos y acompañados con respecto a estas variables, a excepción de las condiciones de luminosidad. Durante la noche, con buena iluminación, hubo una mayor concentración de conductores implicados en AT acompañados por pasajeros (31,86%), en comparación con el 22,3% de conductores solos, mientras que con luz diurna ocurrió de forma inversa (53,91% para los conductores acompañados frente al 67,47% para los conductores solos).

1.1.2. PARA LOS PASAJEROS

De los 50.963 pasajeros sobre los cuales se dispone de información acerca de su mortalidad tras el AT (el 99,99% del total de pasajeros), el 65,32% (33.287) viajaba en ciclomotor y el 34,68% restante (17.676) en motocicleta. La tabla 7 muestra la distribución de frecuencias de las variables de los pasajeros incluidas en el estudio. Su edad media fue de 21,61 años (DE =

8,17), ligeramente inferior a la edad media de los conductores (23,04). En la distribución por grupos de edad podemos ver que el más numeroso fue el de 15 a 19 años, en el que se concentró el 41,44% de los pasajeros, seguido por el de 20 a 24 años (21,75%). El 51,78% de los pasajeros eran mujeres. Finalmente, con respecto al empleo del casco en el momento del accidente, un 54,23% (27.639) de los pasajeros lo utilizaba, frente al 22,16% (11.292) que no lo llevaba puesto.

1.2. ESTUDIO ANALÍTICO

1.2.1. ANÁLISIS GLOBAL

1.2.1.1. PROPORCIONES DE LETALIDAD POR CATEGORÍAS DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES

A) PARA LOS CONDUCTORES

De los 309.626 conductores de VDRM implicados en AT, 6.166 (1,99%) fallecieron. La proporción de conductores fallecidos fue ligeramente inferior entre los que iban acompañados, con respecto a los que viajaban solos (1,92% frente a 2,01%, respectivamente). En las tablas 8 a 13 se presentan las frecuencias de letalidad o proporción de conductores fallecidos para todas las categorías de las variables independientes. Al aplicar el test chi cuadrado para valorar la existencia de heterogeneidad en la letalidad por categorías de cada variable, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para todas ellas ($p < 0,01$) salvo para la superficie, las condiciones meteorológicas, el mes y la densidad de circulación (en estas dos últimas variables sólo para los conductores acompañados). A continuación comentamos los resultados más relevantes obtenidos para cada variable.

En relación con las variables del conductor (tabla 8), la frecuencia de letalidad por grupos de edad fue de 2,11% para los menores de 15 años y de 1,18% en los sujetos de 15 a 19 años. A partir de esta edad la letalidad aumentó progresivamente, hasta alcanzar su valor máximo en los mayores de 75 años (10,04%). Los varones mostraron una letalidad superior a la de las mujeres (2,25% frente a 0,61%), así como los conductores que no llevaban el casco puesto: 5,06% frente al 1,84% en los que lo utilizaban, los que no poseían una licencia de conducción válida para VDRM: 3,53% frente al 1,92% de los que circulaban con permiso válido y los extranjeros en comparación con los españoles (3,16% frente a 1,99%). Los conductores con alguna discapacidad visual tuvieron una frecuencia de defunción del 5,09%, superior al 4,82% de los que presentaron otras discapacidades y al 1,74% de los que no tenían discapacidad previa al accidente. En cuanto a las circunstancias psicofísicas, para los conductores bajo los efectos del alcohol la letalidad fue del 1,54%, mientras que en condiciones de normalidad se obtuvo un valor de 1,24%; otras circunstancias psicofísicas anómalas se asociaron a una

letalidad del 3,84%. El tiempo de conducción continuada en el que el porcentaje de defunciones fue mayor se situó entre 1 y 3 horas (4,82%), y la salida o regreso de vacaciones o festivos mostró ser el motivo de desplazamiento con mayor proporción de letalidad (3,29%), en comparación con el tránsito por ocio y dirigirse o regresar del trabajo; durante la jornada laboral se alcanzó la frecuencia de defunción más baja (0,80%). En general, no se apreciaron grandes diferencias en los porcentajes de letalidad entre los conductores que circulaban solos y los que iban acompañados. Con respecto a las variaciones por edad, en los conductores acompañados no se observa el aumento progresivo de la proporción de fallecidos a edades más avanzadas, aunque hay que tener en cuenta el escaso número de defunciones registradas en los conductores acompañados por encima de los 59 años. El exceso en la letalidad de los conductores sin casco parece ser menor cuando éstos iban acompañados (3,99% vs 5,44% en conductores sin acompañante). Algo similar ocurrió para los defectos visuales.

Como se aprecia en la tabla 9, las acciones del conductor asociadas con una mayor letalidad fueron las incorporaciones desde otra vía o acceso (3,10%), los adelantamientos por la izquierda (2,60%), los giros o salidas por otra vía o acceso (2,29%), así como la circulación siguiendo la ruta (2,20%). Con respecto a las infracciones, destaca la frecuencia de defunción cuando los conductores circulaban a velocidad excesiva (9,9%), y, en menor medida, inadecuada (4,99%), en comparación con la letalidad cuando no se cometió ninguna infracción sobre la velocidad (1,5%). Finalmente, para las restantes infracciones, las mayores proporciones de fallecidos se observan para la invasión del carril contrario (6,57%), no respetar la señal de stop (4,78%), y girar incorrectamente (4,14%). Al comparar las proporciones de defunción entre conductores solos y acompañados, éstas fueron mayores en los primeros para las acciones “incorporación desde otra vía o acceso” y “girando o saliendo por otra vía o acceso”, así como para las infracciones sobre la velocidad y la mayoría de las restantes infracciones, destacando especialmente este exceso para la infracción “no respetar la señal de stop” (5,29% en los conductores solos frente a 2,59% en los acompañados).

En la tabla 10 podemos ver cómo la proporción de letalidad fue mayor para los conductores de motocicletas (2,97%) que para los de ciclomotores (1,46%), y que la letalidad fue particularmente alta cuando se produjeron salidas de la calzada (6,72%) y colisiones frontales (5,64%) y, en menor medida, también cuando existieron colisiones con vehículos parados u otros obstáculos (3,09%), con respecto a los restantes tipos de accidente, que oscilan entre 0,32 y 1,58%. Con respecto al número de vehículos implicados, la letalidad más baja se produjo para dos vehículos, ascendiendo en las categorías adyacentes y alcanzando el máximo para más de tres vehículos. Para estas variables no se aprecian grandes diferencias cuando la letalidad se estudia separadamente en conductores solos y acompañados.

Como observamos en las tablas 11 y 12, en relación con las variables temporales, puede comprobarse cómo la letalidad fue mayor en la primera mitad del período estudiado (con una

tendencia al descenso entre 1993 y 1998), entre Julio y Septiembre, en Sábados, Domingos y, consecuentemente, en días festivos y anteriores a festivos, y entre las 0 y las 7 horas del día. Este patrón se reprodujo tanto en los conductores solos como en los acompañados, salvo para el mes, donde la letalidad mostró una distribución más homogénea en los conductores acompañados.

Con respecto a las restantes variables ambientales analizadas (tabla 13), la letalidad fue particularmente elevada en autopistas-autovías, seguida por la que se registró en carreteras convencionales y en zonas urbanas de núcleos de población inferiores a 5.000 habitantes. También fue mayor en condiciones de circulación fluida, con visibilidad restringida, durante el crepúsculo y, especialmente, por la noche con insuficiente o nula iluminación (8,09%). Cuando comparamos estos porcentajes de letalidad entre conductores solos y acompañados, vemos que las diferencias son, en general, irrelevantes, si bien puede apreciarse una mayor letalidad en carreteras convencionales, autopistas y autovías para los conductores solos, en relación con los acompañados.

B) PARA LOS PASAJEROS

Como apreciamos en la tabla 14, de los 50.963 pasajeros con lesividad conocida, fallecieron 815, lo que supone una letalidad del 1,60%. Los porcentajes de letalidad parecieron aumentar discretamente con la edad, hasta un valor de 3,13 en los pasajeros de 65 a 69 años. La letalidad fue ligeramente mayor en los varones (1,98%) , en los que no llevaban casco (2,95%) y en los que circulaban en motocicleta (2,76%).

1.2.1.2. ESTIMACIÓN DE RIESGOS RELATIVOS DE MORTALIDAD

En las tablas 15 a 20 presentamos, para el conjunto de conductores y para los dos subgrupos en que se han dividido (conductores solos y acompañados), las estimaciones del RR de defunción global, crudas y ajustadas (RRc y RRa, respectivamente), para cada categoría de las variables independientes consideradas. Las estimaciones crudas reproducen, lógicamente, el patrón de asociaciones descrito en el apartado anterior. Por ello, los siguientes comentarios se referirán sólo a las estimaciones ajustadas. Las estimaciones ajustadas corresponden al *modelo 1*, descrito en el apartado de métodos.

a. Factores dependientes del conductor (Tablas 15 y 16)

En cuanto a las características individuales de los conductores de VDRM (tabla 15), el riesgo de defunción tras el AT aumentó conforme lo hacía la edad (RRa = 1,02). El sexo femenino se relacionó con un riesgo significativamente menor de fallecer por accidente de tráfico (RRa = 0,63) y la falta de empleo de casco aumentó de forma importante la probabilidad de resultado

fatal para el conductor ($RRa = 2,10$). Otros factores de riesgo para la defunción fueron la presencia de defectos visuales ($RRa = 1,35$) y el conjunto de circunstancias psicofísicas que se engloban bajo la condición de anormalidad (drogas, enfermedad súbita, sueño o sopor, cansancio, preocupación) ($RRa = 1,98$). Sin embargo, la conducción bajo los efectos del alcohol se asoció con una disminución del riesgo de muerte ($RRa = 0,66$). Finalmente, desplazarse para ir o regresar del trabajo supuso un ligero incremento del riesgo global de defunción, con respecto a cualquiera de los restantes motivos de desplazamiento ($RRa = 1,27$). Al comparar las estimaciones de RRa para cada variable entre los conductores solos y acompañados, se observó en ambos casos un patrón de asociaciones muy similar al descrito en el análisis de todos los conductores. Las únicas diferencias fueron que, para los conductores con pasajero, se aprecia un discreto incremento en el riesgo de muerte asociado a la conducción sin licencia válida ($RRa = 1,25$), mientras que se redujo, perdiendo la significación estadística, el efecto de los defectos visuales.

En relación con las restantes variables dependientes del conductor (tabla 16), tomando como categoría de referencia “seguir la ruta”, los giros o salidas por otra vía o acceso y cruzar una intersección se asociaron con un menor riesgo de defunción en el análisis ajustado ($RRa = 0,85$ y $0,82$ respectivamente). De las variables dependientes del conductor, la velocidad excesiva fue el factor que con mayor fuerza se asoció a un mayor riesgo de defunción tras sufrir un accidente ($RRa = 2,86$). En menor medida, este efecto fue encontrado también para la conducción a velocidad inapropiada para la vía transitada ($RRa = 1,81$). Finalmente, la mayoría de las restantes infracciones también se asoció con un mayor riesgo de muerte, en relación con la no comisión de infracción alguna; destacaron en este sentido las siguientes: no respetar la señalización de stop ($RRa = 2,51$), entrar sin precaución en la circulación ($RRa = 2,08$), girar incorrectamente ($RRa = 2,06$) o no respetar la prioridad ($RRa = 1,56$), entre otras. Sin embargo, no mantener el intervalo de seguridad se asoció a un riesgo de defunción significativamente menor que no cometer ninguna infracción ($RRa = 0,48$). El estudio separado de conductores solos y acompañados con respecto a todas estas variables no revela diferencias sustanciales, salvo que, en los primeros, desaparece el menor riesgo asociado a la acción “girando o saliendo por otra vía o acceso” y que, en el caso de las infracciones distintas a la velocidad, el menor tamaño muestral de los conductores acompañados hace que se pierda la significación estadística de muchas de las asociaciones descritas para el conjunto de los conductores.

b. Factores relacionados con el tipo de vehículo, el tipo de accidente y el número de vehículos implicados (Tabla 17)

Con respecto al tipo de VDRM, observamos un incremento del riesgo de defunción por AT en la conducción de una motocicleta en relación a la de un ciclomotor ($RRa = 1,80$). En relación con

el tipo de accidente sufrido, y tomando como referencia las colisiones frontolaterales, son las colisiones frontales las que conllevaron un mayor riesgo de defunción (RRa = 2,07), seguidas de las salidas de la calzada (RRa = 1,61) y de las colisiones con vehículos parados u otros obstáculos (RRa = 1,55). Por su parte, las colisiones laterales, los vuelcos en la calzada y, sobre todo, los atropellos, se asociaron a un menor riesgo de muerte del conductor. Finalmente, se aprecia una relación dosis–respuesta para el número de vehículos implicados en el accidente, con RRa situados desde 1,23 para accidentes en los que estuvieron implicados dos VDRM, hasta 2,63 cuando éstos fueron más de tres. Con ligeras variaciones, el patrón descrito para estas tres variables se mantiene al estratificarlo en función de que el conductor fuera solo o acompañado. Tan sólo merece resaltar la mayor reducción del riesgo de muerte asociado al vuelco en la calzada cuando el conductor iba acompañado (RRa = 0,54), con respecto al observado, no significativo, cuando éste iba solo (RRa = 0,84). En relación a la salida de la calzada ocurrió el fenómeno opuesto.

c. Factores ambientales (tablas 18 a 20)

Para la mayoría de las variables temporales estudiadas no se observó asociación con el riesgo de defunción (tabla 18) ni para el total de conductores ni cuando se estratifican en solos y acompañados. Tan sólo para la variable hora (tabla 19) apreciamos un incremento de riesgo para la conducción nocturna, desde las 3 a las 7 de la madrugada, con dos picos, estadísticamente significativos, a las 4 y 6 (RRa = 1,44 y 1,54 respectivamente). Por otra parte, se aprecia un menor riesgo de defunción, también estadísticamente significativo, para las 12 del mediodía y entre las 7 y 8 de la tarde. Este perfil es prácticamente igual cuando se consideran separadamente los conductores solos y acompañados.

En relación a otros factores ambientales (tabla 20) destaca que, con respecto a las áreas urbanas con más 100.000 habitantes, cualquiera de las restantes zonas en las que se produjo el AT se asoció a un mayor riesgo de muerte, resultando especialmente peligrosas las vías más rápidas: autopistas y autovías (RRa = 5,45), y carreteras convencionales (RRa = 4,21). Los núcleos urbanos entrañaron gradualmente un riesgo mayor cuanto menor era su población, (RRa = 1,31 para áreas urbanas de 50 a 100.000 habitantes, RRa = 1,62 de 5 a 50.000 habitantes y RRa = 3,19 con menos de 5.000 habitantes). La circulación densa o congestionada y la superficie alterada mostraron una ligera asociación protectora sobre la letalidad (RRa = 0,87 y RRa = 0,88 respectivamente). Finalmente, y en consonancia con la mayor letalidad observada en la tabla anterior para la conducción de madrugada, las condiciones de luminosidad nocturna, sobre todo sin iluminación, se comportaron como factores de riesgo de muerte. En el análisis estratificado por tipo de conductor, tan sólo cabe destacar que los RRa para todas las categorías de la variable “zona” fueron superiores entre los conductores solos, con respecto a los acompañados.

1.2.2. ANÁLISIS POR COMPONENTES

1.2.2.1. ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

A) ANÁLISIS EMPAREJADO CONDUCTOR-PASAJERO (*Modelo 4*)

En la tabla 21 se muestran los datos del análisis emparejado conductor-pasajero. Como ya se comentó en la sección de métodos, el diseño emparejado permite el estudio del efecto de los factores dependientes del ocupante del VDRM sobre su riesgo de muerte, que depende exclusivamente de la vulnerabilidad de dichos ocupantes al efecto de la energía. Va a tomarse como el modelo de referencia para el estudio de la vulnerabilidad. Para la obtención de este modelo sólo son informativos aquellos pares conductor-pasajero en los que se ha producido, al menos, una defunción. Por lo tanto, la muestra original, compuesta por 50.963 pares conductor-pasajero, quedó reducida, para el análisis de regresión de Poisson, a 1.453 pares. En la tabla puede apreciarse que, tanto en el análisis crudo como en el ajustado, por cada año de edad se estimó un incremento en el riesgo de muerte de 1,03, estadísticamente significativo. El sexo femenino, que en el análisis crudo no mostró asociación con la letalidad, se asoció sin embargo a un significativo incremento del riesgo de muerte en el modelo ajustado ($RRa = 1,41$). La ausencia de casco fue el factor que se relacionó más estrechamente con el riesgo de defunción ($RRa = 2,59$). Finalmente, el riesgo de muerte de los pasajeros fue significativamente inferior al de los conductores, tanto en el análisis crudo como, aún con mayor fuerza, en el ajustado ($RRa = 0,72$). No se hallaron interacciones significativas entre el efecto del uso de casco y ninguna de las restantes variables independientes del modelo. Tampoco se detectó ninguna interacción significativa entre el uso de casco y el resto de variables independientes referidas al tipo de accidente, el tipo de vehículo, la comisión de infracciones y las circunstancias ambientales.

B) ANÁLISIS NO EMPAREJADO DE LOS FACTORES DEL PASAJERO ASOCIADOS A LA VULNERABILIDAD DEL PASAJERO (*Modelo 2*)

Como se aprecia en la tabla 22, tras ajustar por las restantes variables incluidas en el modelo (ver métodos), el riesgo de defunción del pasajero aumentó 1,03 veces por cada año de aumento de su edad. El no uso de casco también aumentó significativamente su riesgo de defunción ($RRa = 2,69$). Finalmente, para el sexo femenino no se detectó un incremento ajustado del riesgo de muerte estadísticamente significativo ($RRa = 1,15$; I.C 95%: 0,98 – 1,35).

1.2.2.2. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LAS VARIABLES DEL CONDUCTOR SOBRE EL RIESGO DE MUERTE DEL PASAJERO QUE DEPENDE DE LA GRAVEDAD INTRÍNSECA DEL ACCIDENTE (*Modelo 3*)

En la tabla 23 se muestra el análisis del efecto de las variables individuales del conductor sobre la gravedad intrínseca del accidente, tomando como variable dependiente la defunción del pasajero, tal y como se describió en los métodos (*modelo 3*). Para la edad del conductor se estimó un incremento ajustado en el riesgo de fallecer del pasajero de 0,99 y para el no uso de casco de 0,80, ambos no estadísticamente significativos. El sexo femenino sí se asoció a menor gravedad intrínseca del pasajero, 0,67 veces inferior cuando el conductor era mujer. Con respecto a las restantes variables del conductor, la nacionalidad extranjera también se relacionó con un menor riesgo de muerte del pasajero (RRa = 0,63), mientras que con la presencia de defectos visuales ocurrió de forma inversa (RRa = 1,73). La acción del conductor que condujo a un menor riesgo de muerte del pasajero fue girar o salir por otra vía o acceso (RRa = 0,49). El riesgo de muerte del pasajero se mostró especialmente elevado cuando el conductor circulaba a velocidad excesiva o inadecuada (RRa = 2,93 y 1,90, respectivamente). En cuanto a las restantes infracciones cometidas por el conductor, se hallaron incrementos significativos en el riesgo de defunción del pasajero cuando se realizaron giros incorrectos (RRa = 2,98), cuando no se respetó la prioridad (RRa = 2,09) o la señal de stop (RRa = 2,65) y, en gran medida, si se entró sin precaución en la circulación (RRa = 4,60).

1.2.2.3. VERIFICACIÓN DE LA BONDAD DEL MODELO TEÓRICO DE DESCOMPOSICIÓN DEL RIESGO DE MUERTE DE LOS OCUPANTES DE UN VDRM IMPLICADO EN UN AT

A) Comparación de las estimaciones del efecto de las variables individuales sobre la vulnerabilidad

La tabla 24 muestra los resultados de la comparación entre las estimaciones obtenidas mediante los *modelos 2 y 4*; ambos utilizados para valorar el efecto de la edad, el sexo y el uso de casco sobre el riesgo de muerte que depende específicamente de la vulnerabilidad del ocupante del VDRM. Como podemos observar, exceptuando los hallazgos del RR para el sexo femenino, las restantes estimaciones son muy similares entre ambos modelos.

B) Comparación entre las estimaciones obtenidas según el modelo global y el producto de las estimaciones de sus dos componentes

También en la tabla 24 se muestra la comparación de los RRa obtenidos mediante el modelo global para el efecto de la edad, el sexo femenino y el no uso de casco de los conductores que viajaban acompañados (*modelo 1*), con los correspondientes RRa que se obtendrían multiplicando las estimaciones de RRa de sus dos componentes (derivadas de la aplicación del

modelo 2 –para la vulnerabilidad- y el *modelo 3* –para la gravedad intrínseca-. Puede comprobarse cómo los valores obtenidos mediante el producto antes descrito arrojan, para cada variable, valores de RRa aproximadamente iguales a los obtenidos directamente con el *modelo 1*.

2. ESTUDIO DE LA LESIÓN EN LA CABEZA

2.1. ESTUDIO DESCRIPTIVO

2.1.1. PARA LOS CONDUCTORES

Las tablas 25 a 30 presentan la distribución de la muestra de los 249.080 conductores sobre los que se sabe si sufrieron algún tipo de lesión específicamente en la cabeza (el 80,45% del total de conductores de VDRM implicados en AT con víctimas), para todas las variables independientes del estudio. La distribución de frecuencias de las variables estudiadas de esta muestra es similar a la recogida en las tablas 1 a 6, para los conductores con lesividad conocida.

2.1.2. PARA LOS PASAJEROS

En la tabla 31 se muestra la distribución por edades, sexo y uso de casco de la muestra de pasajeros para los que se conocía si habían sufrido o no una lesión en la cabeza. Los resultados son equiparables a los presentados en la tabla 7.

2. 2. ESTUDIO ANALÍTICO PARA LA LESIÓN EN LA CABEZA

2.2.1. PROPORCIONES DE LESIVIDAD POR CATEGORÍAS DE LAS VARIABLES INDEPENDIENTES

2.2.1.1. PARA LOS CONDUCTORES

Del total de conductores estudiados, un 11,40% resultaron lesionados en la cabeza. Esta proporción fue similar en los conductores solos (11,48%) y en los acompañados (11,16%). En las tablas 32 a 37 se presentan las proporciones de lesionados en la cabeza (PLC) para todas las categorías de las variables independientes. Al aplicar el test chi cuadrado para valorar la existencia de heterogeneidad en la lesividad por categorías de cada variable, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas para todas ellas ($p < 0,01$) salvo para el estado de la superficie, el mes y las condiciones atmosféricas (estas dos últimas variables sólo para los conductores acompañados). A continuación comentamos los resultados más relevantes obtenidos para cada variable.

En la tabla 32 se muestra la distribución de la PLC según las características del conductor. Por grupos de edad, para los menores de 15 años la lesividad en la cabeza fue del 16,10%, valor que disminuyó al 12,15% en los de 15 y 19 años y alcanzó su valor mínimo, en torno al 9% entre los 20 y 34 años. A partir de esta edad la PLC aumentó de forma gradual hasta un valor máximo de 29,43% en los sujetos mayores de 74 años. Los varones resultaron lesionados en la cabeza en proporción ligeramente superior a las mujeres (11,81% frente al 9,69%). La PLC alcanzó su máximo valor (36,32%) en los que no llevaban casco y también fue particularmente elevada (20,52%) en los que conducían sin licencia válida. La PLC fue ligeramente superior en los extranjeros (13,21%), con respecto a los españoles (11,46%) y en los que tenían algún defecto visual (13,21%), con respecto a los que no presentaban ninguna discapacidad (10,62%). Para otras discapacidades, la PLC alcanzó el 18,30%. Con respecto a las circunstancias psicofísicas, todas las condiciones distintas de la normalidad aumentaron la PLC, (valores superiores al 20%), con respecto a los conductores aparentemente normales. La PLC fue ligeramente inferior en los sujetos con más de tres horas de conducción continuada, con respecto a las restantes categorías. Por último, con respecto al motivo del desplazamiento, la menor PLC se observa para la conducción durante la jornada laboral (5,50%), y la mayor, para el ocio (15,23%).

Al comparar las PLC entre los conductores solos y acompañados, se aprecia que sus valores son similares para los grupos de edad comprendidos entre 15 y 34 años; sin embargo, a partir de los 35 años la PLC fue claramente mayor en los conductores que viajaban solos. Con respecto al sexo, el ligero incremento descrito anteriormente en la PLC de los varones, y que también se observa para los conductores solos, se invierte para los conductores acompañados, en los que es el sexo femenino el asociado a un ligero mayor riesgo de lesión en la cabeza. La PLC fue sensiblemente superior en los conductores solos, con respecto a los acompañados, para las categorías “no uso de casco” (38,96% frente a 28,84%), “conducción bajo los efectos del alcohol” (24,39% vs 16,92%), “otras circunstancias psicofísicas anómalas” (22,66% frente a 17,31%) y “dirigirse o regresar del trabajo” (11,16% frente 7,52%). Finalmente, el exceso de PLC asociado a la presencia de discapacidades, reflejado en el análisis de todos los conductores, desaparece cuando se consideran sólo los conductores acompañados.

Las acciones del conductor que mayores PLC arrojaron (tabla 33) fueron las incorporaciones desde otra vía o acceso (17,48%) y, a continuación, los giros o salidas por otra vía o acceso (13,98%), seguir la propia ruta (12,02%), y los adelantamientos por la izquierda (10,70%). La PLC para la conducción a velocidad excesiva fue del 17,14% y a velocidad inadecuada del 16,7%; cuando no se cometió ninguna infracción sobre la velocidad este valor fue del 10,36%. Las infracciones con mayores PLC fueron “no respetar la señal de stop” (22,35%), “invadir parcialmente el sentido contrario” (19,37%), “girar incorrectamente” (18,28%), “entrar sin precaución en la circulación” (17,18%), “circular en sentido contrario o prohibido” (16,85%), “no

respetar la prioridad” (16,52%) y la “conducción distraída o desatenta” (15,86%). Si consideramos las posibles diferencias en las PLC entre los conductores que viajaban solos y los que iban con un acompañante, vemos que éstas fueron superiores para los primeros en las categorías “incorporándose desde otra vía o acceso”, “circular en sentido contrario”, “invadir parcialmente el sentido contrario”, y “entrar sin precaución en la circulación”. El fenómeno opuesto se dio para “no respetar el paso de peatones” (2,48% en los conductores solos frente a 9,42% en los acompañados).

En la tabla 34 se exponen las PLC según el tipo de vehículo, el tipo de accidente y el número de vehículos implicados. Los accidentados en ciclomotor mostraron PLC algo mayores que los motociclistas (13,39% frente a 7,60%). En cuanto a los tipos de accidente, en las salidas de la calzada la lesividad de la cabeza fue del 22,05%, en colisiones frontales del 17,57%, y en colisiones con vehículos parados u otros obstáculos del 17,44%. Finalmente, cuando sólo un vehículo se vio implicado en el accidente, la PLC fue del 13,33%, valor que descendió a medida que aumentó el número de vehículos. En función del tipo de conductor (solo o acompañado), la PLC fue superior en los conductores acompañados para el atropello (8,59% frente a 3,84% en los conductores solos). En los conductores acompañados, la relación antes mencionada entre la PLC y el número de vehículos, fue semejante.

En relación con las variables temporales, según podemos apreciar en las tablas 35 y 36, se mantiene una tendencia prácticamente constante en la PLC durante el periodo estudiado, con un ligero ascenso en los años 1999 y 2000 (12,72% y 12,30%, respectivamente). De enero a agosto los porcentajes de lesividad aumentaron progresivamente, hasta alcanzar el máximo en el mes de agosto (13,01%), y disminuir posteriormente. Entre los días de la semana, el domingo fue en el que mayor PLC se registró (15,4%), seguido del sábado (13,95%); esta proporción fue por tanto superior en días festivos. Cuando se estratifica en función de que el conductor fuera sólo o acompañado, todo lo antes descrito se reproduce para los primeros, mientras que en los conductores acompañados, las diferencias en las PLC por categorías se atenúan considerablemente.

Con respecto a la hora del día (tabla 36), los valores más bajos de PLC se obtuvieron entre las 9 y las 11 de la mañana. A partir de aquí, los porcentajes suben progresivamente, hasta alcanzar los mayores valores (entre el 19 y el 20%) entre las 4 y las 6 de la madrugada. Este patrón se reproduce en ambos tipos de conductores (solos y acompañados), si bien en los segundos las PLC son, para casi todas las horas, inferiores a las halladas en los primeros.

Con respecto a los restantes factores ambientales, (tabla 37), la lesividad en la cabeza fue superior en las zonas urbanas de población inferior a 5.000 habitantes (20,60%), así como en las carreteras convencionales (19,51%). Las menores PLC se obtuvieron en las zonas urbanas de más de 100.000 habs. (6,62%). En cuanto a la luminosidad, las mayores PLC se produjeron

de noche, con iluminación insuficiente (19,35%) y, sobre todo, sin iluminación (24,17%). Para las restantes variables, las diferencias entre categorías fueron pequeñas. Estas diferencias se reproducen de forma similar en conductores solos y también, aunque con diferencias algo inferiores, en conductores acompañados.

2.2.1.2. PARA LOS PASAJEROS

De los 39.538 pasajeros sobre los cuales se sabe si sufrieron alguna lesión por el accidente, 4.489 (11,35%) resultaron lesionados en la cabeza. El 72,51% eran pasajeros de un ciclomotor y el 27,49 restante viajaban en una motocicleta. La tabla 38 muestra la frecuencia de lesionados en la cabeza, distribuida por categorías de sus características individuales. Como podemos apreciar, en relación con la edad no se aprecia ningún patrón específico; las mayores PLC se aprecian en el grupo de 60-64 años. Los varones presentaron una PLC ligeramente superior a la de las mujeres (13,04% vs 10,11%). Finalmente, el no uso de casco se asoció claramente a una mayor PLC (25,86%, frente al 6,37% de los que sí lo llevaban).

2.2.2. ESTIMACIÓN DE RIESGOS RELATIVOS

2.2.2.1. PARA LOS CONDUCTORES

En las tablas 39 a 44 exponemos las estimaciones de RR crudas y ajustadas para el efecto de cada categoría de las variables independientes del vehículo, el conductor y el ambiente, sobre el riesgo de que el conductor del VDRM sufra una lesión en la cabeza como consecuencia del AT. Todas las estimaciones se han obtenido para el total de conductores así como, separadamente, para los conductores solos y acompañados. Puesto que las estimaciones crudas reflejan el patrón de asociaciones mostrado en el apartado anterior para las PLC, seguidamente comentaremos sólo las estimaciones ajustadas.

a. Factores individuales del conductor (tablas 39 y 40)

En relación a los factores individuales del conductor, cada año de edad adicional aumentó en un 1% el riesgo ajustado de sufrir una lesión en la cabeza tras el AT (tabla 39). El sexo femenino no mostró asociación alguna con dicho riesgo, pero sí el no uso de casco, que lo multiplicó por 3,31. Para la conducción sin licencia válida se obtuvo un RRa de 1,17, mientras que la nacionalidad extranjera se asoció a un ligero efecto protector (RRa = 0,88). En cuanto a las discapacidades del conductor, ninguna de ellas se asoció significativamente con el riesgo de lesión en la cabeza. Por su parte, la conducción bajo los efectos del alcohol sí aumentó débilmente el riesgo de sufrir una lesión en la cabeza (RRa = 1,16), y aún más la presencia de otras circunstancias anómalas (RRa = 1,37). Todos los motivos para conducir distintos al ocio o a la ida y vuelta del trabajo se asociaron a un discreto menor riesgo de lesión. Al estratificar las

estimaciones anteriores en función de que el conductor fuera solo o acompañado, todo lo descrito para el total de conductores es aplicable a los conductores solos. Para los acompañados, el efecto de las circunstancias psicofísicas desapareció, mientras que el sexo femenino se asoció a un ligero incremento del riesgo de lesión en la cabeza.

Considerando las acciones realizadas por el conductor (tabla 40), prácticamente todas ellas, a excepción de incorporarse desde otra vía, presentaron un menor riesgo de lesión en la cabeza que la categoría de referencia: seguir la ruta. De las variables individuales del conductor analizadas, la velocidad excesiva fue uno de los factores que con mayor fuerza se asoció al riesgo de lesión (RRa = 1,48), junto con la velocidad inadecuada (RRa = 1,35). Otras infracciones asociadas a un mayor riesgo fueron la conducción distraída o desatenta, invadir parcialmente el sentido contrario, no respetar el semáforo u otras indicaciones, entre varias. En sentido opuesto destaca el no mantener el intervalo de seguridad (RRa = 0,73). No se apreciaron diferencias relevantes en el patrón descrito al separar los conductores solos de los acompañados.

b. Tipo de vehículo, tipo de accidente y número de vehículos implicados (Tabla 41)

En la tabla 41 podemos observar que la circulación en una motocicleta se asoció a un menor riesgo de sufrir una lesión en la cabeza, con respecto al ciclomotor (RRa = 0,70). En cuanto al tipo de accidente sufrido, tomando como referencia la colisión frontolateral, tanto la colisión frontal como la colisión con vehículos parados u otros obstáculos se asociaron a un ligero incremento en el riesgo de lesión en la cabeza, mientras que el fenómeno opuesto se dio para la colisión lateral, el vuelco y, sobre todo, los atropellos. Con respecto al número de vehículos involucrados, la implicación de dos o más se relacionó con una discreta menor probabilidad de lesión en la cabeza, con respecto a uno solo. Los resultados son equiparables entre conductores solos y acompañados.

c. Factores ambientales (tablas 42 a 44)

En relación a las variables temporales estudiadas (tablas 42 y 43), los años más recientes, particularmente desde 1998, mostraron RRa discretamente inferiores a la unidad (excepto para 1999). Este efecto es más acentuado entre los conductores acompañados, mientras que en los conductores solos no es significativo. Riesgos ligeramente inferiores se observan también para la conducción en un día posterior a festivo y, con algunas excepciones, en el período comprendido entre las 9 de la mañana y las 9 de la tarde (tabla 43).

Al considerar otros factores ambientales (tabla 44), podemos apreciar que el riesgo de sufrir una lesión en la cabeza aumentó conforme disminuyó el número de habitantes de las áreas urbanas y que las carreteras convencionales y las autopistas y autovías fueron las zonas en las

que la PLC fue más elevada. La superficie de la calzada alterada se asoció a un leve descenso del riesgo de lesión, al contrario que las condiciones meteorológicas adversas. Por su parte, todas las circunstancias de luminosidad distintas a la luz diurna aumentaron ligeramente el riesgo. No se aprecian diferencias con respecto a estas variables entre conductores solos y acompañados.

2.2.2.2. PARA LOS OCUPANTES DE VDRM. ANÁLISIS EMPAREJADO

En la tabla 45 se muestra el resultado del análisis de los pares conductor-pasajero mediante la aplicación de un modelo de regresión múltiple condicionado de Poisson, tomando como variable dependiente la presencia o no de lesión en la cabeza. Al igual que se comentó para el análisis emparejado del riesgo de muerte, el modelo sólo toma en consideración los pares en los que al menos uno de los miembros sufrió dicha lesión, lo que restringió el análisis a 6.481 pares de ocupantes. La edad, introducida como variable cuantitativa, incrementó de forma muy leve el riesgo de lesión (un 9 por 1.000 por cada año de edad). Con respecto al sexo, la mujer presentó un RRa de 1,33. El mayor incremento en el riesgo de lesión se observó para el no empleo de casco (RRa = 3,35). Finalmente, la posición de pasajero se asoció a un discreto menor riesgo de lesión en la cabeza, con respecto a la de conductor (RRa = 0,83).

2.2.2.3. MODIFICACIÓN DEL EFECTO DEL CASCO SOBRE LA PROBABILIDAD DE SUFRIR UNA LESIÓN EN LA CABEZA EN FUNCIÓN DE LAS RESTANTES VARIABLES INDEPENDIENTES

Hemos estudiado, mediante el test de razón de verosimilitudes, las posibles interacciones entre el efecto del casco y las demás variables independientes. Se han obtenido interacciones estadísticamente significativas (para $p < 0,01$), entre el no uso de casco y las variables que aparecen en las tablas 46 a 48. En dichas tablas se muestran los RRa para el efecto del no uso de casco sobre el riesgo de lesión en la cabeza, en cada estrato de estas variables. En la mayoría de los casos, las diferencias en los valores de los RRa entre categorías son relativamente pequeñas, a pesar de ser estadísticamente significativas. A continuación subrayamos aquellas diferencias que, a nuestro juicio, merecen ser destacadas.

Con respecto a la edad (tabla 46), puede decirse que el incremento de riesgo asociado al no uso de casco se redujo ligeramente conforme ésta aumentaba. Para variables como la tenencia o no de licencia y las circunstancias psicofísicas, se observa una interacción negativa: el mayor incremento de riesgo asociado en relación con no usar casco se observa en la categoría de menor riesgo de dichas variables. Algo parecido ocurre con las variable "otras infracciones": la mayor fuerza de asociación entre el no uso de casco y el riesgo de lesión, con RRa iguales o mayores a 5, se observa en las infracciones intrínsecamente ligadas a un menor riesgo de lesión: no mantener el intervalo de seguridad y no respetar el paso de peatones. Por su parte,

el efecto del no uso de casco apenas se modificó en función de las infracciones sobre la velocidad.

Con respecto al tipo de vehículo (tabla 47), el incremento en el riesgo dependiente de no usar casco fue mayor en los conductores de motocicleta que en los de ciclomotor ($RRa = 4,45$ frente a $RRa = 3,11$, respectivamente). En cuanto al tipo de accidente, se repite la interacción negativa observada para el tipo de infracción. Los accidentes en los que el riesgo de lesión en la cabeza fue intrínsecamente menor (vuelco en la calzada y atropellos), fueron aquellos en los que el no uso de casco aumentó más dicho riesgo, con RRa en torno a 5.

Finalmente, para la interacción del no uso de casco con las variables ambientales (tabla 48), la interacción negativa antes mencionada también puede observarse para variables como el año de estudio, la hora del día y, especialmente, para la zona donde ocurrió el accidente; así, los mayores incrementos en el riesgo de lesión relacionados con el no uso de casco se dieron en años más recientes y entre las 9 de la mañana y las 9 de la noche. Ambas asociaciones se observan con más claridad en las figuras 2 y 3. Con respecto a la zona, se aprecia una relación dosis-respuesta inversa a la descrita en la tabla 44: a medida que aumentó el riesgo intrínseco de la zona donde ocurrió el accidente, disminuyó el riesgo asociado a no usar casco. En la figura 4 se puede comprobar gráficamente esta asociación.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la defunción. Factores del conductor.

Variable	Categorías	Total de conductores (n=309626)		Conductores solos (n=258591)		Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
EDAD	<15	2748	0,89	1968	0,76	780	1,53
	de 15 a 19	95407	30,81	74277	28,72	21130	41,40
	de 20 a 24	72680	23,47	59924	23,17	12756	24,99
	de 25 a 29	45035	14,54	38598	14,93	6437	12,61
	de 30 a 34	27594	8,91	24339	9,41	3255	6,38
	de 35 a 39	16675	5,39	14897	5,76	1778	3,48
	de 40 a 44	10541	3,40	9422	3,64	1119	2,19
	de 45 a 49	6869	2,22	6152	2,38	717	1,40
	de 50 a 54	4563	1,47	4176	1,61	387	0,76
	de 55 a 59	3488	1,13	3293	1,27	195	0,38
	de 60 a 64	3036	0,98	2895	1,12	141	0,28
	de 65 a 69	2417	0,78	2319	0,90	98	0,19
	de 70 a 74	1705	0,55	1664	0,64	41	0,08
	>75	1414	0,46	1374	0,53	40	0,08
Desconocido	15454	4,99	13293	5,14	2161	4,23	
SEXO	Varón	259560	83,83	216423	83,69	43137	84,52
	Mujer	42203	13,63	35415	13,70	6788	13,30
	Desconocido	7863	2,54	6753	2,61	1110	2,17
CASCO	Sí	220282	71,14	189216	73,17	31066	60,87
	No	34005	10,98	25057	9,69	8948	17,53
	Desconocido	55339	17,87	44318	17,14	11021	21,59
LICENCIA	Con licencia y válida	242289	78,25	203885	78,84	38404	75,25
	Sin permiso o licencia no válida	12820	4,14	9932	3,84	2888	5,66
	Desconocido	54517	17,61	44774	17,31	9743	19,09
NACIONALIDAD	Español	294587	95,14	246057	95,15	48530	95,09
	Extranjero	8382	2,71	6860	2,65	1522	2,98
	Desconocido	6657	2,15	5674	2,19	983	1,93

Tabla 1 (continuación).

Variable	Categorías	Total de conductores (n=309626)		Conductores solos (n=258591)		Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
DISCAPACIDADES	Ninguna	264905	85,56	220742	85,36	44163	86,53
	Defecto visual	3254	1,05	2820	1,09	434	0,85
	Otras	1099	0,35	966	0,37	133	0,26
	Desconocido	40368	13,04	34063	13,17	6305	12,35
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS	Normal	259063	83,67	216451	83,70	42612	83,50
	Bajo los efectos del alcohol	4163	1,34	3282	1,27	881	1,73
	Otras circunstancias psicofísicas anómalas	2575	0,83	2144	0,83	431	0,84
	Desconocido	43825	14,15	36714	14,20	7111	13,93
HORAS DE CONDUCCIÓN CONTINUADA	<1 hora	205573	66,39	170942	66,11	34631	67,86
	De 1 a 3 horas	7081	2,29	5810	2,25	1271	2,49
	Más de 3 horas	1554	0,50	1351	0,52	203	0,40
	Desconocido	95418	30,82	80488	31,13	14930	29,25
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	Ocio	116610	37,66	89175	34,48	27435	53,76
	Durante la jornada laboral	64461	20,82	59558	23,03	4903	9,61
	Dirigirse o regresar del trabajo	33406	10,79	31120	12,03	2286	4,48
	Salida o regreso de vacaciones o festivos	7140	2,31	5324	2,06	1816	3,56
	Otros motivos	88009	28,42	73414	28,39	14595	28,60

Tabla 2. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la defunción. Acción e infracciones del conductor.

Variable	Categorías	Total de conductores (n=309626)		Conductores solos (n=258591)		Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
ACCIÓN DEL CONDUCTOR	Siguiendo la ruta	193573	62,52	161515	62,46	32058	62,82
	Adelantando por la derecha	6870	2,22	5721	2,21	1149	2,25
	Adelantando por la izquierda	13960	4,51	11239	4,35	2721	5,33
	Girando o saliendo por otra vía o acceso	15348	4,96	12771	4,94	2577	5,05
	Incorporándose desde otra vía o acceso	6096	1,97	5196	2,01	900	1,76
	Cruzando intersección	49056	15,84	41153	15,91	7903	15,49
	Maniobra súbita para salvar obstáculo, vehículo o peatón	6427	2,08	5449	2,11	978	1,92
	Otras acciones o acción desconocida	18296	5,91	15547	6,01	2749	5,39
INFRACCIÓN SOBRE LA VELOCIDAD	Ninguna	153845	49,69	129542	50,10	24303	47,62
	Velocidad inadecuada	30531	9,86	23937	9,26	6594	12,92
	Velocidad excesiva	6749	2,18	5175	2,00	1574	3,08
	Marcha lenta	184	0,06	142	0,05	42	0,08
	Se desconoce la infracción sobre la velocidad	118317	38,21	99795	38,59	18552	36,29
OTRAS INFRACCIONES	Ninguna	141446	45,68	120195	46,48	21251	41,64
	Conducción distraída o desatenta	52557	16,97	43802	16,94	8755	17,15
	Circular en sentido contrario o prohibido	2774	0,90	2250	0,87	524	1,03
	Invadir parcialmente el sentido contrario	6488	2,10	5355	2,07	1133	2,22
	Girar incorrectamente	5802	1,87	4828	1,87	974	1,91
	Adelantamiento antirreglamentario	15016	4,85	12319	4,76	2697	5,28
	No mantener intervalo de seguridad	13818	4,46	11898	4,60	1920	3,76
	No respetar la prioridad	6126	1,98	5109	1,98	1017	1,99
	No respetar el semáforo	11824	3,82	9807	3,79	2017	3,95
	No respetar la señal de stop	5480	1,77	4439	1,72	1041	2,04
	No respetar el ceda el paso	5630	1,82	4409	1,71	1221	2,39
	No respetar el paso de peatones	3261	1,05	3104	1,20	157	0,31
	No respetar otras indicaciones	1365	0,44	1117	0,43	248	0,49
	Entrar sin precaución en la circulación	1525	0,49	1314	0,51	211	0,41
	Otras infracciones	36514	11,79	28645	11,08	7869	15,42

Tabla 3. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la defunción. Tipo de vehículo, tipo de accidente y número de vehículos implicados.

Variable	Categorías	Total de conductores (n=309626)		Conductores solos (n=258591)		Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
TIPO DE VEHÍCULO	Ciclomotor	200034	64,61	166689	64,46	33345	65,34
	Motocicleta	109592	35,39	91902	35,54	17690	34,66
TIPO DE ACCIDENTE	Colisión frontolateral	112017	36,18	92005	35,58	20012	39,21
	Colisión frontal	17525	5,66	14593	5,64	2932	5,75
	Colisión lateral	47858	15,46	40449	15,64	7409	14,52
	Colisión por alcance o caravana	45219	14,60	38417	14,86	6802	13,33
	Vuelco en la calzada	17210	5,56	14290	5,53	2920	5,72
	Colisión con vehículo parado u otro obstáculo	9739	3,15	7942	3,07	1797	3,52
	Atropello a peatón o animal	22851	7,38	21355	8,26	1496	2,93
	Salida de la calzada	26174	8,45	20340	7,87	5834	11,43
	Otro tipo	11033	3,56	9200	3,56	1833	3,59
NÚMERO DE VEHÍCULOS IMPLICADOS	1	70947	22,91	59634	23,06	11313	22,17
	2	224912	72,64	187395	72,47	37517	73,51
	3	11454	3,70	9632	3,72	1822	3,57
	más de 3	2313	0,75	193	0,75	383	0,75

Tabla 4. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la defunción. Factores temporales (I).

Variable	Categorías	Total de conductores (n=309626)		Conductores solos (n=258591)		Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
AÑO	1993	26791	8,65	22361	8,65	4430	8,68
	1994	25808	8,34	21795	8,43	4013	7,86
	1995	27808	8,98	23538	9,10	4270	8,37
	1996	28376	9,16	24048	9,30	4328	8,48
	1997	30629	9,89	25888	10,01	4741	9,29
	1998	35367	11,42	29754	11,51	5613	11,00
	1999	36016	11,63	29817	11,53	6199	12,15
	2000	33704	10,89	27714	10,72	5990	11,74
	2001	34208	11,05	28104	10,87	6104	11,96
	2002	30919	9,99	25572	9,89	5347	10,48
MES	Enero	21691	7,01	18434	7,13	3257	6,38
	Febrero	22715	7,34	19213	7,43	3502	6,86
	Marzo	26343	8,51	22250	8,60	4093	8,02
	Abril	24533	7,92	20575	7,96	3958	7,76
	Mayo	27636	8,93	23105	8,93	4531	8,88
	Junio	30057	9,71	24989	9,66	5068	9,93
	Julio	31968	10,32	26192	10,13	5776	11,32
	Agosto	26947	8,70	21636	8,37	5311	10,41
	Septiembre	26081	8,42	21582	8,35	4499	8,82
	Octubre	27298	8,82	23008	8,90	4290	8,41
	Noviembre	23800	7,69	20193	7,81	3607	7,07
	Diciembre	20557	6,64	17414	6,73	3143	6,16
DÍA DE LA SEMANA	Lunes	43253	13,97	37265	14,41	5988	11,73
	Martes	43766	14,14	38050	14,71	5716	11,20
	Miércoles	44250	14,29	38493	14,89	5757	11,28
	Jueves	45031	14,54	39103	15,12	5928	11,62
	Viernes	50994	16,47	43339	16,76	7655	15,00
	Sábado	44256	14,29	34427	13,31	9829	19,26
	Domingo	38076	12,30	27914	10,79	10162	19,91
TIPO DE DÍA	Anterior a festivo	43253	13,97	33955	13,13	9298	18,22
	Festivo	45245	14,61	33286	12,87	11959	23,43
	Laborable	189280	61,13	163714	63,31	25566	50,10
	Posterior a festivo	31848	10,29	27636	10,69	4212	8,25

Tabla 5. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la defunción.
Factores temporales (II). Hora del día.

Variable	Categorías	Total de conductores (n=309626)		Conductores solos (n=258591)		Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
HORA	0	6257	2,02	4550	1,76	1707	3,34
	1	7112	2,30	5084	1,97	2028	3,97
	2	4638	1,50	3160	1,22	1478	2,90
	3	4011	1,30	2792	1,08	1219	2,39
	4	3305	1,07	2304	0,89	1001	1,96
	5	3114	1,01	2263	0,88	851	1,67
	6	3451	1,11	2751	1,06	700	1,37
	7	5244	1,69	4665	1,80	579	1,13
	8	10522	3,40	9615	3,72	907	1,78
	9	11380	3,68	10515	4,07	865	1,69
	10	10574	3,42	9712	3,76	862	1,69
	11	12516	4,04	11254	4,35	1262	2,47
	12	15794	5,10	14006	5,42	1788	3,50
	13	20151	6,51	17710	6,85	2441	4,78
	14	23201	7,49	20365	7,88	2836	5,56
	15	18313	5,91	15933	6,16	2380	4,66
	16	16569	5,35	14087	5,45	2482	4,86
	17	18591	6,00	15455	5,98	3136	6,14
	18	20330	6,57	16741	6,47	3589	7,03
	19	22715	7,34	18555	7,18	4160	8,15
	20	22602	7,30	18328	7,09	4274	8,37
	21	19147	6,18	15352	5,94	3795	7,44
	22	17151	5,54	13505	5,22	3646	7,14
	23	12938	4,18	9889	3,82	3049	5,97

Tabla 6. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la defunción. Otros factores ambientales

Variable	Categorías	Total de conductores (n=309626)		Conductores solos (n=258591)		Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
ZONA	Urbana, >100000 hab.	175926	56,82	148293	57,35	27633	54,15
	Urbana, 50000-100000 hab.	24331	7,86	20335	7,86	3996	7,83
	Urbana, 5000-50000 hab.	33905	10,95	28557	11,04	5348	10,48
	Urbana, <5000 hab.	5294	1,71	4398	1,70	896	1,76
	Carretera convencional	63703	20,57	51801	20,03	11902	23,32
	Autopista-autovía	6467	2,09	5207	2,01	1260	2,47
DENSIDAD	Fluida	287312	92,79	239556	92,64	47756	93,57
	Densa o congestionada	22314	7,21	19035	7,36	3279	6,43
ESTADO DE LA SUPERFICIE	Normal	282114	91,11	235131	90,93	46983	92,06
	Alterada	27512	8,89	23460	9,07	4052	7,94
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Buen tiempo	287611	92,89	239614	92,66	47997	94,05
	Condiciones adversas	22015	7,11	18977	7,34	3038	5,95
VISIBILIDAD	Buena	261628	84,50	218763	84,60	42865	83,99
	Restringida	47998	15,50	39828	15,40	8170	16,01
LUMINOSIDAD	Diurna	201980	65,23	174468	67,47	27512	53,91
	Crepúsculo	11270	3,64	9359	3,62	1911	3,74
	Noche, buena iluminación	73927	23,88	57669	22,30	16258	31,86
	Noche, iluminación insuficiente	8757	2,83	6792	2,63	1965	3,85
	Noche, sin iluminación	13692	4,42	10303	3,98	3389	6,64

Tabla 7. Estudio descriptivo de la población de pasajeros para el análisis de la defunción.

Variable	Categorías	Pasajeros (n=50963)	
		N	%
EDAD	<15	2732	5,36
	de 15 a 19	21117	41,44
	de 20 a 24	11086	21,75
	de 25 a 29	5062	9,93
	de 30 a 34	2284	4,48
	de 35 a 39	1228	2,41
	de 40 a 44	772	1,51
	de 45 a 49	477	0,94
	de 50 a 54	277	0,54
	de 55 a 59	170	0,33
	de 60 a 64	109	0,21
	de 65 a 69	64	0,13
	de 70 a 74	38	0,07
	>75	37	0,07
Desconocido	5510	10,81	
SEXO	Varón	21642	42,47
	Mujer	26389	51,78
	Desconocido	2932	5,75
CASCO	Sí	27639	54,23
	No	11292	22,16
	Desconocido	12032	23,61

Tabla 8. Estudio analítico de los factores de riesgo de la defunción.
 Proporción de conductores fallecidos para cada categoría de las variables del conductor.

Variable	Categorías	Defunciones Total de conductores (n=309626)		Defunciones Conductores solos (n=258591)		Defunciones Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
EDAD	<15	58	2,11	33	1,68	25	3,21
	de 15 a 19	1129	1,18	827	1,11	302	1,43
	de 20 a 24	1228	1,69	965	1,61	263	2,06
	de 25 a 29	1042	2,31	865	2,24	177	2,75
	de 30 a 34	671	2,43	601	2,47	70	2,15
	de 35 a 39	460	2,76	404	2,71	56	3,15
	de 40 a 44	323	3,06	302	3,21	21	1,88
	de 45 a 49	234	3,41	212	3,45	22	3,07
	de 50 a 54	168	3,68	154	3,69	14	3,62
	de 55 a 59	147	4,21	137	4,16	10	5,13
	de 60 a 64	146	4,81	145	5,01	1	0,71
	de 65 a 69	167	6,91	165	7,12	2	2,04
	de 70 a 74	156	9,15	155	9,31	1	2,44
	>75	142	10,04	142	10,33	0	0,00
	Desconocido	95	0,61	79	0,59	16	0,74
SEXO	Varón	5853	2,25	4935	2,28	918	2,13
	Mujer	259	0,61	208	0,59	51	0,75
	Desconocido	54	0,69	43	0,64	11	0,99
CASCO	Sí	4056	1,84	3505	1,85	551	1,77
	No	1721	5,06	1364	5,44	357	3,99
	Desconocido	389	0,70	317	0,72	72	0,65
LICENCIA	Con licencia y válida	4655	1,92	3984	1,95	671	1,75
	Sin permiso o licencia no válida	453	3,53	348	3,50	105	3,64
	Desconocido	1058	1,94	854	1,91	204	2,09
NACIONALIDAD	Español	5863	1,99	4939	2,01	924	1,90
	Extranjero	265	3,16	216	3,15	49	3,22
	Desconocido	38	0,57	31	0,55	7	0,71

Tabla 8 (continuación).

Variable	Categorías	Defunciones Total de conductores (n=309626)		Defunciones Conductores solos (n=258591)		Defunciones Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
DISCAPACIDADES	Ninguna	4613	1,74	3854	1,75	759	1,72
	Defecto visual	192	5,90	173	6,13	19	4,38
	Otras	53	4,82	47	4,87	6	4,51
	Desconocido	1308	3,24	1112	3,26	196	3,11
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS	Normal	3204	1,24	2727	1,26	477	1,12
	Bajo los efectos del alcohol	64	1,54	52	1,58	12	1,36
	Otras circunstancias psicofísicas anómalas	98	3,81	80	3,73	18	4,18
	Desconocido	2800	6,39	2327	6,34	473	6,65
HORAS DE CONDUCCIÓN CONTINUADA	<1 hora	4276	2,08	3645	2,13	631	1,82
	De 1 a 3 horas	341	4,82	284	4,89	57	4,48
	Más de 3 horas	47	3,02	40	2,96	7	3,45
	Desconocido	1502	1,57	1217	1,51	285	1,91
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	Ocio	3463	2,97	2758	3,09	705	2,57
	Durante la jornada laboral	517	0,80	491	0,82	26	0,53
	Dirigirse o regresar del trabajo	608	1,82	584	1,88	24	1,05
	Salida o regreso de vacaciones o festivos	235	3,29	183	3,44	52	2,86
	Otros motivos	1343	1,53	1170	1,59	173	1,19
TOTAL DE DEFUNCIONES		6166	1,99	5186	2,01	980	1,92

Tabla 9. Estudio analítico de los factores de riesgo de la defunción. Proporción de conductores fallecidos para cada acción e infracciones del conductor.

Variable	Categorías	Defunciones Total de conductores (n=309626)		Defunciones Conductores solos (n=258591)		Defunciones Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
ACCIÓN DEL CONDUCTOR	Siguiendo la ruta	4265	2,20	3541	2,19	724	2,26
	Adelantando por la derecha	91	1,32	80	1,40	11	0,96
	Adelantando por la izquierda	363	2,60	299	2,66	64	2,35
	Girando o saliendo por otra vía o acceso	352	2,29	326	2,55	26	1,01
	Incorporándose desde otra vía o acceso	189	3,10	174	3,35	15	1,67
	Cruzando intersección	442	0,90	370	0,90	72	0,91
	Maniobra súbita para salvar obstáculo, vehículo o peatón	82	1,28	71	1,30	11	1,12
	Otras acciones o acción desconocida	382	2,09	325	2,09	57	2,07
INFRACCIÓN SOBRE LA VELOCIDAD	Ninguna	2314	1,50	2021	1,56	293	1,21
	Velocidad inadecuada	1525	4,99	1205	5,03	320	4,85
	Velocidad excesiva	668	9,90	543	10,49	125	7,94
	Marcha lenta o se desconoce la infracción sobre la velocidad	1659	1,40	1417	1,42	242	1,30
OTRAS INFRACCIONES	Ninguna	1662	1,18	1421	1,18	241	1,13
	Conducción distraída o desatenta	1129	2,15	943	2,15	186	2,12
	Circular en sentido contrario o prohibido	100	3,60	81	3,60	19	3,63
	Invadir parcialmente el sentido contrario	426	6,57	357	6,67	69	6,09
	Girar incorrectamente	240	4,14	219	4,54	21	2,16
	Adelantamiento antirreglamentario	310	2,06	258	2,09	52	1,93
	No mantener intervalo de seguridad	70	0,51	63	0,53	7	0,36
	No respetar la prioridad	135	2,20	122	2,39	13	1,28
	No respetar el semáforo	90	0,76	68	0,69	22	1,09
	No respetar la señal de stop	262	4,78	235	5,29	27	2,59
	No respetar el ceda el paso	36	0,64	31	0,70	2	0,41
	No respetar el paso de peatones	2	0,06	2	0,06	0	0,00
	No respetar otras indicaciones	32	2,34	25	2,24	7	2,82
	Entrar sin precaución en la circulación	47	3,08	43	3,27	4	1,90
	Otras infracciones	1625	4,45	1318	4,60	307	3,90
TOTAL DE DEFUNCIONES		6166	1,99	5186	2,01	980	1,92

Tabla 10. Estudio analítico de los factores de riesgo de la defunción. Proporción de conductores fallecidos según el tipo de vehículo, el tipo de accidente y el número de vehículos implicados.

Variable	Categorías	Defunciones Total de conductores (n=309626)		Defunciones Conductores solos (n=258591)		Defunciones Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
TIPO DE VEHÍCULO	Ciclomotor	2912	1,46	2515	1,51	397	1,19
	Motocicleta	3254	2,97	2671	2,91	583	3,30
TIPO DE ACCIDENTE	Colisión frontolateral	1516	1,35	1309	1,42	207	1,03
	Colisión frontal	989	5,64	799	5,48	190	6,48
	Colisión lateral	470	0,98	410	1,01	60	0,81
	Colisión por alcance o caravana	634	1,40	540	1,41	94	1,38
	Vuelco en la calzada	248	1,44	217	1,52	31	1,06
	Colisión con vehículo parado u otro obstáculo	301	3,09	240	3,02	61	3,39
	Atropello a peatón o animal	74	0,32	66	0,31	8	0,53
	Salida de la calzada	1760	6,72	1452	7,14	308	5,28
Otro tipo	174	1,58	153	1,66	21	1,15	
NÚMERO DE VEHÍCULOS IMPLICADOS	1	2118	2,99	1749	2,93	369	3,26
	2	3535	1,57	3002	1,60	533	1,42
	3	392	3,42	336	3,49	56	3,07
	más de 3	121	5,23	99	5,13	22	5,74
TOTAL DE DEFUNCIONES		6166	1,99	5186	2,01	980	1,92

Tabla 11. Estudio analítico de los factores de riesgo de la defunción.
 Proporción de conductores fallecidos según las categorías de las variables temporales (I).

Variable	Categorías	Defunciones Total de conductores (n=309626)		Defunciones Conductores solos (n=258591)		Defunciones Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
AÑO	1993	680	2,54	549	2,46	131	2,96
	1994	615	2,38	508	2,33	107	2,76
	1995	611	2,20	497	2,11	114	2,67
	1996	606	2,14	511	2,12	95	2,20
	1997	619	2,02	521	2,01	98	2,07
	1998	613	1,73	513	1,72	100	1,78
	1999	640	1,78	541	1,81	99	1,60
	2000	598	1,77	518	1,87	80	1,34
	2001	612	1,79	525	1,87	87	1,43
	2002	572	1,85	503	1,97	69	1,29
MES	Enero	381	1,76	335	1,82	46	1,41
	Febrero	375	1,65	323	1,68	52	1,48
	Marzo	491	1,86	424	1,91	67	1,64
	Abril	481	1,96	389	1,89	92	2,32
	Mayo	563	2,04	472	2,04	91	2,01
	Junio	589	1,96	492	1,97	97	1,91
	Julio	713	2,23	585	2,23	128	2,22
	Agosto	648	2,40	552	2,55	96	1,81
	Septiembre	577	2,21	478	2,21	99	2,20
	Octubre	533	1,95	452	1,96	81	1,89
	Noviembre	443	1,86	368	1,82	75	2,08
	Diciembre	372	1,81	316	1,81	56	1,78
DÍA DE LA SEMANA	Lunes	707	1,63	616	1,65	91	1,52
	Martes	645	1,47	571	1,50	74	1,29
	Miércoles	634	1,43	558	1,45	76	1,32
	Jueves	703	1,56	623	1,59	80	1,35
	Viernes	864	1,69	758	1,75	106	1,38
	Sábado	1304	2,95	1054	3,06	250	2,54
	Domingo	1309	3,44	1006	3,60	303	2,98
	TIPO DE DÍA	Anterior a festivo	1285	2,97	1047	3,08	238
Festivo	1511	3,34	1167	3,51	344	2,88	
Laborable	2840	1,50	2510	1,53	330	1,29	
Posterior a festivo	530	1,66	462	1,67	68	1,61	
TOTAL DE DEFUNCIONES		6166	1,99	5186	2,01	980	1,92

Tabla 12. Estudio analítico de los factores de riesgo de la defunción.
 Proporción de conductores fallecidos según las categorías de las variables temporales (II).
 Hora del día.

Variable	Categorías	Defunciones Total de conductores (n=309626)		Defunciones Conductores solos (n=258591)		Defunciones Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
HORA	0	168	2,68	122	2,68	46	2,69
	1	227	3,19	171	3,36	56	2,76
	2	141	3,04	102	3,23	39	2,64
	3	181	4,51	128	4,58	53	4,35
	4	179	5,42	122	5,30	57	5,69
	5	145	4,66	109	4,82	36	4,23
	6	196	5,68	157	5,71	39	5,57
	7	175	3,34	157	3,37	18	3,11
	8	183	1,74	168	1,75	15	1,65
	9	162	1,42	150	1,43	12	1,39
	10	186	1,76	179	1,84	7	0,81
	11	206	1,65	187	1,66	19	1,51
	12	254	1,61	237	1,69	17	0,95
	13	335	1,66	304	1,72	31	1,27
	14	342	1,47	295	1,45	47	1,66
	15	306	1,67	276	1,73	30	1,26
	16	308	1,86	264	1,87	44	1,77
	17	375	2,02	321	2,08	54	1,72
	18	395	1,94	332	1,98	63	1,76
	19	397	1,75	340	1,83	57	1,37
	20	392	1,73	328	1,79	64	1,50
	21	351	1,83	290	1,89	61	1,61
	22	304	1,77	247	1,83	57	1,56
	23	258	1,99	200	2,02	58	1,90
TOTAL DE DEFUNCIONES		6166	1,99	5186	2,01	980	1,92

Tabla 13. Estudio analítico de los factores de riesgo de la defunción.
Distribución de la proporción de conductores fallecidos según otros factores ambientales.

Variable	Categorías	Defunciones Total de conductores (n=309626)		Defunciones Conductores solos (n=258591)		Defunciones Conductores con pasajero (n=51035)	
		N	%	N	%	N	%
DENSIDAD	Fluida	5858	2,04	4924	2,06	934	1,96
	Densa o congestionada	308	1,38	262	1,38	46	1,40
ZONA	Urbana, >100000 habs.	1017	0,58	819	0,55	198	0,72
	Urbana, 50000-100000 habs.	229	0,94	189	0,93	40	1,00
	Urbana, 5000-50000 habs.	427	1,26	361	1,26	66	1,23
	Urbana, <5000 habs.	196	3,70	166	3,77	30	3,35
	Carretera convencional	3814	5,99	3238	6,25	576	4,84
	Autopista-autovía	483	7,47	413	7,93	70	5,56
ESTADO DE LA SUPERFICIE	Normal	5612	1,99	4705	2,00	907	1,93
	Alterada	554	2,01	481	2,05	73	1,80
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Buen tiempo	5689	1,98	4772	1,99	917	1,91
	Condiciones adversas	477	2,17	414	2,18	63	2,07
VISIBILIDAD	Buena	4541	1,74	3830	1,75	711	1,66
	Restringida	1625	3,39	1356	3,40	269	3,29
LUMINOSIDAD	Diurna	3494	1,73	3084	1,77	410	1,49
	Crepúsculo	276	2,45	234	2,50	42	2,20
	Noche, buena iluminación	956	1,29	721	1,25	235	1,45
	Noche, iluminación insuficiente	332	3,79	267	3,93	65	3,31
	Noche, sin iluminación	1108	8,09	880	8,54	228	6,73
TOTAL DE DEFUNCIONES		6166	1,99	5186	2,01	980	1,92

Tabla 14. Distribución de la letalidad de los pasajeros con lesividad conocida, en función de sus características personales.

Variable	Categorías	Defunciones Pasajeros (n=50963)	
		N	%
EDAD	<15	30	1,10
	de 15 a 19	308	1,46
	de 20 a 24	225	2,03
	de 25 a 29	98	1,94
	de 30 a 34	56	2,45
	de 35 a 39	24	1,95
	de 40 a 44	14	1,81
	de 45 a 49	14	2,94
	de 50 a 54	8	2,89
	de 55 a 59	5	2,94
	de 60 a 64	2	1,83
	de 65 a 69	2	3,13
	de 70 a 74	1	2,63
	>75	0	0,00
Desconocido	28	0,51	
SEXO	Varón	428	1,98
	Mujer	378	1,43
	Desconocido	9	0,31
CASCO	Sí	413	1,49
	No	333	2,95
	Desconocido	69	0,57
TOTAL		815	1,60

Tabla 15. Riesgos relativos crudos y ajustados* de la mortalidad de los conductores de VDRM implicados en AT, para las características del conductor. Análisis global.

Variable	Total de conductores (n=309626)				Conductores solos (n=258591)				Conductores con pasajero (n=51035)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
EDAD §	1,00	1,00 - 1,00	1,02	1,02 - 1,03	1,00	1,00 - 1,00	1,02	1,02 - 1,03	1,00	1,00 - 1,00	1,01	1,01 - 1,02
SEXO												
Varón	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Mujer	0,27	0,24 - 0,31	0,63	0,55 - 0,71	0,26	0,22 - 0,30	0,61	0,53 - 0,71	0,35	0,27 - 0,47	0,73	0,55 - 0,98
Desconocido	0,30	0,23 - 0,40	‡		0,28	0,21 - 0,38	‡		0,47	0,26 - 0,84	‡	
CASCO												
Sí	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	Referencia		1	Referencia
No	2,75	2,60 - 2,91	2,08	1,95 - 2,21	2,94	2,76 - 3,13	2,08	1,94 - 2,23	2,25	1,97 - 2,57	2,17	1,86 - 2,53
Desconocido	0,38	0,34 - 0,42	0,78	0,70 - 0,87	0,39	0,34 - 0,43	0,78	0,68 - 0,88	0,37	0,29 - 0,47	0,83	0,63 - 1,10
LICENCIA												
Con licencia y válida	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	Referencia		1	Referencia
Sin permiso o licencia no válida	1,84	1,67 - 2,03	1,09	0,98 - 1,20	1,79	1,61 - 2,00	1,05	0,94 - 1,17	2,08	1,69 - 2,56	1,24	1,01 - 1,02
Desconocido	1,01	0,94 - 1,08	0,95	0,88 - 1,02	0,98	0,91 - 1,05	0,92	0,85 - 1,00	1,20	1,02 - 1,40	1,06	1,00 - 1,53
NACIONALIDAD												
Español	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	Referencia		1	Referencia
Extranjero	1,59	1,40 - 1,80	0,90	0,80 - 1,03	1,57	1,37 - 1,80	0,93	0,81 - 1,07	1,69	1,27 - 2,25	0,93	0,68 - 1,25
Desconocido	0,29	0,21 - 0,39	0,33	0,14 - 0,80	0,27	0,19 - 0,39	0,30	0,11 - 0,81	0,37	0,18 - 0,79	0,59	0,08 - 4,17

Tabla 15 (continuación).

Variable	Total de conductores (n=309626)				Conductores solos (n=258591)				Conductores con pasajero (n=51035)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
DISCAPACIDADES												
Ninguna	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	Referencia	1	Referencia	
Defecto visual	3,39	2,93 - 3,91	1,35	1,17 - 1,57	3,51	3,02 - 4,09	1,36	1,16 - 1,59	2,55	1,62 - 4,02	1,22	0,90 - 1,25
Otras	2,77	2,11 - 3,63	1,09	0,82 - 1,44	2,79	2,09 - 3,72	1,04	0,78 - 1,41	2,62	1,18 - 5,86	1,57	0,76 - 1,96
Desconocido	1,86	1,75 - 1,98	0,86	0,80 - 0,92	1,87	1,75 - 2,00	0,87	0,80 - 0,94	1,81	1,55 - 2,12	0,80	0,64 - 3,84
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS												
Normal	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Bajo los efectos del alcohol	1,24	0,97 - 1,59	0,66	0,51 - 0,84	1,26	0,96 - 1,65	0,67	0,50 - 0,88	1,22	0,69 - 2,16	0,60	0,34 - 1,08
Otras circunstancias psicofísicas anómalas	3,08	2,52 - 3,76	1,98	1,61 - 2,43	2,96	2,37 - 3,70	1,87	1,49 - 2,35	3,73	2,33 - 5,97	2,51	1,55 - 4,06
Desconocido	5,17	4,91 - 5,43	3,32	3,12 - 3,52	5,03	4,76 - 5,32	3,22	3,01 - 3,44	5,94	5,23 - 6,75	3,66	3,15 - 4,26
HORAS DE CONDUCCIÓN CONTINUADA												
<1 hora	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
De 1 a 3 horas	2,32	2,07 - 2,59	1,13	1,00 - 1,26	2,29	2,03 - 2,59	1,10	0,97 - 1,25	2,46	1,88 - 3,23	1,30	0,97 - 1,73
Más de 3 horas	1,45	1,09 - 1,94	0,94	0,70 - 1,27	1,39	1,02 - 1,90	0,90	0,65 - 1,25	1,89	0,90 - 3,99	1,16	0,54 - 2,47
Desconocido	0,76	0,71 - 0,80	1,06	0,99 - 1,13	0,71	0,66 - 0,76	1,02	0,95 - 1,10	1,05	0,91 - 1,20	1,27	1,09 - 1,49
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO												
Ocio	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Durante la jornada laboral	0,27	0,25 - 0,30	0,94	0,85 - 1,04	0,27	0,24 - 0,29	0,93	0,83 - 1,03	0,21	0,14 - 0,31	0,77	0,51 - 1,17
Dirigirse o regresar del trabajo	0,61	0,56 - 0,67	1,27	1,15 - 1,39	0,61	0,55 - 0,66	1,23	1,12 - 1,36	0,41	0,27 - 0,61	1,22	0,80 - 1,86
Salida o regreso de vacaciones o festivos	1,11	0,97 - 1,26	1,07	0,93 - 1,22	1,11	0,96 - 1,29	1,13	0,97 - 1,33	1,11	0,84 - 1,48	0,95	0,70 - 1,28
Otros motivos	0,51	0,48 - 0,55	1,04	0,97 - 1,11	0,52	0,48 - 0,55	1,03	0,95 - 1,11	0,46	0,39 - 0,54	1,02	0,85 - 1,22

* Para obtener los riesgos relativos ajustados, el modelo incluyó las siguientes variables.-Del conductor: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo del desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones; tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

§ La edad se ha introducido en el modelo como variable cuantitativa. Se han excluido los casos con datos faltantes para la edad.

‡ El insuficiente tamaño muestral impidió obtener estimaciones para esta categoría.

Tabla 16. Riesgos relativos crudos y ajustados* de la mortalidad de los conductores de VDRM implicados en AT, para las restantes variables dependientes del conductor (acción e infracciones). Análisis global.

Variable	Total de conductores (n=309626)				Conductores solos (n=258591)				Conductores con pasajero (n=51035)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
ACCIÓN DEL CONDUCTOR												
Siguiendo la ruta	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Adelantando por la derecha	0,60	0,49 - 0,74	1,16	0,92 - 1,47	0,64	0,51 - 0,80	1,21	0,94 - 1,56	0,42	0,23 - 0,77	0,89	0,46 - 1,71
Adelantando por la izquierda	1,18	1,06 - 1,31	1,09	0,94 - 1,27	1,21	1,08 - 1,37	1,11	0,95 - 1,31	1,04	0,81 - 1,34	1,03	0,71 - 1,50
Girando o saliendo por otra vía o acceso	1,04	0,93 - 1,16	0,85	0,74 - 0,98	1,16	1,04 - 1,30	0,90	0,78 - 1,04	0,45	0,30 - 0,66	0,53	0,33 - 0,83
Incorporándose desde otra vía o acceso	1,41	1,22 - 1,63	0,88	0,74 - 1,04	1,53	1,31 - 1,78	0,89	0,74 - 1,07	0,74	0,44 - 1,23	0,72	0,41 - 1,29
Cruzando intersección	0,41	0,37 - 0,45	0,82	0,73 - 0,93	0,41	0,37 - 0,46	0,81	0,71 - 0,93	0,40	0,32 - 0,51	0,87	0,64 - 1,20
Maniobra súbita para salvar obstáculo, vehículo o peatón	0,58	0,47 - 0,72	0,91	0,73 - 1,13	0,59	0,47 - 0,75	0,92	0,72 - 1,16	0,50	0,27 - 0,90	0,82	0,45 - 1,49
Otras acciones o acción desconocida	0,95	0,85 - 1,05	1,00	0,89 - 1,11	0,95	0,85 - 1,07	0,99	0,87 - 1,11	0,92	0,70 - 1,20	1,04	0,78 - 1,39
INFRACCIÓN SOBRE LA VELOCIDAD												
Ninguna	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Velocidad inadecuada	3,32	3,11 - 3,54	1,81	1,67 - 1,96	3,23	3,00 - 3,47	1,75	1,59 - 1,91	4,03	3,44 - 4,72	2,07	1,69 - 2,52
Velocidad excesiva	6,58	6,04 - 7,17	2,86	2,58 - 3,16	6,73	6,12 - 7,39	2,85	2,54 - 3,18	6,59	5,34 - 8,12	2,77	2,17 - 3,53
Marcha lenta o se desconoce la infracción sobre la velocidad	0,93	0,87 - 0,99	1,18	1,10 - 1,26	0,91	0,85 - 0,97	1,19	1,11 - 1,28	1,08	0,91 - 1,28	1,07	0,89 - 1,28
OTRAS INFRACCIONES												
Ninguna	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Conducción distraída o desatenta	1,83	1,70 - 1,97	1,06	0,98 - 1,16	1,82	1,68 - 1,98	1,03	0,94 - 1,13	1,87	1,55 - 2,27	1,17	0,94 - 1,44
Circular en sentido contrario o prohibido	3,07	2,51 - 3,75	1,17	0,95 - 1,46	3,05	2,43 - 3,81	1,16	0,91 - 1,47	3,20	2,00 - 5,10	1,24	0,75 - 2,05
Invadir parcialmente el sentido contrario	5,59	5,02 - 6,22	1,37	1,21 - 1,54	5,64	5,02 - 6,33	1,42	1,24 - 1,62	5,37	4,11 - 7,02	1,09	0,80 - 1,49
Girar incorrectamente	3,52	3,07 - 4,03	2,06	1,73 - 2,45	3,84	3,33 - 4,42	2,06	1,71 - 2,47	1,90	1,22 - 2,97	2,07	1,22 - 3,49
Adelantamiento antirreglamentario	1,76	1,56 - 1,98	1,30	1,10 - 1,54	1,77	1,55 - 2,02	1,29	1,07 - 1,55	1,70	1,26 - 2,29	1,30	0,84 - 2,01
No mantener intervalo de seguridad	0,43	0,34 - 0,55	0,48	0,37 - 0,62	0,45	0,35 - 0,58	0,52	0,40 - 0,67	0,32	0,15 - 0,68	0,30	0,14 - 0,65
No respetar la prioridad	1,88	1,57 - 2,24	1,56	1,29 - 1,89	2,02	1,68 - 2,43	1,56	1,27 - 1,91	1,13	0,65 - 1,97	1,47	0,82 - 2,64
No respetar el semáforo	0,65	0,52 - 0,80	1,36	1,08 - 1,71	0,59	0,46 - 0,75	1,32	1,02 - 1,71	0,96	0,62 - 1,49	1,45	0,88 - 2,37
No respetar la señal de stop	4,07	3,57 - 4,64	2,51	2,14 - 2,95	4,48	3,90 - 5,14	2,53	2,13 - 3,00	2,29	1,54 - 3,40	2,40	1,51 - 3,84
No respetar el ceda el paso	0,54	0,39 - 0,76	0,89	0,63 - 1,25	0,59	0,42 - 0,85	0,96	0,67 - 1,39	0,36	0,15 - 0,88	0,54	0,20 - 1,49
No respetar el paso de peatones	0,05	0,01 - 0,21	0,28	0,07 - 1,15	0,05	0,01 - 0,22	0,32	0,08 - 1,30			‡	
No respetar otras indicaciones	2,00	1,41 - 2,83	1,25	0,88 - 1,78	1,89	1,27 - 2,81	1,27	0,85 - 1,89	2,49	1,17 - 5,28	1,10	0,51 - 2,36
Entrar sin precaución en la circulación	2,62	1,96 - 3,51	2,08	1,53 - 2,83	2,77	2,04 - 3,75	2,07	1,50 - 2,86	1,67	0,62 - 4,49	2,11	0,76 - 5,83
Otras infracciones	3,79	3,54 - 4,06	1,40	1,29 - 1,52	3,89	3,61 - 4,19	1,43	1,31 - 1,56	3,44	2,91 - 4,07	1,28	1,05 - 1,56

* Para obtener los riesgos relativos ajustados, el modelo incluyó las siguientes variables.-Del conductor: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo del desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones; tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

‡ El insuficiente tamaño muestral impidió obtener estimaciones para esta categoría.

Tabla 17. Riesgos relativos crudos y ajustados* de la mortalidad de los conductores de VDRM implicados en AT, para el tipo de vehículo, el tipo de accidente y el número de vehículos implicados. Análisis global.

Variable	Total de conductores (n=309626)				Conductores solos (n=258591)				Conductores con pasajero (n=51035)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
TIPO DE VEHÍCULO												
Ciclomotor	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Motocicleta	2,04	1,94 - 2,14	1,80	1,69 - 1,91	1,93	1,82 - 2,03	1,79	1,66 - 1,92	2,77	2,44 - 3,15	2,09	1,77 - 2,46
TIPO DE ACCIDENTE												
Colisión frontolateral	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Colisión frontal	4,17	3,85 - 4,52	2,07	1,89 - 2,28	3,85	3,52 - 4,20	1,94	1,76 - 2,15	6,26	5,15 - 7,63	2,88	2,30 - 3,62
Colisión lateral	0,73	0,65 - 0,80	0,70	0,63 - 0,78	0,71	0,64 - 0,80	0,70	0,62 - 0,78	0,78	0,59 - 1,04	0,69	0,51 - 0,93
Colisión por alcance o caravana	1,04	0,94 - 1,14	0,93	0,84 - 1,03	0,99	0,89 - 1,09	0,91	0,82 - 1,02	1,34	1,05 - 1,70	1,02	0,78 - 1,34
Vuelco en la calzada	1,06	0,93 - 1,22	0,79	0,66 - 0,93	1,07	0,92 - 1,23	0,84	0,70 - 1,01	1,03	0,70 - 1,50	0,54	0,33 - 0,87
Colisión con vehículo parado u otro obstáculo	2,28	2,02 - 2,58	1,55	1,35 - 1,79	2,12	1,85 - 2,44	1,49	1,27 - 1,74	3,28	2,47 - 4,37	1,80	1,26 - 2,56
Atropello a peatón o animal	0,24	0,19 - 0,30	0,45	0,35 - 0,59	0,22	0,17 - 0,28	0,45	0,34 - 0,59	0,52	0,26 - 1,05	0,48	0,22 - 1,04
Salida de la calzada	4,97	4,64 - 5,32	1,61	1,40 - 1,85	5,02	4,66 - 5,41	1,69	1,46 - 1,97	5,10	4,28 - 6,09	1,26	0,87 - 1,81
Otro tipo	1,17	1,00 - 1,36	1,05	0,88 - 1,25	1,17	0,99 - 1,38	1,08	0,90 - 1,30	1,11	0,71 - 1,74	0,87	0,53 - 1,43
NÚMERO DE VEHÍCULOS IMPLICADOS												
1	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
2	0,53	0,50 - 0,56	1,23	1,09 - 1,39	0,55	0,51 - 0,58	1,24	1,08 - 1,41	0,44	0,38 - 0,50	1,13	0,82 - 1,55
3	1,15	1,03 - 1,28	2,09	1,80 - 2,44	1,19	1,06 - 1,34	2,19	1,86 - 2,58	0,94	0,71 - 1,25	1,52	1,02 - 2,25
más de 3	1,75	1,46 - 2,10	2,63	2,13 - 3,26	1,75	1,43 - 2,14	2,67	2,11 - 3,37	1,76	1,15 - 2,71	2,12	1,26 - 3,59

* Para obtener los riesgos relativos ajustados, el modelo incluyó las siguientes variables.-Del conductor: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo del desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones; tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

Tabla 18. Riesgos relativos crudos y ajustados* de la mortalidad de los conductores de VDRM implicados en AT, para las variables temporales (I). Análisis global.

Variable	Total de conductores (n=309626)				Conductores solos (n=258591)				Conductores con pasajero (n=51035)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
AÑO												
1993	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
1994	0,94	0,84 - 1,05	1,01	0,91 - 1,13	0,95	0,84 - 1,07	1,03	0,91 - 1,16	0,90	0,70 - 1,16	0,97	0,75 - 1,26
1995	0,87	0,78 - 0,97	0,99	0,88 - 1,11	0,86	0,76 - 0,97	0,99	0,88 - 1,12	0,90	0,70 - 1,16	1,00	0,78 - 1,23
1996	0,84	0,75 - 0,94	1,00	0,89 - 1,12	0,87	0,77 - 0,98	1,01	0,89 - 1,14	0,74	0,57 - 0,97	0,94	0,71 - 1,23
1997	0,80	0,71 - 0,89	1,03	0,93 - 1,15	0,82	0,73 - 0,92	1,05	0,93 - 1,19	0,70	0,54 - 0,91	0,95	0,72 - 1,24
1998	0,68	0,61 - 0,76	0,90	0,81 - 1,01	0,70	0,62 - 0,79	0,89	0,79 - 1,01	0,60	0,46 - 0,78	0,99	0,75 - 1,29
1999	0,70	0,63 - 0,78	0,91	0,82 - 1,02	0,74	0,66 - 0,83	0,91	0,80 - 1,02	0,54	0,42 - 0,70	0,95	0,72 - 1,25
2000	0,70	0,63 - 0,78	0,91	0,81 - 1,01	0,76	0,68 - 0,86	0,93	0,82 - 1,05	0,45	0,34 - 0,60	0,81	0,60 - 1,08
2001	0,70	0,63 - 0,79	0,99	0,88 - 1,11	0,76	0,68 - 0,86	1,00	0,89 - 1,13	0,48	0,37 - 0,63	0,95	0,71 - 1,26
2002	0,73	0,65 - 0,81	0,96	0,86 - 1,08	0,80	0,71 - 0,90	0,97	0,86 - 1,11	0,44	0,33 - 0,58	0,85	0,63 - 1,16
MES												
Enero	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Febrero	0,94	0,81 - 1,08	0,88	0,76 - 1,02	0,93	0,79 - 1,08	0,87	0,74 - 1,01	1,05	0,71 - 1,56	1,01	0,68 - 1,51
Marzo	1,06	0,93 - 1,21	0,94	0,82 - 1,08	1,05	0,91 - 1,21	0,95	0,82 - 1,09	1,16	0,80 - 1,69	0,99	0,68 - 1,45
Abril	1,12	0,98 - 1,28	0,98	0,85 - 1,12	1,04	0,90 - 1,20	0,92	0,79 - 1,06	1,65	1,16 - 2,34	1,40	0,98 - 2,01
Mayo	1,16	1,02 - 1,32	0,92	0,80 - 1,05	1,12	0,98 - 1,29	0,90	0,78 - 1,04	1,42	1,00 - 2,03	1,11	0,77 - 1,60
Junio	1,12	0,98 - 1,27	0,92	0,80 - 1,05	1,08	0,94 - 1,24	0,89	0,77 - 1,02	1,36	0,95 - 1,92	1,19	0,83 - 1,71
Julio	1,27	1,12 - 1,44	0,93	0,82 - 1,06	1,23	1,07 - 1,41	0,90	0,78 - 1,03	1,57	1,12 - 2,20	1,20	0,84 - 1,69
Agosto	1,37	1,21 - 1,55	0,91	0,80 - 1,03	1,40	1,23 - 1,61	0,92	0,80 - 1,06	1,28	0,90 - 1,82	0,90	0,62 - 1,30
Septiembre	1,26	1,11 - 1,43	1,01	0,89 - 1,15	1,22	1,06 - 1,40	0,97	0,84 - 1,11	1,56	1,10 - 2,21	1,37	0,96 - 1,96
Octubre	1,11	0,97 - 1,27	0,98	0,86 - 1,12	1,08	0,94 - 1,25	0,95	0,82 - 1,09	1,34	0,93 - 1,92	1,22	0,84 - 1,77
Noviembre	1,06	0,92 - 1,22	1,04	0,91 - 1,20	1,00	0,86 - 1,16	0,99	0,85 - 1,15	1,47	1,02 - 2,13	1,46	1,01 - 2,12
Diciembre	1,03	0,89 - 1,19	0,99	0,85 - 1,14	1,00	0,86 - 1,16	0,94	0,81 - 1,10	1,26	0,85 - 1,86	1,34	0,90 - 1,99

Tabla 18 (continuación).

Variable	Total de conductores (n=309626)				Conductores solos (n=258591)				Conductores acompañados (n=51035)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
DÍA DE LA SEMANA												
Lunes	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Martes	0,90	0,81 - 1,00	0,95	0,83 - 1,09	0,91	0,81 - 1,02	0,94	0,81 - 1,09	0,85	0,63 - 1,16	1,09	0,73 - 1,62
Miércoles	0,88	0,79 - 0,98	0,92	0,80 - 1,06	0,88	0,78 - 0,98	0,91	0,78 - 1,05	0,87	0,64 - 1,18	1,10	0,74 - 1,64
Jueves	0,96	0,86 - 1,06	0,97	0,84 - 1,11	0,96	0,86 - 1,08	0,96	0,83 - 1,12	0,89	0,66 - 1,20	1,04	0,70 - 1,53
Viernes	1,04	0,94 - 1,14	0,97	0,85 - 1,11	1,06	0,95 - 1,18	0,98	0,85 - 1,14	0,91	0,69 - 1,21	0,94	0,64 - 1,36
Sábado	1,80	1,64 - 1,98	1,00	0,83 - 1,19	1,85	1,68 - 2,05	0,98	0,81 - 1,20	1,67	1,32 - 2,13	1,14	0,73 - 1,78
Domingo	2,10	1,92 - 2,30	1,04	0,87 - 1,24	2,18	1,97 - 2,41	1,01	0,83 - 1,23	1,96	1,55 - 2,48	1,22	0,80 - 1,87
TIPO DE DÍA												
Anterior a festivo	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Festivo	1,98	1,85 - 2,11	1,07	0,92 - 1,24	2,01	1,87 - 2,16	1,09	0,92 - 1,28	1,98	1,68 - 2,34	1,00	0,70 - 1,43
Laborable	2,23	2,09 - 2,37	1,00	0,87 - 1,15	2,29	2,13 - 2,45	1,03	0,88 - 1,21	2,23	1,92 - 2,59	0,93	0,67 - 1,30
Posterior a festivo	1,11	1,01 - 1,22	0,95	0,83 - 1,09	1,09	0,99 - 1,20	0,94	0,81 - 1,09	1,25	0,96 - 1,62	1,09	0,74 - 1,60

* Para obtener los riesgos relativos ajustados, el modelo incluyó las siguientes variables: Del conductor: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo del desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones; tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

Tabla 19. Riesgos relativos crudos y ajustados* de la mortalidad de los conductores de VDRM implicados en AT, para las variables temporales (II: hora del día). Análisis global.

Variable	Total de conductores (n=309626)				Conductores solos (n=258591)				Conductores con pasajero (n=51035)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
HORA												
0	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
1	1,19	0,97 - 1,45	1,17	0,96 - 1,44	1,25	0,99 - 1,58	1,17	0,92 - 1,48	1,02	0,69 - 1,51	1,16	0,78 - 1,72
2	1,13	0,91 - 1,42	0,92	0,74 - 1,16	1,20	0,93 - 1,57	0,89	0,68 - 1,16	0,98	0,64 - 1,50	1,06	0,69 - 1,64
3	1,68	1,36 - 2,07	1,22	0,99 - 1,52	1,71	1,33 - 2,19	1,16	0,90 - 1,50	1,61	1,09 - 2,39	1,46	0,97 - 2,20
4	2,02	1,63 - 2,49	1,44	1,16 - 1,79	1,97	1,54 - 2,54	1,31	1,02 - 1,70	2,11	1,43 - 3,12	1,89	1,26 - 2,83
5	1,73	1,39 - 2,17	1,22	0,97 - 1,53	1,80	1,39 - 2,33	1,24	0,95 - 1,61	1,57	1,01 - 2,43	1,17	0,75 - 1,83
6	2,12	1,72 - 2,60	1,54	1,25 - 1,90	2,13	1,68 - 2,70	1,47	1,15 - 1,87	2,07	1,35 - 3,17	1,70	1,09 - 2,65
7	1,24	1,01 - 1,54	1,19	0,95 - 1,50	1,26	0,99 - 1,59	1,16	0,90 - 1,50	1,15	0,67 - 1,99	1,25	0,71 - 2,23
8	0,65	0,53 - 0,80	0,93	0,73 - 1,18	0,65	0,52 - 0,82	0,89	0,69 - 1,16	0,61	0,34 - 1,10	1,16	0,60 - 2,21
9	0,53	0,43 - 0,66	0,90	0,71 - 1,16	0,53	0,42 - 0,68	0,88	0,67 - 1,16	0,51	0,27 - 0,97	0,91	0,45 - 1,85
10	0,66	0,53 - 0,81	0,91	0,71 - 1,15	0,69	0,55 - 0,87	0,91	0,70 - 1,18	0,30	0,14 - 0,67	0,55	0,24 - 1,29
11	0,61	0,50 - 0,75	0,83	0,66 - 1,06	0,62	0,49 - 0,78	0,81	0,63 - 1,06	0,56	0,33 - 0,95	0,88	0,48 - 1,63
12	0,60	0,49 - 0,73	0,77	0,61 - 0,97	0,63	0,51 - 0,79	0,77	0,60 - 1,00	0,35	0,20 - 0,62	0,54	0,29 - 1,01
13	0,62	0,51 - 0,75	0,82	0,66 - 1,02	0,64	0,52 - 0,79	0,82	0,64 - 1,05	0,47	0,30 - 0,74	0,70	0,40 - 1,21
14	0,55	0,46 - 0,66	0,81	0,65 - 1,01	0,54	0,44 - 0,67	0,78	0,61 - 1,00	0,61	0,41 - 0,92	0,92	0,55 - 1,54
15	0,62	0,52 - 0,75	0,88	0,71 - 1,10	0,65	0,52 - 0,80	0,89	0,70 - 1,14	0,47	0,30 - 0,74	0,75	0,43 - 1,30
16	0,69	0,57 - 0,84	0,92	0,74 - 1,15	0,70	0,56 - 0,87	0,90	0,70 - 1,16	0,66	0,44 - 0,99	0,97	0,58 - 1,61
17	0,75	0,63 - 0,90	0,90	0,72 - 1,11	0,77	0,63 - 0,95	0,91	0,71 - 1,16	0,64	0,43 - 0,95	0,81	0,50 - 1,33
18	0,72	0,60 - 0,87	0,83	0,68 - 1,02	0,74	0,60 - 0,91	0,81	0,64 - 1,03	0,65	0,45 - 0,95	0,89	0,56 - 1,41
19	0,65	0,54 - 0,78	0,77	0,63 - 0,93	0,68	0,56 - 0,84	0,77	0,62 - 0,97	0,51	0,34 - 0,75	0,67	0,43 - 1,04
20	0,65	0,54 - 0,77	0,79	0,65 - 0,96	0,67	0,54 - 0,82	0,78	0,62 - 0,97	0,56	0,38 - 0,81	0,82	0,54 - 1,24
21	0,68	0,57 - 0,82	0,89	0,74 - 1,08	0,70	0,57 - 0,87	0,88	0,71 - 1,10	0,60	0,41 - 0,87	0,91	0,60 - 1,36
22	0,66	0,55 - 0,80	0,84	0,69 - 1,01	0,68	0,55 - 0,85	0,83	0,67 - 1,05	0,58	0,39 - 0,86	0,80	0,54 - 1,20
23	0,74	0,61 - 0,90	0,94	0,77 - 1,14	0,75	0,60 - 0,94	0,92	0,73 - 1,16	0,71	0,48 - 1,04	0,96	0,64 - 1,42

* Para obtener los riesgos relativos ajustados, el modelo incluyó las siguientes variables: Del conductor: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo del desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones; tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

Tabla 20. Riesgos relativos crudos y ajustados* de la mortalidad de los conductores de VDRM implicados en AT, para las restantes variables ambientales. Análisis global.

Variable	Total de conductores (n=309626)				Conductores solos (n=258591)				Conductores con pasajero (n=51035)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
ZONA												
Urbana, >100000 hab.	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Urbana, 50-100000 hab.	1,63	1,41 - 1,88	1,31	1,13 - 1,52	1,68	1,44 - 1,97	1,38	1,18 - 1,63	1,40	0,99 - 1,96	0,98	0,69 - 1,40
Urbana, 5-50000 hab.	2,18	1,95 - 2,44	1,62	1,44 - 1,83	2,29	2,02 - 2,59	1,71	1,50 - 1,95	1,72	1,30 - 2,28	1,21	0,90 - 1,63
Urbana, <5000 hab.	6,40	5,50 - 7,46	3,19	2,72 - 3,75	6,83	5,78 - 8,07	3,28	2,75 - 3,91	4,67	3,18 - 6,86	2,80	1,87 - 4,18
Carretera convencional	10,36	9,66 - 11,10	4,21	3,85 - 4,60	11,32	10,48 - 12,22	4,37	3,96 - 4,82	6,75	5,75 - 7,94	3,43	2,75 - 4,27
Autopista-autovía	12,92	11,59 - 14,40	5,45	4,82 - 6,15	14,36	12,76 - 16,16	5,74	5,03 - 6,56	7,75	5,90 - 10,18	4,38	3,17 - 6,00
DENSIDAD												
Fluida	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Densa o congestionada	0,68	0,60 - 0,76	0,87	0,77 - 0,98	0,67	0,59 - 0,76	0,89	0,78 - 1,01	0,72	0,53 - 0,96	0,82	0,60 - 1,12
ESTADO DE LA SUPERFICIE												
Normal	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Alterada	1,01	0,93 - 1,10	0,88	0,79 - 1,00	1,02	0,93 - 1,13	0,91	0,80 - 1,03	0,93	0,74 - 1,18	0,76	0,55 - 1,04
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS												
Buen tiempo	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Condiciones adversas	1,10	1,00 - 1,20	1,04	0,92 - 1,19	1,10	0,99 - 1,21	1,04	0,91 - 1,20	1,09	0,84 - 1,40	1,04	0,74 - 1,46
VISIBILIDAD												
Buena	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Restringida	1,95	1,84 - 2,06	0,99	0,93 - 1,05	1,94	1,83 - 2,07	1,00	0,93 - 1,07	1,99	1,73 - 2,28	0,97	0,83 - 1,13
LUMINOSIDAD												
Diurna	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Crepúsculo	1,42	1,25 - 1,60	1,11	0,96 - 1,27	1,41	1,24 - 1,62	1,09	0,94 - 1,27	1,47	1,07 - 2,03	1,21	0,84 - 1,74
Noche, buena iluminación	0,75	0,70 - 0,80	1,22	1,07 - 1,38	0,71	0,65 - 0,77	1,18	1,03 - 1,36	0,97	0,83 - 1,14	1,29	0,95 - 1,77
Noche, iluminación insuficiente	2,19	1,96 - 2,45	1,25	1,07 - 1,45	2,22	1,96 - 2,52	1,26	1,07 - 1,49	2,22	1,71 - 2,88	1,22	0,84 - 1,77
Noche, sin iluminación	4,68	4,37 - 5,01	1,41	1,25 - 1,60	4,83	4,48 - 5,21	1,45	1,27 - 1,66	4,51	3,84 - 5,31	1,33	0,97 - 1,80

* Para obtener los riesgos relativos ajustados, el modelo incluyó las siguientes variables: Del conductor: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo del desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones; tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

Tabla 21. Análisis emparejado. Riesgos relativos crudos y ajustados* para cuantificar el efecto de la edad, el sexo, el uso de casco y la posición sobre el riesgo de muerte de los **ocupantes** del VDRM que depende sólo de su vulnerabilidad. (*Modelo 4*)

(n=1453 pares conductor-pasajero en los que ha habido al menos una defunción).

Variable	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
EDAD §	1,03	1,02 -1,04	1,03	1,01-1,04
SEXO				
Varón	1	Referencia	1	Referencia
Mujer	1,01	0,87-1,17	1,41	1,17-1,71
Desconocido	0,56	0,26- 1,21		‡
USO DE CASCO				
Sí	1	Referencia	1	Referencia
No	2,15	1,61-2,89	2,59	1,89-3,54
Desconocido	0,95	0,56-1,62	1,04	0,58-1,90
POSICIÓN				
Conductor	1	Referencia	1	Referencia
Pasajero	0,83	0,76-0,91	0,72	0,64-0,82

* Variables introducidas en el modelo: edad, sexo, uso de casco y posición.

§ La edad se ha introducido en el modelo como variable cuantitativa.

Se han excluido los casos con datos faltantes para la edad.

‡ El escaso tamaño muestral impidió obtener estimaciones ajustadas para esta categoría.

Tabla 22. Análisis no emparejado. Riesgos relativos ajustados* para cuantificar el efecto la edad, el sexo y el uso de casco de los **pasajeros** sobre su riesgo de muerte que depende sólo de su vulnerabilidad. (*Modelo 2*).

(n= 39538 VDRM ocupados por conductor y acompañante en los que la lesividad era conocida en ambos).

Variable	RRa	IC 95%
EDAD §	1,03	1,02 - 1,04
SEXO		
Varón	1	Referencia
Mujer	1,15	0,98 - 1,35
Desconocido		‡
USO DE CASCO		
Sí	1	Referencia
No	2,69	2,13 - 3,39
Desconocido	0,99	0,62 - 1,58

* Variables introducidas en el modelo: Del conductor: defunción, edad, sexo, uso de casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo del desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones; tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad; del pasajero: edad, sexo, casco; de terceras personas implicadas: defunción.

§ La edad se ha introducido en el modelo como variable cuantitativa.

Se han excluido los casos con datos faltantes para la edad.

‡ No se pudo estimar por insuficiente tamaño muestral para este estrato.

Tabla 23. Análisis no emparejado. Riesgos relativos ajustados* para cuantificar el efecto de las variables del conductor sobre el riesgo de muerte del pasajero que depende de la gravedad intrínseca del accidente (*Modelo 3*).

(n= 39538 VDRM ocupados por conductor y acompañante en los que la localización de la lesión era conocida en ambos).

Variable	Categorías	RRa	IC95%
EDAD		0,99	0,98 - 1,00
SEXO	Varón	1	Referencia
	Mujer	0,67	0,47 - 0,94
	Desconocido		‡
CASCO	Sí	1	Referencia
	No	0,80	0,64 - 1,01
	Desconocido	0,93	0,56 - 1,55
LICENCIA	Con licencia y válida	1	Referencia
	Sin permiso o licencia no válida	0,77	0,58 - 1,02
	Desconocido	0,90	0,74 - 1,09
NACIONALIDAD	Español	1	Referencia
	Extranjero	0,63	0,43 - 0,95
	Desconocido	0,76	0,11 - 5,44
DISCAPACIDADES	Ninguna	1	Referencia
	Defecto visual	1,73	1,13 - 2,65
	Otras	1,52	0,48 - 4,81
	Desconocido	1,04	0,83 - 1,29
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS	Normal	1	Referencia
	Bajo los efectos del alcohol	1,26	0,82 - 1,95
	Otras circunstancias psicofísicas anómalas	0,98	0,46 - 2,08
	Desconocido	2,11	1,77 - 2,52
HORAS DE CONDUCCIÓN CONTINUADA	<1hora	1	Referencia
	De 1 a 3 horas	1,31	0,97 - 1,77
	Más de 3 horas	0,87	0,36 - 2,12
	Desconocido	1,20	1,00 - 1,44
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	Ocio	1	Referencia
	Durante la jornada laboral	0,76	0,50 - 1,15
	Dirigirse o regresar del trabajo	0,87	0,53 - 1,41
	Salida o regreso de vacaciones o festivos	0,94	0,68 - 1,29
	Otros motivos	0,80	0,65 - 1,00

Tabla 23 (continuación).

(n= 39538 VDRM ocupados por conductor y acompañante en los que la localización de la lesión era conocida en ambos).

Variable	Categorías	RRa	IC95%
ACCIÓN DEL CONDUCTOR	Siguiendo la ruta	1	Referencia
	Adelantando por la derecha	0,97	0,49 - 1,91
	Adelantando por la izquierda	0,80	0,52 - 1,23
	Girando o saliendo por otra vía o acceso	0,49	0,30 - 0,80
	Incorporándose desde otra vía o acceso	1,04	0,63 - 1,69
	Cruzando intersección	0,84	0,60 - 1,19
	Maniobra súbita para salvar obstáculo, vehículo o peatón	0,61	0,30 - 1,24
	Otras acciones o acción desconocida	0,94	0,68 - 1,30
INFRACCIÓN SOBRE LA VELOCIDAD	Ninguna	1	Referencia
	Velocidad inadecuada	1,90	1,52 - 2,39
	Velocidad excesiva	2,93	2,25 - 3,82
	Marcha lenta o se desconoce la infracción sobre la velocidad	1,06	0,86 - 1,29
OTRAS INFRACCIONES	Ninguna	1	Referencia
	Conducción distraída o desatenta	1,06	0,83 - 1,36
	Circular en sentido contrario o prohibido	1,15	0,59 - 2,22
	Invadir parcialmente el sentido contrario	1,14	0,77 - 1,66
	Girar incorrectamente	2,98	1,80 - 4,93
	Adelantamiento antirreglamentario	1,17	0,71 - 1,92
	No mantener intervalo de seguridad	0,52	0,30 - 0,92
	No respetar la prioridad	2,09	1,20 - 3,67
	No respetar el semáforo	1,70	0,98 - 2,93
	No respetar la señal de stop	2,65	1,61 - 4,39
	No respetar el ceda el paso	0,71	0,26 - 1,98
	No respetar el paso de peatones	2,03	0,27 - 15,54
	No respetar otras indicaciones	1,45	0,63 - 3,33
	Entrar sin precaución en la circulación	4,60	2,16 - 9,78
	Otras infracciones	1,52	1,22 - 1,89

* Variables introducidas en el modelo: Del conductor: edad, sexo, uso de casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo del desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones; tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, hora, día de la semana, tipo de día, zona, densidad de circulación, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad; del pasajero: edad, sexo, uso de casco.

‡ No se pudo estimar por insuficiente tamaño muestral para este estrato.
ambientales, variables del pasajero.

Tabla 24. Criterios utilizados para verificar la validez del modelo teórico de descomposición del riesgo de muerte de los componentes de un VDRM implicado en un AT.

Comparación de RR dependientes de la vulnerabilidad (Gold Standard)			Descomposición del riesgo global de muerte en sus dos componentes			
	modelo 2 PASAJERO	modelo 4 OCUPANTE	modelo 1 EFECTO GLOBAL		modelo 2 VULNERABILIDAD PASAJERO	modelo 3 GRAVEDAD INTRÍNSECA
EDAD	1.026	≈ 1.026	1.015	≈ 1.015	= 1.026	X 0.989
SEXO FEMENINO	1.15	1.41	0.73	≈ 0.77	= 1.15	X 0.67
SIN CASCO	2.69	≈ 2.59	2.17	≈ 2.15	= 2.69	X 0.80

Tabla 25. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la lesión craneal.
Factores del conductor.

Variable	Categorías	Total de conductores (n=249080)		Conductores solos (n=206379)		Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
EDAD	<15	2392	0,96	1721	0,83	671	1,57
	de 15 a 19	80213	32,20	62364	30,22	17849	41,80
	de 20 a 24	57657	23,15	47049	22,80	10608	24,84
	de 25 a 29	34556	13,87	29240	14,17	5316	12,45
	de 30 a 34	21062	8,46	18370	8,90	2692	6,30
	de 35 a 39	12767	5,13	11313	5,48	1454	3,41
	de 40 a 44	8352	3,35	7421	3,60	931	2,18
	de 45 a 49	5550	2,23	4951	2,40	599	1,40
	de 50 a 54	3764	1,51	3433	1,66	331	0,78
	de 55 a 59	2912	1,17	2752	1,33	160	0,37
	de 60 a 64	2622	1,05	2504	1,21	118	0,28
	de 65 a 69	2173	0,87	2081	1,01	92	0,22
	de 70 a 74	1554	0,62	1515	0,73	39	0,09
	>75	1264	0,51	1228	0,60	36	0,08
Desconocido	12242	4,91	10437	5,06	1805	4,23	
SEXO	Varón	209328	84,04	173237	83,94	36091	84,52
	Mujer	32998	13,25	27372	13,26	5626	13,18
	Desconocido	6754	2,71	5770	2,80	984	2,30
CASCO	Sí	176963	71,05	151144	73,24	25819	60,46
	No	31287	12,56	23108	11,20	8179	19,15
	Desconocido	40830	16,39	32127	15,57	8703	20,38
LICENCIA	Con licencia y válida	196200	78,77	163812	79,37	32388	75,85
	Sin permiso o licencia no válida	10610	4,26	8154	3,95	2456	5,75
	Desconocido	42270	16,97	34413	16,67	7857	18,40
NACIONALIDAD	Español	237016	95,16	196463	95,20	40553	94,97
	Extranjero	6397	2,57	5110	2,48	1287	3,01
	Desconocido	5667	2,28	4806	2,33	861	2,02

Tabla 25 (continuación).

Variable	Categorías	Total de conductores (n=249080)		Conductores solos (n=206379)		Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
DISCAPACIDADES	Ninguna	218260	87,63	180587	87,50	37673	88,23
	Defecto visual	3073	1,23	2661	1,29	412	0,96
	Otras	989	0,40	868	0,42	121	0,28
	Desconocido	26758	10,74	22263	10,79	4495	10,53
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS	Normal	212115	85,16	175949	85,26	36166	84,70
	Bajo los efectos del alcohol	3609	1,45	2829	1,37	780	1,83
	Otras circunstancias psicofísicas anómalas	2280	0,92	1893	0,92	387	0,91
	Desconocido	31076	12,48	25708	12,46	5368	12,57
HORAS DE CONDUCCIÓN CONTINUADA	<1 hora	175766	70,57	145407	70,46	30359	71,10
	De 1 a 3 horas	6567	2,64	5373	2,60	1194	2,80
	Más de 3 horas	1431	0,57	1240	0,60	191	0,45
	Desconocido	65316	26,22	54359	26,34	10957	25,66
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	Ocio	102619	41,20	78326	37,95	24293	56,89
	Durante la jornada laboral	54637	21,94	50570	24,50	4067	9,52
	Dirigirse o regresar del trabajo	24741	9,93	23066	11,18	1675	3,92
	Salida o regreso de vacaciones o festivos	6182	2,48	4570	2,21	1612	3,78
	Otros motivos	60901	24,45	49847	24,15	11054	25,89

Tabla 26. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la lesión craneal.
Acción e infracciones del conductor.

Variable	Categorías	Total de conductores (n=249080)		Conductores solos (n=206379)		Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
ACCIÓN DEL CONDUCTOR	Siguiendo la ruta	155039	62,24	128246	62,14	26793	62,75
	Adelantando por la derecha	5214	2,09	4256	2,06	958	2,24
	Adelantando por la izquierda	11826	4,75	9467	4,59	2359	5,52
	Girando o saliendo por otra vía o acceso	12629	5,07	10476	5,08	2153	5,04
	Incorporándose desde otra vía o acceso	5309	2,13	4523	2,19	786	1,84
	Cruzando intersección	39004	15,66	32518	15,76	6486	15,19
	Maniobra súbita para salvar obstáculo, vehículo o peatón	5811	2,33	4919	2,38	892	2,09
	Otras acciones o acción desconocida	14248	5,72	11974	5,80	2274	5,33
INFRACCIÓN SOBRE LA VELOCIDAD	Ninguna	122238	49,08	101869	49,36	20369	47,70
	Velocidad inadecuada	27161	10,90	21230	10,29	5931	13,89
	Velocidad excesiva	6034	2,42	4635	2,25	1399	3,28
	Marcha lenta entorpeciendo la circulación	162	0,07	124	0,06	38	0,09
	Se ignora	93485	37,53	78521	38,05	14964	35,04
OTRAS INFRACCIONES	Ninguna	112037	44,98	94409	45,75	17628	41,28
	Conducción distraída o desatenta	41582	16,69	34458	16,70	7124	16,68
	Circular en sentido contrario o prohibido	2391	0,96	1936	0,94	455	1,07
	Invadir parcialmente el sentido contrario	5685	2,28	4686	2,27	999	2,34
	Girar incorrectamente	5021	2,02	4175	2,02	846	1,98
	Adelantamiento antirreglamentario	11969	4,81	9689	4,69	2280	5,34
	No mantener intervalo de seguridad	11271	4,53	9658	4,68	1613	3,78
	No respetar la prioridad	5128	2,06	4263	2,07	865	2,03
	No respetar el semáforo	8966	3,60	7384	3,58	1582	3,70
	No respetar la señal de stop	4797	1,93	3883	1,88	914	2,14
	No respetar el ceda el paso	4602	1,85	3546	1,72	1056	2,47
	No respetar el paso de peatones	3001	1,20	2863	1,39	138	0,32
	No respetar otras indicaciones	1051	0,42	850	0,41	201	0,47
	Entrar sin precaución en la circulación	1269	0,51	1099	0,53	170	0,40
	Otras infracciones	30310	12,17	23480	11,38	6830	15,99

Tabla 27. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la lesión craneal. Tipo de vehículo, tipo de accidente y número de vehículos implicados.

Variable	Categorías	Total de conductores (n=249080)		Conductores solos (n=206379)		Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
TIPO DE VEHÍCULO	Ciclomotor	163364	65,59	135484	65,65	27880	65,29
	Motocicleta	85716	34,41	70895	34,35	14821	34,71
TIPO DE ACCIDENTE	Colisión frontolateral	86660	34,79	70216	34,02	16444	38,51
	Colisión frontal	15040	6,04	12500	6,06	2540	5,95
	Colisión lateral	37419	15,02	31237	15,14	6182	14,48
	Colisión por alcance o caravana	35627	14,30	29992	14,53	5635	13,20
	Vuelco en la calzada	14761	5,93	12256	5,94	2505	5,87
	Colisión con vehículo parado u otro obstáculo	8178	3,28	6666	3,23	1512	3,54
	Atropello a peatón o animal	20648	8,29	19379	9,39	1269	2,97
	Salida de la calzada	23468	9,42	18192	8,81	5276	12,36
Otro tipo	7279	2,92	5941	2,88	1338	3,13	
NÚMERO DE VEHÍCULOS IMPLICADOS	1	61035	24,50	51303	24,86	9732	22,79
	2	177744	71,36	146519	71,00	31225	73,12
	3	8490	3,41	7055	3,42	1435	3,36
	más de 3	1811	0,73	1502	0,73	309	0,72

Tabla 28. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la lesión craneal. Factores temporales (I).

Variable	Categorías	Total de conductores (n=249080)		Conductores solos (n=206379)		Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
AÑO	1993	24433	9,81	20384	9,88	4049	9,48
	1994	23466	9,42	19820	9,60	3646	8,54
	1995	24792	9,95	20961	10,16	3831	8,97
	1996	24911	10,00	21099	10,22	3812	8,93
	1997	26500	10,64	22388	10,85	4112	9,63
	1998	27581	11,07	22956	11,12	4625	10,83
	1999	24888	9,99	20111	9,74	4777	11,19
	2000	24058	9,66	19368	9,38	4690	10,98
	2001	23216	9,32	18594	9,01	4622	10,82
	2002	25235	10,13	20698	10,03	4537	10,63
MES	Enero	17418	6,99	14673	7,11	2745	6,43
	Febrero	18319	7,35	15373	7,45	2946	6,90
	Marzo	20974	8,42	17587	8,52	3387	7,93
	Abril	19643	7,89	16329	7,91	3314	7,76
	Mayo	22120	8,88	18337	8,89	3783	8,86
	Junio	23922	9,60	19758	9,57	4164	9,75
	Julio	25319	10,17	20570	9,97	4749	11,12
	Agosto	22416	9,00	17907	8,68	4509	10,56
	Septiembre	21387	8,59	17591	8,52	3796	8,89
	Octubre	22116	8,88	18506	8,97	3610	8,45
	Noviembre	19188	7,70	16158	7,83	3030	7,10
	Diciembre	16258	6,53	13590	6,58	2668	6,25
DÍA DE LA SEMANA	Lunes	34278	13,76	29265	14,18	5013	11,74
	Martes	34547	13,87	29776	14,43	4771	11,17
	Miércoles	34901	14,01	30149	14,61	4752	11,13
	Jueves	35642	14,31	30794	14,92	4848	11,35
	Viernes	40672	16,33	34330	16,63	6342	14,85
	Sábado	36885	14,81	28575	13,85	8310	19,46
	Domingo	32155	12,91	23490	11,38	8665	20,29
	TIPO DE DÍA	Laborable	149780	60,13	128637	62,33	21143
Anterior a festivo		36093	14,49	28200	13,66	7893	18,48
Festivo		38159	15,32	27981	13,56	10178	23,84
Posterior a festivo		25048	10,06	21561	10,45	3487	8,17

Tabla 29. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la lesión craneal.
Factores temporales (II). Hora del día.

Variable	Categorías	Total de conductores (n=249080)		Conductores solos (n=206379)		Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
HORA	0	5059	2,03	3624	1,76	1435	3,36
	1	5949	2,39	4231	2,05	1718	4,02
	2	3853	1,55	2618	1,27	1235	2,89
	3	3365	1,35	2350	1,14	1015	2,38
	4	2819	1,13	1949	0,94	870	2,04
	5	2589	1,04	1871	0,91	718	1,68
	6	2849	1,14	2263	1,10	586	1,37
	7	4220	1,69	3740	1,81	480	1,12
	8	8464	3,40	7694	3,73	770	1,80
	9	8829	3,54	8110	3,93	719	1,68
	10	8382	3,37	7633	3,70	749	1,75
	11	10077	4,05	9018	4,37	1059	2,48
	12	12816	5,15	11328	5,49	1488	3,48
	13	16327	6,55	14243	6,90	2084	4,88
	14	18559	7,45	16200	7,85	2359	5,52
	15	14438	5,80	12455	6,04	1983	4,64
	16	13039	5,23	10964	5,31	2075	4,86
	17	14857	5,96	12171	5,90	2686	6,29
	18	16291	6,54	13302	6,45	2989	7,00
	19	18145	7,28	14712	7,13	3433	8,04
	20	18157	7,29	14629	7,09	3528	8,26
	21	15336	6,16	12235	5,93	3101	7,26
	22	13889	5,58	10842	5,25	3047	7,14
	23	10771	4,32	8197	3,97	2574	6,03

Tabla 30. Estudio descriptivo de la población de conductores para el análisis de la lesión craneal. Otros factores ambientales .

Variable	Categorías	Total de conductores (n=249080)		Conductores solos (n=206379)		Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
ZONA	Urbana, >100000 habs.	129136	51,85	107512	52,09	21624	50,64
	Urbana, 50000-100000 habs.	21035	8,45	17567	8,51	3468	8,12
	Urbana, 5000-50000 habs.	29936	12,02	25140	12,18	4796	11,23
	Urbana, <5000 habs.	4889	1,96	4058	1,97	831	1,95
	Carretera convencional	58172	23,35	47366	22,95	10806	25,31
	Autopista-autovía	5912	2,37	4736	2,29	1176	2,75
DENSIDAD	Fluida	231424	92,91	191494	92,79	39930	93,51
	Densa o congestionada	17656	7,09	14885	7,21	2771	6,49
ESTADO DE LA SUPERFICIE	Normal	226938	91,11	187667	90,93	39271	91,97
	Alterada	22142	8,89	18712	9,07	3430	8,03
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Buen tiempo	231335	92,88	191233	92,66	40102	93,91
	Condiciones adversas	17745	7,12	15146	7,34	2599	6,09
VISIBILIDAD	Buena	207271	83,21	171790	83,24	35481	83,09
	Restringida	41809	16,79	34589	16,76	7220	16,91
LUMINOSIDAD	Diurna	161435	64,81	138363	67,04	23072	54,03
	Crepúsculo	9101	3,65	7514	3,64	1587	3,72
	Noche, buena iluminación	58382	23,44	45177	21,89	13205	30,92
	Noche, iluminación insuficiente	7595	3,05	5889	2,85	1706	4,00
	Noche, sin iluminación	12567	5,05	9436	4,57	3131	7,33

Tabla 31. Estudio descriptivo de la población de pasajeros para el análisis de la lesión craneal.

Variable	Categorías	Pasajeros (n=39538)	
		N	%
EDAD	<15	2187	5,53
	de 15 a 19	16820	42,54
	de 20 a 24	8559	21,65
	de 25 a 29	3801	9,61
	de 30 a 34	1759	4,45
	de 35 a 39	917	2,32
	de 40 a 44	583	1,47
	de 45 a 49	369	0,93
	de 50 a 54	203	0,51
	de 55 a 59	128	0,32
	de 60 a 64	84	0,21
	de 65 a 69	57	0,14
	de 70 a 74	30	0,08
	>75	33	0,08
Desconocido	4008	10,14	
SEXO	Varón	17136	43,34
	Mujer	20202	51,10
	Desconocido	2200	5,56
CASCO	Sí	21193	53,60
	No	9980	25,24
	Desconocido	8365	21,16

Tabla 32. Estudio analítico de los factores de riesgo de la lesión craneal.

Proporción de conductores lesionados en la cabeza para cada categoría de las variables del conductor.

Variable	Categorías	Lesionados en la cabeza Total de conductores (n=249080)		Lesionados en la cabeza Conductores solos (n=206379)		Lesionados en la cabeza Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
EDAD	<15	385	16,10	1744	9,49	223	8,28
	de 15 a 19	9743	12,15	271	15,75	114	16,99
	de 20 a 24	5687	9,86	7423	11,90	2320	13,00
	de 25 a 29	3112	9,01	4626	9,83	1061	10,00
	de 30 a 34	1967	9,34	2645	9,05	467	8,78
	de 35 a 39	1400	10,97	1279	11,31	121	8,32
	de 40 a 44	1018	12,19	931	12,55	87	9,34
	de 45 a 49	816	14,70	767	15,49	49	8,18
	de 50 a 54	581	15,44	553	16,11	28	8,46
	de 55 a 59	535	18,37	520	18,90	15	9,38
	de 60 a 64	602	22,96	590	23,56	12	10,17
	de 65 a 69	555	25,54	537	25,80	18	19,57
	de 70 a 74	453	29,15	447	29,50	6	15,38
	>75	372	29,43	366	29,80	6	16,67
Desconocido	1160	9,48	993	9,51	167	9,25	
SEXO	Varón	24719	11,81	20753	11,98	3966	10,99
	Mujer	3197	9,69	2539	9,28	658	11,70
	Desconocido	470	6,96	400	6,93	70	7,11
CASCO	Sí	13378	7,56	11655	7,71	1723	6,67
	No	11363	36,32	9004	38,96	2359	28,84
	Desconocido	3645	8,93	3033	9,44	612	7,03
LICENCIA	Con licencia y válida	19783	10,08	16648	10,16	3135	9,68
	Sin permiso o licencia no válida	2177	20,52	1710	20,97	467	19,01
	Desconocido	6426	15,20	5334	15,50	1092	13,90
NACIONALIDAD	Español	27170	11,46	22670	11,54	4500	11,10
	Extranjero	845	13,21	703	13,76	142	11,03
	Desconocido	371	6,55	319	6,64	52	6,04

Tabla 32 (continuación).

Variable	Categorías	Lesionados en la cabeza Total de conductores (n=249080)		Lesionados en la cabeza Conductores solos (n=206379)		Lesionados en la cabeza Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
DISCAPACIDADES	Ninguna	23190	10,62	19249	10,66	3941	10,46
	Defecto visual	406	13,21	362	13,60	44	10,68
	Otras	181	18,30	168	19,35	13	10,74
	Desconocido	4609	17,22	3913	17,58	696	15,48
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS	Normal	20110	9,48	16750	9,52	3360	9,29
	Bajo los efectos del alcohol	822	22,78	690	24,39	132	16,92
	Otras circunstancias psicofísicas anómalas	496	21,75	429	22,66	67	17,31
	Desconocido	6958	22,39	5823	22,65	1135	21,14
HORAS DE CONDUCCIÓN CONTINUADA	<1 hora	20957	11,92	17505	12,04	3452	11,37
	De 1 a 3 horas	579	8,82	472	8,78	107	8,96
	Más de 3 horas	105	7,34	88	7,10	17	8,90
	Desconocido	6745	10,33	5627	10,35	1118	10,20
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO	Ocio	15629	15,23	12248	15,64	3381	13,92
	Durante la jornada laboral	3004	5,50	2812	5,56	192	4,72
	Dirigirse o regresar del trabajo	2700	10,91	2574	11,16	126	7,52
	Salida o regreso de vacaciones o festivos	595	9,62	450	9,85	145	9,00
	Otros motivos	6458	10,60	5608	11,25	850	7,69
TOTAL DE LESIONADOS EN LA CABEZA		28386	11,40	23692	11,48	4694	11,16

Tabla 33. Estudio analítico de los factores de riesgo de la lesión en la cabeza. Proporción de conductores lesionados en la cabeza para cada acción e infracciones del conductor.

Variable	Categorías	Lesionados en la cabeza Total de conductores (n=249080)		Lesionados en la cabeza Conductores solos (n=206379)		Lesionados en la cabeza Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
ACCIÓN DEL CONDUCTOR	Siguiendo la ruta	18639	12,02	15569	12,14	3070	11,46
	Adelantando por la derecha	413	7,92	346	8,13	67	6,99
	Adelantando por la izquierda	1265	10,70	1039	10,97	226	9,58
	Girando o saliendo por otra vía o acceso	1766	13,98	1510	14,41	256	11,89
	Incorporándose desde otra vía o acceso	928	17,48	818	18,09	110	13,99
	Cruzando intersección	3399	8,71	2764	8,50	635	9,79
	Maniobra súbita para salvar obstáculo, vehículo o peatón	364	6,26	302	6,14	62	6,95
	Otras acciones o acción desconocida	1612	11,31	1344	11,22	268	11,79
INFRACCIÓN SOBRE LA VELOCIDAD	Ninguna	12664	10,36	10847	10,65	1817	8,92
	Velocidad inadecuada	4536	16,70	3541	16,68	995	16,78
	Velocidad excesiva	1034	17,14	787	16,98	247	17,66
	Marcha lenta o se desconoce la infracción sobre la velocidad	10152	10,84	8517	10,83	1635	10,90
OTRAS INFRACCIONES	Ninguna	9186	8,20	7869	8,34	1317	7,47
	Conducción distraída o desatenta	6594	15,86	5533	16,06	1061	14,89
	Circular en sentido contrario o prohibido	403	16,85	340	17,56	63	13,85
	Invadir parcialmente el sentido contrario	1101	19,37	941	20,08	160	16,02
	Girar incorrectamente	918	18,28	789	18,90	129	15,25
	Adelantamiento antirreglamentario	1230	10,28	1017	10,50	213	9,34
	No mantener intervalo de seguridad	591	5,24	492	5,09	99	6,14
	No respetar la prioridad	847	16,52	716	16,80	131	15,14
	No respetar el semáforo	780	8,70	631	8,55	149	9,42
	No respetar la señal de stop	1072	22,35	890	22,92	182	19,91
	No respetar el ceda el paso	607	13,19	464	13,09	143	13,54
	No respetar el paso de peatones	84	2,80	71	2,48	13	9,42
	No respetar otras indicaciones	101	9,61	84	9,88	17	8,46
	Entrar sin precaución en la circulación	218	17,18	195	17,74	23	13,53
Otras infracciones	4654	15,35	3660	15,59	994	14,55	
TOTAL DE LESIONADOS EN LA CABEZA		28386	11,40	23692	11,48	4694	11,16

Tabla 34. Estudio analítico de los factores de riesgo de lesión en la cabeza. Proporción de conductores lesionados en la cabeza según el tipo de vehículo, el tipo de accidente y el número de vehículos implicados.

Variable	Categorías	Lesionados en la cabeza Total de conductores (n=249080)		Lesionados en la cabeza Conductores solos (n=206379)		Lesionados en la cabeza Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
TIPO DE VEHÍCULO	Ciclomotor	21875	13,39	18400	13,58	3475	12,46
	Motocicleta	6511	7,60	5292	7,46	1219	8,22
TIPO DE ACCIDENTE	Colisión frontolateral	9466	10,92	7893	11,24	1573	9,57
	Colisión frontal	2643	17,57	2217	17,74	426	16,77
	Colisión lateral	3093	8,27	2629	8,42	464	7,51
	Colisión por alcance o caravana	3464	9,72	2930	9,77	534	9,48
	Vuelco en la calzada	1519	10,29	1301	10,62	218	8,70
	Colisión con vehículo parado u otro obstáculo	1426	17,44	1193	17,90	233	15,41
	Atropello a peatón o animal	854	4,14	745	3,84	109	8,59
	Salida de la calzada	5175	22,05	4135	22,73	1040	19,71
Otro tipo	746	10,25	649	10,92	97	7,25	
NÚMERO DE VEHÍCULOS IMPLICADOS	1	8138	13,33	6662	12,99	1476	15,17
	2	19219	10,81	16173	11,04	3046	9,76
	3	852	10,04	710	10,06	142	9,90
	más de 3	177	9,77	147	9,79	30	9,71
TOTAL DE LESIONADOS EN LA CABEZA		28386	11,40	23692	11,48	4694	11,16

Tabla 35. Estudio analítico de los factores de riesgo de lesión en la cabeza.

Proporción de conductores lesionados en la cabeza según las categorías de las variables temporales (I).

Variable	Categorías	Lesionados en la cabeza Total de conductores (n=249080)		Lesionados en la cabeza Conductores solos (n=206379)		Lesionados en la cabeza Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
AÑO	1993	2810	11,50	2322	11,39	488	12,05
	1994	2705	11,53	2286	11,53	419	11,49
	1995	2823	11,39	2355	11,24	468	12,22
	1996	2704	10,85	2268	10,75	436	11,44
	1997	2820	10,64	2353	10,51	467	11,36
	1998	3111	11,28	2623	11,43	488	10,55
	1999	3165	12,72	2578	12,82	587	12,29
	2000	2960	12,30	2466	12,73	494	10,53
	2001	2650	11,41	2196	11,81	454	9,82
	2002	2638	10,45	2245	10,85	393	8,66
MES	Enero	1826	10,48	1532	10,44	294	10,71
	Febrero	1872	10,22	1571	10,22	301	10,22
	Marzo	2295	10,94	1932	10,99	363	10,72
	Abril	2161	11,00	1781	10,91	380	11,47
	Mayo	2450	11,08	2056	11,21	394	10,42
	Junio	2693	11,26	2260	11,44	433	10,40
	Julio	3050	12,05	2546	12,38	504	10,61
	Agosto	2917	13,01	2365	13,21	552	12,24
	Septiembre	2513	11,75	2101	11,94	412	10,85
	Octubre	2599	11,75	2202	11,90	397	11,00
	Noviembre	2137	11,14	1787	11,06	350	11,55
	Diciembre	1873	11,52	1559	11,47	314	11,77
DÍA DE LA SEMANA	Lunes	3477	10,14	3017	10,31	460	9,18
	Martes	3419	9,90	2960	9,94	459	9,62
	Miércoles	3329	9,54	2902	9,63	427	8,99
	Jueves	3645	10,23	3152	10,24	493	10,17
	Viernes	4418	10,86	3799	11,07	619	9,76
	Sábado	5146	13,95	4120	14,42	1026	12,35
	Domingo	4952	15,40	3742	15,93	1210	13,96
TIPO DE DÍA	Laborable	15117	10,09	13132	10,21	1985	9,39
	Anterior a festivo	4981	13,80	4013	14,23	968	12,26
	Festivo	5862	15,36	4431	15,84	1431	14,06
	Posterior a festivo	2426	9,69	2116	9,81	310	8,89
TOTAL DE LESIONADOS EN LA CABEZA		28386	11,40	23692	11,48	4694	11,16

Tabla 36. Estudio analítico de los factores de riesgo de lesión en la cabeza.

Proporción de conductores lesionados en la cabeza según las categorías de las variables temporales (II).
 Hora del día.

Variable	Categorías	Lesionados en la cabeza Total de conductores (n=249080)		Lesionados en la cabeza Conductores solos (n=206379)		Lesionados en la cabeza Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
HORA	0	847	16,74	632	17,44	215	14,98
	1	940	15,80	710	16,78	230	13,39
	2	702	18,22	509	19,44	193	15,63
	3	618	18,37	456	19,40	162	15,96
	4	568	20,15	414	21,24	154	17,70
	5	493	19,04	367	19,62	126	17,55
	6	568	19,94	447	19,75	121	20,65
	7	618	14,64	542	14,49	76	15,83
	8	871	10,29	796	10,35	75	9,74
	9	707	8,01	654	8,06	53	7,37
	10	748	8,92	702	9,20	46	6,14
	11	877	8,70	813	9,02	64	6,04
	12	1209	9,43	1105	9,75	104	6,99
	13	1476	9,04	1309	9,19	167	8,01
	14	1772	9,55	1578	9,74	194	8,22
	15	1552	10,75	1389	11,15	163	8,22
	16	1407	10,79	1197	10,92	210	10,12
	17	1566	10,54	1279	10,51	287	10,69
	18	1783	10,94	1460	10,98	323	10,81
	19	1994	10,99	1650	11,22	344	10,02
	20	2032	11,19	1685	11,52	347	9,84
	21	1752	11,42	1428	11,67	324	10,45
	22	1775	12,78	1397	12,89	378	12,41
	23	1511	14,03	1173	14,31	338	13,13
TOTAL DE LESIONADOS EN LA CABEZA		28386	11,40	23692	11,48	4694	11,16

Tabla 37. Estudio analítico de los factores de riesgo de lesión en la cabeza.

Distribución de la proporción de conductores lesionados en la cabeza según otros factores ambientales.

Variable	Categorías	Lesionados en la cabeza Total de conductores (n=249080)		Lesionados en la cabeza Conductores solos (n=206379)		Lesionados en la cabeza Conductores con pasajero (n=42701)	
		N	%	N	%	N	%
		ZONA	Urbana, >100000 habs.	8545	6,62	7028	6,54
	Urbana, 50000-100000 habs.	2491	11,84	2077	11,82	414	11,94
	Urbana, 5000-50000 habs.	4119	13,76	3414	13,58	705	14,70
	Urbana, <5000 habs.	1007	20,60	853	21,02	154	18,53
	Carretera convencional	11347	19,51	9569	20,20	1778	16,45
	Autopista-autovía	877	14,83	751	15,86	126	10,71
DENSIDAD	Fluida	26756	11,56	22301	11,65	4455	11,16
	Densa o congestionada	1630	9,23	1391	9,34	239	8,63
ESTADO DE LA SUPERFICIE	Normal	25808	11,37	21478	11,44	4330	11,03
	Alterada	2578	11,64	2214	11,83	364	10,61
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS	Buen tiempo	26194	11,32	21795	11,40	4399	10,97
	Condiciones adversas	2192	12,35	1897	12,52	295	11,35
VISIBILIDAD	Buena	22603	10,91	18911	11,01	3692	10,41
	Restringida	5783	13,83	4781	13,82	1002	13,88
LUMINOSIDAD	Diurna	16160	10,01	14098	10,19	2062	8,94
	Crepúsculo	1239	13,61	1042	13,87	197	12,41
	Noche, buena iluminación	6480	11,10	5016	11,10	1464	11,09
	Noche, iluminación insuficiente	1470	19,35	1181	20,05	289	16,94
	Noche, sin iluminación	3037	24,17	2355	24,96	682	21,78
TOTAL DE LESIONADOS EN LA CABEZA		28386	11,40	23692	11,48	4694	11,16

Tabla 38. Distribución de la lesividad en la cabeza de los pasajeros con lesiones conocidas, en función de sus características personales.

Variable	Categorías	Pasajeros (n=39538) Lesionados en la cabeza	
		N	%
EDAD	<15	315	14,40
	de 15 a 19	2166	12,88
	de 20 a 24	823	9,62
	de 25 a 29	317	8,34
	de 30 a 34	177	10,06
	de 35 a 39	109	11,89
	de 40 a 44	45	7,72
	de 45 a 49	39	10,57
	de 50 a 54	24	11,82
	de 55 a 59	18	14,06
	de 60 a 64	17	20,24
	de 65 a 69	5	8,77
	de 70 a 74	4	13,33
	>75	6	18,18
SEXO	Desconocido	424	10,58
	Varón	2234	13,04
	Mujer	2043	10,11
CASCO	Desconocido	212	9,64
	Sí	1350	6,37
	No	2581	25,86
TOTAL DE LESIONADOS EN LA CABEZA		558	6,67
		4489	11,35

Tabla 39. Riesgos relativos crudos y ajustados* de lesión en la cabeza en los conductores de VDRM implicados en AT para las características del conductor.

Variable	Total de conductores (n=249080)				Conductores solos (n=206379)				Conductores acompañados (n=42701)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
EDAD	1,00	1,00-1,00	1,01	1,01 - 1,01	1,00	1,00-1,00	1,01	1,01 - 1,01	1,00	1,00-1,00	1,00	1,00 - 1,01
SEXO												
Varón	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Mujer	0,82	0,79 - 0,85	1,01	0,97 - 1,04	0,77	0,74 - 0,81	0,99	0,95 - 1,04	1,06	0,98 - 1,16	1,11	1,02 - 1,21
Desconocido	0,59	0,54 - 0,65	d		0,58	0,52 - 0,64	d		0,65	0,51 - 0,82	d	
CASCO												
Sí	1,0	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
No	4,80	4,69 - 4,93	3,31	3,22 - 3,41	5,05	4,92 - 5,19	3,40	3,30 - 3,51	4,32	4,06 - 4,60	3,28	3,05 - 3,52
Desconocido	1,18	1,14 - 1,22	1,30	1,25 - 1,36	1,22	1,18 - 1,27	1,34	1,28 - 1,40	1,05	0,96 - 1,16	1,26	1,14 - 1,40
LICENCIA												
Con licencia y válida	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Sin permiso o licencia no válida	2,03	1,95 - 2,13	1,17	1,11 - 1,22	2,06	1,96 - 2,17	1,16	1,11 - 1,23	1,96	1,78 - 2,16	1,17	1,06 - 1,30
Desconocido	1,51	1,47 - 1,55	1,17	1,14 - 1,21	1,53	1,48 - 1,57	1,18	1,14 - 1,22	1,44	1,34 - 1,54	1,14	1,05 - 1,22
NACIONALIDAD												
Español	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Extranjero	1,15	1,08 - 1,23	0,88	0,82 - 0,94	1,19	1,11 - 1,29	0,89	0,82 - 0,96	0,99	0,84 - 1,18	0,88	0,74 - 1,05
Desconocido	0,57	0,52 - 0,63	0,78	0,56 - 1,04	0,58	0,52 - 0,64	0,78	0,58 - 1,06	0,54	0,41 - 0,72	0,77	0,34 - 1,71

Tabla 39 (continuación).

Variable	Total de conductores (n=249080)				Conductores solos (n=206379)				Conductores acompañados (n=42701)			
	RRc	IC95%	RRa	IC95%	RRc	IC95%	RRa	IC95%	RRc	IC95%	RRa	IC95%
DISCAPACIDADES												
Ninguna	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Defecto visual	1,24	1,13 - 1,37	0,99	0,90 - 1,09	1,28	1,15 - 1,42	0,99	0,89 - 1,10	1,02	0,76 - 1,37	0,96	0,71 - 1,30
Otras	1,72	1,48 - 1,99	0,86	0,74 - 1,00	1,82	1,56 - 2,11	0,86	0,74 - 1,01	1,03	0,60 - 1,77	0,76	0,43 - 1,34
Desconocido	1,62	1,57 - 1,67	0,99	0,95 - 1,03	1,65	1,59 - 1,71	0,99	0,95 - 1,04	1,48	1,37 - 1,60	0,96	0,87 - 1,06
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS												
Normal	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Bajo los efectos del alcohol	2,40	2,24 - 2,58	1,16	1,08 - 1,25	2,56	2,37 - 2,76	1,19	1,10 - 1,29	1,82	1,53 - 2,17	0,99	0,82 - 1,19
Otras circunstancias psicofísicas anómalas	2,29	2,10 - 2,50	1,37	1,25 - 1,51	2,38	2,16 - 2,62	1,40	1,27 - 1,55	1,86	1,46 - 2,37	1,12	0,87 - 1,45
Desconocido	2,36	2,30 - 2,43	1,50	1,45 - 1,55	2,38	2,31 - 2,45	1,48	1,43 - 1,54	2,28	2,13 - 2,43	1,50	1,38 - 1,63
HORAS DE CONDUCCIÓN CONTINUADA												
<1 hora	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
De 1 a 3 horas	0,74	0,68 - 0,80	0,89	0,81 - 0,96	0,73	0,67 - 0,80	0,88	0,80 - 0,96	0,79	0,65 - 0,96	0,98	0,80 - 1,19
Más de 3 horas	0,62	0,51 - 0,75	0,86	0,70 - 1,05	0,59	0,48 - 0,73	0,83	0,67 - 1,04	0,78	0,49 - 1,26	1,05	0,64 - 1,73
Desconocido	0,87	0,84 - 0,89	1,00	0,97 - 1,04	0,86	0,83 - 0,89	1,00	0,97 - 1,04	0,90	0,84 - 0,96	0,99	0,92 - 1,07
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO												
Ocio	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Durante la jornada laboral	0,36	0,35 - 0,38	0,75	0,72 - 0,79	0,36	0,34 - 0,37	0,73	0,70 - 0,77	0,34	0,29 - 0,39	0,76	0,65 - 0,89
Dirigirse o regresar del trabajo	0,72	0,69 - 0,75	1,01	0,97 - 1,06	0,71	0,68 - 0,74	0,99	0,95 - 1,04	0,54	0,45 - 0,65	0,87	0,73 - 1,05
Salida o regreso de vacaciones o festivos	0,63	0,58 - 0,69	0,90	0,83 - 0,98	0,63	0,57 - 0,69	0,90	0,82 - 1,00	0,65	0,55 - 0,76	0,90	0,76 - 1,07
Otros motivos	0,70	0,68 - 0,72	0,93	0,90 - 0,96	0,72	0,70 - 0,74	0,94	0,91 - 0,98	0,55	0,51 - 0,60	0,82	0,75 - 0,89

* Variables incluidas en el modelo: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo de desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones, tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

§ La edad se ha introducido en el modelo como variable cuantitativa. Se han excluido los casos con datos faltantes.

‡ El insuficiente tamaño muestral ha impedido obtener estimaciones en este estrato.

Tabla 40. Riesgos relativos crudos y ajustados* de lesión en la cabeza en los conductores de VDRM implicados en AT para el efecto de la acción del conductor, las infracciones sobre la velocidad y las restantes infracciones.

Variable	Total de conductores (n=249080)				Conductores solos (n=206379)				Conductores acompañados (n=42701)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
ACCIÓN DEL CONDUCTOR												
Siguiendo la ruta	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Adelantando por la derecha	0,66	0,60 - 0,73	0,80	0,72 - 0,90	0,67	0,60 - 0,74	0,80	0,71 - 0,91	0,61	0,48 - 0,78	0,81	0,61 - 1,06
Adelantando por la izquierda	0,89	0,84 - 0,94	0,91	0,84 - 0,98	0,90	0,85 - 0,96	0,92	0,85 - 1,00	0,84	0,73 - 0,96	0,88	0,74 - 1,06
Girando o saliendo por otra vía o acceso	1,16	1,11 - 1,22	0,92	0,87 - 0,97	1,19	1,13 - 1,25	0,92	0,86 - 0,98	1,04	0,91 - 1,18	0,92	0,79 - 1,07
Incorporándose desde otra vía o acceso	1,45	1,36 - 1,55	0,94	0,87 - 1,01	1,49	1,39 - 1,60	0,93	0,86 - 1,01	1,22	1,01 - 1,48	0,90	0,73 - 1,11
Cruzando intersección	0,72	0,70 - 0,75	0,89	0,85 - 0,93	0,70	0,67 - 0,73	0,89	0,85 - 0,93	0,85	0,78 - 0,93	0,93	0,83 - 1,05
Maniobra súbita para salvar obstáculo, vehículo o peatón	0,52	0,47 - 0,58	0,69	0,62 - 0,76	0,51	0,45 - 0,57	0,68	0,60 - 0,76	0,61	0,47 - 0,78	0,73	0,56 - 0,94
Otras acciones o acción desconocida	0,94	0,90 - 0,99	0,94	0,89 - 0,99	0,92	0,87 - 0,98	0,91	0,86 - 0,96	1,03	0,91 - 1,17	1,06	0,93 - 1,21
INFRACCIÓN SOBRE LA VELOCIDAD												
Ninguna	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Velocidad inadecuada	1,61	1,56 - 1,67	1,35	1,30 - 1,41	1,57	1,51 - 1,63	1,33	1,28 - 1,40	1,88	1,74 - 2,03	1,41	1,29 - 1,55
Velocidad excesiva	1,65	1,55 - 1,76	1,48	1,38 - 1,58	1,59	1,48 - 1,71	1,44	1,33 - 1,55	1,98	1,73 - 2,26	1,60	1,39 - 1,85
Marcha lenta o se desconoce la infracción sobre la velocidad	1,05	1,02 - 1,07	1,20	1,16 - 1,23	1,02	0,99 - 1,05	1,19	1,15 - 1,23	1,22	1,14 - 1,31	1,22	1,14 - 1,31
OTRAS INFRACCIONES												
Ninguna	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Conducción distraída o desatenta	1,93	1,87 - 2,00	1,23	1,18 - 1,27	1,93	1,86 - 1,99	1,22	1,17 - 1,27	1,99	1,84 - 2,16	1,24	1,12 - 1,36
Circular en sentido contrario o prohibido	2,06	1,86 - 2,27	1,06	0,96 - 1,18	2,11	1,89 - 2,35	1,09	0,97 - 1,22	1,85	1,44 - 2,39	0,93	0,72 - 1,22
Invadir parcialmente el sentido contrario	2,36	2,22 - 2,51	1,13	1,06 - 1,22	2,41	2,25 - 2,58	1,16	1,08 - 1,25	2,14	1,82 - 2,53	0,98	0,81 - 1,17
Girar incorrectamente	2,23	2,08 - 2,39	1,26	1,16 - 1,37	2,27	2,11 - 2,44	1,25	1,15 - 1,37	2,04	1,70 - 2,45	1,32	1,07 - 1,63
Adelantamiento antirreglamentario	1,25	1,18 - 1,33	1,18	1,08 - 1,28	1,26	1,18 - 1,34	1,17	1,07 - 1,28	1,25	1,08 - 1,45	1,22	1,00 - 1,50
No mantener intervalo de seguridad	0,64	0,59 - 0,69	0,73	0,66 - 0,80	0,61	0,56 - 0,67	0,70	0,63 - 0,78	0,82	0,67 - 1,01	0,86	0,69 - 1,07
No respetar la prioridad	2,01	1,88 - 2,16	1,31	1,22 - 1,42	2,02	1,87 - 2,18	1,30	1,19 - 1,41	2,03	1,69 - 2,43	1,43	1,18 - 1,74
No respetar el semáforo	1,06	0,99 - 1,14	1,24	1,15 - 1,35	1,03	0,95 - 1,11	1,24	1,14 - 1,36	1,26	1,06 - 1,49	1,29	1,08 - 1,55
No respetar la señal de stop	2,73	2,56 - 2,90	1,49	1,38 - 1,60	2,75	2,57 - 2,95	1,47	1,35 - 1,59	2,67	2,28 - 3,11	1,64	1,37 - 1,97
No respetar el ceda el paso	1,61	1,48 - 1,75	1,38	1,26 - 1,51	1,57	1,43 - 1,72	1,36	1,23 - 1,50	1,81	1,53 - 2,15	1,55	1,28 - 1,89
No respetar el paso de peatones	0,34	0,28 - 0,42	0,79	0,63 - 1,00	0,30	0,24 - 0,38	0,76	0,60 - 0,97	1,26	0,73 - 2,18	1,18	0,67 - 2,10
No respetar otras indicaciones	1,17	0,96 - 1,43	0,93	0,76 - 1,14	1,19	0,96 - 1,47	1,01	0,81 - 1,26	1,13	0,70 - 1,83	0,69	0,42 - 1,11
Entrar sin precaución en la circulación	2,10	1,83 - 2,40	1,32	1,14 - 1,52	2,13	1,85 - 2,45	1,30	1,12 - 1,51	1,81	1,20 - 2,73	1,35	0,88 - 2,05
Otras infracciones	1,87	1,81 - 1,94	1,13	1,09 - 1,18	1,87	1,80 - 1,94	1,15	1,10 - 1,20	1,95	1,79 - 2,11	1,12	1,02 - 1,24

* Variables incluidas en el modelo: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo de desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones, tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

Tabla 41. Riesgos relativos crudos y ajustados* de lesión en la cabeza en los conductores de VDRM implicados en AT para el efecto del tipo de vehículo, el tipo de accidente y el número de vehículos implicados.

Variable	Total de conductores (n=249080)				Conductores solos (n=206379)				Conductores acompañados (n=42701)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
TIPO DE VEHÍCULO												
Ciclomotor	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Motocicleta	0,57	0,55 - 0,58	0,70	0,68 - 0,73	0,55	0,53 - 0,57	0,70	0,68 - 0,72	0,66	0,62 - 0,70	0,81	0,75 - 0,88
TIPO DE ACCIDENTE												
Colisión frontolateral	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Colisión frontal	1,61	1,54 - 1,68	1,15	1,10 - 1,21	1,58	1,51 - 1,65	1,12	1,06 - 1,18	1,75	1,58 - 1,95	1,29	1,15 - 1,46
Colisión lateral	0,76	0,73 - 0,79	0,86	0,82 - 0,90	0,75	0,72 - 0,78	0,85	0,82 - 0,90	0,78	0,71 - 0,87	0,87	0,78 - 0,97
Colisión por alcance o caravana	0,89	0,86 - 0,93	1,02	0,97 - 1,06	0,87	0,83 - 0,91	1,02	0,97 - 1,07	0,99	0,90 - 1,09	1,03	0,92 - 1,15
Vuelco en la calzada	0,94	0,89 - 0,99	0,81	0,74 - 0,88	0,94	0,89 - 1,00	0,81	0,74 - 0,88	0,91	0,79 - 1,05	0,76	0,61 - 0,94
Colisión con vehículo parado u otro obstáculo	1,60	1,51 - 1,69	1,14	1,07 - 1,22	1,59	1,50 - 1,69	1,14	1,06 - 1,23	1,61	1,40 - 1,85	1,10	0,92 - 1,30
Atropello a peatón o animal	0,38	0,35 - 0,41	0,45	0,41 - 0,50	0,34	0,32 - 0,37	0,41	0,37 - 0,46	0,90	0,74 - 1,09	0,80	0,61 - 1,04
Salida de la calzada	2,02	1,95 - 2,09	1,04	0,96 - 1,12	2,02	1,95 - 2,10	1,02	0,94 - 1,10	2,06	1,91 - 2,23	1,08	0,90 - 1,31
Otro tipo	0,94	0,87 - 1,01	0,86	0,79 - 0,94	0,97	0,90 - 1,05	0,88	0,80 - 0,96	0,76	0,62 - 0,93	0,75	0,59 - 0,96
Nº DE VEHÍCULOS IMPLICADOS												
1	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
2	0,81	0,79 - 0,83	0,89	0,83 - 0,95	0,85	0,83 - 0,88	0,89	0,82 - 0,95	0,64	0,60 - 0,68	0,86	0,72 - 1,01
3	0,75	0,70 - 0,81	0,88	0,80 - 0,96	0,77	0,72 - 0,84	0,87	0,79 - 0,97	0,65	0,55 - 0,78	0,84	0,67 - 1,06
más de 3	0,73	0,63 - 0,85	0,90	0,77 - 1,07	0,75	0,64 - 0,89	0,88	0,74 - 1,06	0,64	0,45 - 0,92	0,94	0,63 - 1,40

* Variables incluidas en el modelo: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo de desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones, tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

Tabla 42. Riesgos relativos crudos y ajustados* de lesión en la cabeza en los conductores de VDRM implicados en AT para el efecto de las variables temporales (I).

Variable	Total de conductores (n=249080)				Conductores solos (n=206379)				Conductores con pasajero (n=42701)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
AÑO												
1993	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
1994	1,00	0,95 - 1,06	1,01	0,96 - 1,07	1,01	0,96 - 1,07	1,03	0,97 - 1,09	0,95	0,84 - 1,09	0,94	0,82 - 1,08
1995	0,99	0,94 - 1,04	1,00	0,95 - 1,06	0,99	0,93 - 1,04	1,01	0,96 - 1,08	1,01	0,90 - 1,15	0,96	0,84 - 1,09
1996	0,94	0,90 - 0,99	0,95	0,90 - 1,00	0,94	0,89 - 1,00	0,96	0,90 - 1,01	0,95	0,83 - 1,08	0,94	0,82 - 1,07
1997	0,93	0,88 - 0,98	0,96	0,91 - 1,01	0,92	0,87 - 0,98	0,97	0,91 - 1,02	0,94	0,83 - 1,07	0,94	0,82 - 1,07
1998	0,98	0,93 - 1,03	0,93	0,89 - 0,98	1,00	0,95 - 1,06	0,96	0,90 - 1,02	0,88	0,77 - 0,99	0,83	0,73 - 0,95
1999	1,11	1,05 - 1,16	0,97	0,92 - 1,02	1,13	1,06 - 1,19	0,97	0,92 - 1,03	1,02	0,90 - 1,15	0,94	0,83 - 1,07
2000	1,07	1,02 - 1,13	0,93	0,89 - 0,98	1,12	1,06 - 1,18	0,96	0,91 - 1,02	0,87	0,77 - 0,99	0,83	0,73 - 0,95
2001	0,99	0,94 - 1,05	0,91	0,86 - 0,96	1,04	0,98 - 1,10	0,93	0,88 - 0,99	0,81	0,72 - 0,93	0,87	0,76 - 0,99
2002	0,91	0,86 - 0,96	0,92	0,87 - 0,98	0,95	0,90 - 1,10	0,96	0,90 - 1,02	0,72	0,63 - 0,82	0,81	0,71 - 0,93
MES												
Enero	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Febrero	0,97	0,91 - 1,04	0,98	0,92 - 1,05	0,98	0,91 - 1,05	1,00	0,93 - 1,07	0,95	0,81 - 1,12	0,94	0,80 - 1,11
Marzo	1,04	0,98 - 1,11	1,04	0,98 - 1,11	1,05	0,98 - 1,13	1,05	0,98 - 1,13	1,00	0,86 - 1,17	0,99	0,85 - 1,16
Abril	1,05	0,99 - 1,12	1,00	0,94 - 1,07	1,04	0,98 - 1,12	1,00	0,93 - 1,07	1,07	0,92 - 1,25	1,02	0,87 - 1,20
Mayo	1,06	0,99 - 1,12	0,99	0,93 - 1,06	1,07	1,01 - 1,15	1,00	0,94 - 1,08	0,97	0,84 - 1,13	0,93	0,80 - 1,09
Junio	1,07	1,01 - 1,14	0,99	0,93 - 1,05	1,10	1,03 - 1,17	1,00	0,93 - 1,07	0,97	0,84 - 1,13	0,96	0,82 - 1,12
Julio	1,15	1,08 - 1,22	0,99	0,93 - 1,06	1,19	1,11 - 1,26	1,01	0,94 - 1,08	0,99	0,86 - 1,14	0,93	0,80 - 1,08
Agosto	1,24	1,17 - 1,32	0,98	0,92 - 1,04	1,26	1,19 - 1,35	0,98	0,91 - 1,05	1,14	0,99 - 1,32	1,02	0,88 - 1,19
Septiembre	1,12	1,06 - 1,19	1,01	0,95 - 1,08	1,14	1,07 - 1,22	1,02	0,95 - 1,09	1,01	0,87 - 1,18	0,98	0,84 - 1,14
Octubre	1,12	1,06 - 1,19	1,07	1,00 - 1,13	1,14	1,07 - 1,22	1,07	1,00 - 1,15	1,03	0,88 - 1,20	1,03	0,88 - 1,20
Noviembre	1,06	1,00 - 1,13	1,05	0,99 - 1,12	1,06	0,99 - 1,13	1,05	0,98 - 1,13	1,08	0,92 - 1,26	1,07	0,91 - 1,26
Diciembre	1,10	1,03 - 1,17	1,05	0,98 - 1,12	1,10	1,02 - 1,18	1,05	0,98 - 1,13	1,10	0,94 - 1,29	1,05	0,89 - 1,24

Tabla 42. Riesgos relativos crudos y ajustados* de lesión en la cabeza en los conductores de VDRM implicados en AT para el efecto de las variables temporales (I).

Variable	Total de conductores (n=249080)				Conductores solos (n=206379)				Conductores con pasajero (n=42701)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
DÍA DE LA SEMANA												
Lunes	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Martes	0,98	0,93 - 1,02	0,94	0,88 - 1,00	0,96	0,92 - 1,01	0,92	0,86 - 0,98	1,05	0,92 - 1,19	1,05	0,89 - 1,24
Miércoles	0,94	0,90 - 0,99	0,90	0,85 - 0,96	0,93	0,89 - 0,98	0,88	0,83 - 0,95	0,98	0,86 - 1,12	0,99	0,83 - 1,17
Jueves	1,01	0,96 - 1,06	0,95	0,90 - 1,01	0,99	0,95 - 1,04	0,93	0,87 - 0,99	1,11	0,98 - 1,26	1,07	0,91 - 1,26
Viernes	1,07	1,02 - 1,12	0,97	0,91 - 1,02	1,07	1,02 - 1,13	0,96	0,90 - 1,02	1,06	0,94 - 1,20	1,00	0,85 - 1,17
Sábado	1,38	1,32 - 1,44	1,03	0,95 - 1,12	1,40	1,33 - 1,47	1,01	0,93 - 1,11	1,35	1,21 - 1,50	1,12	0,92 - 1,36
Domingo	1,52	1,45 - 1,59	0,98	0,90 - 1,06	1,55	1,47 - 1,62	0,97	0,89 - 1,06	1,52	1,37 - 1,69	1,02	0,85 - 1,23
TIPO DE DÍA												
Anterior a festivo	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Festivo	1,37	1,32 - 1,41	0,94	0,88 - 1,01	1,39	1,35 - 1,44	0,94	0,87 - 1,02	1,31	1,21 - 1,41	0,94	0,80 - 1,11
Laborable	1,52	1,48 - 1,57	1,02	0,95 - 1,09	1,55	1,50 - 1,60	1,01	0,93 - 1,09	1,50	1,40 - 1,60	1,11	0,96 - 1,26
Posterior a festivo	0,96	0,92 - 1,00	0,89	0,84 - 0,95	0,96	0,92 - 1,01	0,88	0,83 - 0,94	0,95	0,84 - 1,07	0,94	0,79 - 1,11

* Variables incluidas en el modelo: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo de desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones, tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

Tabla 43. Riesgos relativos crudos y ajustados* de lesión en la cabeza en los conductores de VDRM implicados en AT para el efecto de las variables temporales (II): Hora del día.

Variable	Total de conductores (n=249080)				Conductores solos (n=206379)				Conductores con pasajero (n=42701)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
HORA												
0	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
1	0,94	0,86 - 1,04	0,94	0,86 - 1,03	0,96	0,86 - 1,07	0,95	0,86 - 1,06	0,89	0,74 - 1,08	0,90	0,75 - 1,09
2	1,09	0,99 - 1,20	0,96	0,87 - 1,07	1,11	0,99 - 1,25	0,98	0,87 - 1,11	1,04	0,86 - 1,27	0,96	0,79 - 1,17
3	1,10	0,99 - 1,22	0,94	0,85 - 1,05	1,11	0,99 - 1,26	0,93	0,82 - 1,05	1,07	0,87 - 1,31	0,99	0,80 - 1,22
4	1,20	1,08 - 1,34	1,01	0,91 - 1,13	1,22	1,08 - 1,38	1,02	0,90 - 1,16	1,18	0,96 - 1,45	1,01	0,81 - 1,25
5	1,14	1,02 - 1,27	0,97	0,87 - 1,09	1,12	0,99 - 1,28	0,97	0,85 - 1,11	1,17	0,94 - 1,46	1,00	0,80 - 1,25
6	1,19	1,07 - 1,32	1,07	0,96 - 1,19	1,13	1,00 - 1,28	1,03	0,91 - 1,17	1,38	1,10 - 1,72	1,19	0,94 - 1,50
7	0,87	0,79 - 0,97	1,00	0,90 - 1,12	0,83	0,74 - 0,93	0,97	0,86 - 1,10	1,06	0,81 - 1,37	1,11	0,84 - 1,47
8	0,61	0,56 - 0,68	0,94	0,84 - 1,04	0,59	0,53 - 0,66	0,90	0,80 - 1,01	0,65	0,50 - 0,85	1,08	0,80 - 1,45
9	0,48	0,43 - 0,53	0,83	0,74 - 0,93	0,46	0,42 - 0,52	0,80	0,71 - 0,91	0,49	0,36 - 0,67	0,92	0,66 - 1,28
10	0,53	0,48 - 0,59	0,87	0,78 - 0,98	0,53	0,48 - 0,59	0,86	0,76 - 0,97	0,41	0,30 - 0,56	0,75	0,53 - 1,06
11	0,52	0,47 - 0,58	0,84	0,75 - 0,94	0,52	0,47 - 0,57	0,83	0,74 - 0,94	0,40	0,31 - 0,53	0,68	0,50 - 0,94
12	0,56	0,52 - 0,62	0,88	0,79 - 0,98	0,56	0,51 - 0,62	0,87	0,78 - 0,98	0,47	0,37 - 0,59	0,74	0,57 - 0,98
13	0,54	0,50 - 0,59	0,84	0,76 - 0,93	0,53	0,48 - 0,58	0,82	0,74 - 0,92	0,53	0,44 - 0,66	0,84	0,66 - 1,08
14	0,57	0,53 - 0,62	0,88	0,80 - 0,98	0,56	0,51 - 0,61	0,86	0,77 - 0,97	0,55	0,45 - 0,67	0,86	0,68 - 1,09
15	0,64	0,59 - 0,70	0,91	0,82 - 1,01	0,64	0,58 - 0,70	0,90	0,81 - 1,01	0,55	0,45 - 0,67	0,82	0,64 - 1,05
16	0,64	0,59 - 0,70	0,90	0,82 - 1,00	0,63	0,57 - 0,69	0,88	0,79 - 0,99	0,68	0,56 - 0,82	0,97	0,77 - 1,22
17	0,63	0,58 - 0,68	0,85	0,77 - 0,94	0,60	0,55 - 0,66	0,83	0,74 - 0,92	0,71	0,60 - 0,85	0,95	0,76 - 1,18
18	0,65	0,60 - 0,71	0,88	0,80 - 0,97	0,63	0,57 - 0,69	0,85	0,77 - 0,95	0,72	0,61 - 0,86	0,98	0,79 - 1,20
19	0,66	0,61 - 0,71	0,86	0,78 - 0,94	0,64	0,59 - 0,70	0,84	0,76 - 0,93	0,67	0,56 - 0,79	0,88	0,72 - 1,07
20	0,67	0,62 - 0,72	0,86	0,79 - 0,94	0,66	0,60 - 0,72	0,86	0,78 - 0,95	0,66	0,55 - 0,78	0,84	0,70 - 1,02
21	0,68	0,63 - 0,74	0,88	0,81 - 0,96	0,67	0,61 - 0,74	0,87	0,79 - 0,96	0,70	0,59 - 0,83	0,89	0,74 - 1,06
22	0,76	0,70 - 0,83	0,94	0,86 - 1,02	0,74	0,67 - 0,81	0,93	0,85 - 1,02	0,83	0,70 - 0,98	0,96	0,81 - 1,15
23	0,84	0,77 - 0,91	0,98	0,90 - 1,07	0,82	0,75 - 0,90	0,96	0,87 - 1,06	0,88	0,74 - 1,04	1,01	0,85 - 1,21

* Variables incluidas en el modelo: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo de desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones, tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

Tabla 44. Riesgos relativos crudos y ajustados* de lesión en la cabeza para los conductores de VDRM implicados en AT según las restantes variables ambientales.

Variable	Total de conductores (n=249080)				Conductores solos (n=206379)				Conductores con pasajero (n=42701)			
	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%	RRc	IC 95%	RRa	IC 95%
ZONA												
Urbana, >100000 hab.	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Urbana, 50-100000 hab.	1,79	1,71 - 1,87	1,31	1,25 - 1,38	1,81	1,72 - 1,90	1,32	1,25 - 1,39	1,70	1,53 - 1,90	1,20	1,07 - 1,35
Urbana, 5-50000 hab.	2,08	2,00 - 2,16	1,43	1,37 - 1,49	2,08	1,99 - 2,16	1,39	1,33 - 1,46	2,10	1,92 - 2,29	1,47	1,34 - 1,62
Urbana, <5000 hab.	3,11	2,92 - 3,32	1,87	1,75 - 2,00	3,22	3,00 - 3,45	1,87	1,74 - 2,02	2,64	2,24 - 3,12	1,64	1,37 - 1,95
Carretera convencional	2,95	2,87 - 3,03	1,99	1,92 - 2,06	3,09	3,00 - 3,19	2,00	1,92 - 2,08	2,35	2,19 - 2,51	1,80	1,64 - 1,98
Autopista-autovía	2,24	2,09 - 2,40	1,99	1,84 - 2,14	2,43	2,25 - 2,62	2,05	1,89 - 2,22	1,53	1,27 - 1,83	1,58	1,30 - 1,92
DENSIDAD												
Fluida	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Densa o congestionada	0,80	0,76 - 0,84	1,03	0,98 - 1,09	0,80	0,76 - 0,85	1,04	0,99 - 1,11	0,77	0,68 - 0,88	0,96	0,84 - 1,11
ESTADO DE LA SUPERFICIE												
Normal	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Alterada	1,02	0,98 - 1,07	0,89	0,84 - 0,94	1,03	0,99 - 1,08	0,90	0,85 - 0,96	0,96	0,87 - 1,07	0,82	0,71 - 0,95
CONDICIONES ATMOSFÉRICAS												
Buen tiempo	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Condiciones adversas	1,09	1,04 - 1,14	1,09	1,03 - 1,16	1,10	1,05 - 1,15	1,10	1,03 - 1,17	1,03	0,92 - 1,16	1,05	0,89 - 1,23
VISIBILIDAD												
Buena	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Restringida	1,27	1,23 - 1,31	0,97	0,94 - 1,01	1,26	1,22 - 1,30	0,97	0,94 - 1,00	1,33	1,24 - 1,43	0,99	0,92 - 1,07
LUMINOSIDAD												
Diurna	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia	1	Referencia
Crepúsculo	1,36	1,28 - 1,44	1,07	1,01 - 1,15	1,36	1,28 - 1,45	1,07	0,99 - 1,15	1,39	1,20 - 1,61	1,09	0,93 - 1,29
Noche, buena iluminación	1,11	1,08 - 1,14	1,08	1,03 - 1,14	1,09	1,06 - 1,13	1,07	1,01 - 1,14	1,24	1,16 - 1,33	1,15	1,01 - 1,31
Noche, iluminación insuficiente	1,93	1,83 - 2,04	1,14	1,06 - 1,22	1,97	1,86 - 2,09	1,14	1,06 - 1,24	1,90	1,68 - 2,14	1,14	0,97 - 1,35
Noche, sin iluminación	2,41	2,32 - 2,50	1,06	1,00 - 1,13	2,45	2,35 - 2,56	1,05	0,98 - 1,13	2,44	2,24 - 2,66	1,15	0,99 - 1,34

* Variables incluidas en el modelo: edad, sexo, casco, licencia, nacionalidad, discapacidades, circunstancias psicofísicas, horas de conducción continuada, motivo de desplazamiento, acción del conductor, infracción sobre la velocidad, otras infracciones, tipo de vehículo, tipo de accidente, número de vehículos implicados, año, mes, día de la semana, tipo de día, hora, zona, densidad, estado de la superficie, condiciones atmosféricas, visibilidad, luminosidad.

Tabla 45. Análisis ajustado* del efecto de la edad, el no uso de casco y la posición sobre el riesgo de los ocupantes de un VDRM de sufrir una lesión en la cabeza. Análisis emparejado.

(n= 6481 pares conductor-pasajero en los que ha habido al menos un lesionado en la cabeza).

Variable	RRa	IC 95%
EDAD §	1,01	1,00 - 1,02
SEXO		
Varón	1	Referencia
Mujer	1,33	1,22 - 1,45
Desconocido	‡	
CASCO		
Sí	1	Referencia
No	3,35	2,93 - 3,84
Desconocido	1,60	1,19 - 2,15
POSICIÓN EN EL VEHÍCULO		
Conductor	1	Referencia
Pasajero	0,83	0,78 - 0,87

* Variables introducidas en el modelo: Edad, sexo, uso de casco y posición en el vehículo.

§ La edad se introduce como variable cuantitativa continua. Se han excluido los casos con datos faltantes para esta variable.

‡ No estimado por el insuficiente tamaño muestral.

Tabla 46. Efecto del no uso de casco sobre el riesgo de lesión en la cabeza, estratificado por las variables del conductor.

Variable	RRa del no uso de casco	IC 95%	RRa de cada categoría	IC 95%
EDAD				
Edad=i	3,90	3,69 - 4,12	1	Referencia
Edad=i+1	3,88	3,67 - 4,09	1,01	1,01 - 1,01
LICENCIA				
Con licencia y válida	3,54	3,43 - 3,65	1	Referencia
Sin permiso o licencia no válida	2,44	1,77 - 3,37	1,17	1,11 - 1,22
Desconocido	2,86	2,67 - 3,06	1,17	1,14 - 1,21
DISCAPACIDADES				
Ninguna	3,42	3,32 - 3,52	1	Referencia
Defecto visual	3,04	2,46 - 3,76	0,99	0,90 - 1,09
Otras	2,44	1,77 - 3,37	0,86	0,74 - 1,00
Desconocido	2,86	2,67 - 3,06	0,99	0,95 - 1,03
CIRCUNSTANCIAS PSICOFÍSICAS				
Normal	3,64	3,53 - 3,76	1	Referencia
Bajo los efectos del alcohol	2,83	2,42 - 3,31	1,16	1,08 - 1,25
Otras circunstancias psicofísicas anómalas	2,72	2,23 - 3,32	1,37	1,25 - 1,51
Desconocido	2,63	2,49 - 2,77	1,50	1,45 - 1,55
MOTIVO DEL DESPLAZAMIENTO				
Ocio	3,17	3,06 - 3,28	1	Referencia
Durante la jornada laboral	4,56	4,18 - 4,98	0,75	0,72 - 0,79
Dirigirse o regresar del trabajo	3,69	3,39 - 4,02	1,01	0,97 - 1,06
Salida o regreso de vacaciones o festivos	4,50	3,75 - 5,40	0,90	0,83 - 0,98
Otros motivos	3,08	2,91 - 3,26	0,93	0,90 - 0,96

Tabla 46 (continuación).

Variable	RRa del no uso		RRa de cada	
	de casco	IC 95%	categoria	IC 95%
ACCIÓN DEL CONDUCTOR				
Siguiendo la ruta	3,31	3,20 - 3,42	1	Referencia
Adelantando por la derecha	3,86	3,10 - 4,81	0,80	0,72 - 0,90
Adelantando por la izquierda	3,48	3,08 - 3,93	0,91	0,84 - 0,98
Girando o saliendo por otra vía o acceso	3,10	2,80 - 3,42	0,92	0,87 - 0,97
Incorporándose desde otra vía o acceso	2,63	2,29 - 3,02	0,94	0,87 - 1,01
Cruzando intersección	3,61	3,34 - 3,90	0,89	0,85 - 0,93
Maniobra súbita par salvar obstáculo, vehículo o peatón	3,91	3,12 - 4,91	0,69	0,62 - 0,76
Otras acciones o acción desconocida	3,27	2,93 - 3,65	0,94	0,89 - 0,99
INFRACCIÓN SOBRE LA VELOCIDAD				
Ninguna	3,35	3,22 - 3,48	1	Referencia
Velocidad inadecuada	3,25	3,05 - 3,46	1,35	1,30 - 1,41
Velocidad excesiva	3,30	2,90 - 3,76	1,48	1,38 - 1,58
Marcha lenta o se desconoce la infracción sobre la velocidad	3,33	3,18 - 3,50	1,20	1,16 - 1,23
OTRAS INFRACCIONES				
Ninguna	3,82	3,64 - 4,01	1	Referencia
Conducción distraída o desatenta	3,15	2,99 - 3,33	1,23	1,18 - 1,27
Circular en sentido contrario o prohibido	2,84	2,26 - 3,56	1,06	0,96 - 1,18
Invadir parcialmente el sentido contrario	2,61	2,30 - 2,95	1,13	1,06 - 1,22
Girar incorrectamente	2,84	2,48 - 3,25	1,26	1,16 - 1,37
Adelantamiento antirreglamentario	3,52	3,12 - 3,98	1,18	1,08 - 1,28
No mantener intervalo de seguridad	5,58	4,63 - 6,71	0,73	0,66 - 0,80
No respetar la prioridad	3,13	2,70 - 3,63	1,31	1,22 - 1,42
No respetar el semáforo	3,31	2,81 - 3,90	1,24	1,15 - 1,35
No respetar la señal de stop	2,55	2,24 - 2,90	1,49	1,38 - 1,60
No respetar el ceda el paso	2,80	2,34 - 3,36	1,38	1,26 - 1,51
No respetar el paso de peatones	4,95	3,06 - 7,98	0,79	0,63 - 1,00
No respetar otras indicaciones	2,81	1,80 - 4,38	0,93	0,76 - 1,14
Entrar sin precaución en la circulación	4,25	3,13 - 5,77	1,32	1,14 - 1,52
Otras infracciones	3,29	3,09 - 3,51	1,13	1,09 - 1,18

Tabla 47. Efecto del no uso de casco sobre el riesgo de lesión en la cabeza, estratificado por el tipo de vehículo, el tipo de accidente y el número de vehículos implicados.

Variable	RRa del no uso de casco	IC95%	RRa de cada categoría	IC 95%
TIPO DE VEHÍCULO				
Ciclomotor	3,11	3,02 - 3,20	1	Referencia
Motocicleta	4,45	4,19 - 4,72	0,70	0,68 - 0,73
TIPO DE ACCIDENTE				
Colisión frontolateral	3,20	3,06 - 3,36	1	Referencia
Colisión frontal	2,85	2,63 - 3,10	1,15	1,10 - 1,21
Colisión lateral	3,60	3,33 - 3,90	0,86	0,82 - 0,90
Colisión por alcance o caravana	3,31	3,07 - 3,57	1,02	0,97 - 1,06
Vuelco en la calzada	5,00	4,48 - 5,58	0,81	0,74 - 0,88
Colisión con vehículo parado u otro obstáculo	2,88	2,56 - 3,24	1,14	1,07 - 1,22
Atropello a peatón o animal	5,01	4,31 - 5,82	0,45	0,41 - 0,50
Salida de la calzada	3,20	3,02 - 3,40	1,04	0,96 - 1,12
Otro tipo	3,55	3,02 - 4,17	0,86	0,79 - 0,94
Nº DE VEHÍCULOS IMPLICADOS				
1	3,64	3,46 - 3,82	1	Referencia
2	3,20	3,09 - 3,31	0,89	0,83 - 0,95
3	3,12	2,67 - 3,64	0,88	0,80 - 0,96
más de 3	2,94	2,08 - 4,18	0,90	0,77 - 1,07

Tabla 48. Efecto del no uso de casco sobre el riesgo de lesión en la cabeza, estratificado por las variables ambientales.

Variable	RRa del no uso de casco	IC95%	RRa de cada categoría	IC 95%
AÑO				
1993	3,02	2,79 - 3,28	1	Referencia
1994	2,96	2,73 - 3,22	1,01	0,96 - 1,07
1995	3,20	2,95 - 3,47	1,00	0,95 - 1,06
1996	3,39	3,12 - 3,68	0,95	0,90 - 1,00
1997	3,19	2,94 - 3,46	0,96	0,91 - 1,01
1998	3,57	3,30 - 3,85	0,93	0,89 - 0,98
1999	3,32	3,08 - 3,59	0,97	0,92 - 1,02
2000	3,47	3,21 - 3,76	0,93	0,89 - 0,98
2001	3,73	3,43 - 4,06	0,91	0,86 - 0,96
2002	3,34	3,06 - 3,64	0,92	0,87 - 0,98
HORA				
0	2,90	2,50 - 3,36	1	Referencia
1	3,38	2,93 - 3,90	0,94	0,86 - 1,03
2	3,07	2,60 - 3,62	0,96	0,87 - 1,07
3	3,28	2,75 - 3,91	0,94	0,85 - 1,05
4	3,18	2,65 - 3,83	1,01	0,91 - 1,13
5	2,79	2,30 - 3,39	0,97	0,87 - 1,09
6	2,51	2,10 - 3,01	1,07	0,96 - 1,19
7	2,99	2,52 - 3,54	1,00	0,90 - 1,12
8	3,45	2,96 - 4,01	0,94	0,84 - 1,04
9	3,80	3,22 - 4,48	0,83	0,74 - 0,93
10	3,50	2,96 - 4,13	0,87	0,78 - 0,98
11	3,56	3,06 - 4,13	0,84	0,75 - 0,94
12	3,25	2,86 - 3,70	0,88	0,79 - 0,98
13	3,48	3,10 - 3,90	0,84	0,76 - 0,93
14	3,61	3,25 - 4,01	0,88	0,80 - 0,98
15	3,21	2,87 - 3,58	0,91	0,82 - 1,01
16	3,42	3,05 - 3,84	0,90	0,82 - 1,00
17	3,62	3,24 - 4,03	0,85	0,77 - 0,94
18	3,60	3,25 - 3,98	0,88	0,80 - 0,97
19	3,49	3,17 - 3,84	0,86	0,78 - 0,94
20	3,54	3,22 - 3,90	0,86	0,79 - 0,94
21	3,10	2,79 - 3,44	0,88	0,81 - 0,96
22	3,06	2,76 - 3,39	0,94	0,86 - 1,02
23	3,19	2,85 - 3,57	0,98	0,90 - 1,07
ZONA				
Urbana, >100000 habs.	4,37	4,14 - 4,60	1	Referencia
Urbana, 50-100000 habs.	3,39	3,09 - 3,73	1,31	1,25 - 1,38
Urbana, 5-50000 habs.	3,36	3,13 - 3,60	1,43	1,37 - 1,49
Urbana, <5000 habs.	3,13	2,74 - 3,58	1,87	1,75 - 2,00
Carretera convencional	2,89	2,78 - 3,01	1,99	1,92 - 2,06
Autopista-autovía	2,69	2,31 - 3,13	1,99	1,84 - 2,14
LUMINOSIDAD				
Diurna	3,48	3,36 - 3,61	1	Referencia
Crepúsculo	2,85	2,52 - 3,23	1,07	1,01 - 1,15
Noche, buena iluminación	3,53	3,33 - 3,74	1,08	1,03 - 1,14
Noche, iluminación insuficiente	2,89	2,59 - 3,22	1,14	1,06 - 1,22
Noche, sin iluminación	2,75	2,56 - 2,96	1,06	1,00 - 1,13

Figura 1. Distribución de los conductores accidentados en función de la hora del día a la que ocurre el accidente de tráfico.

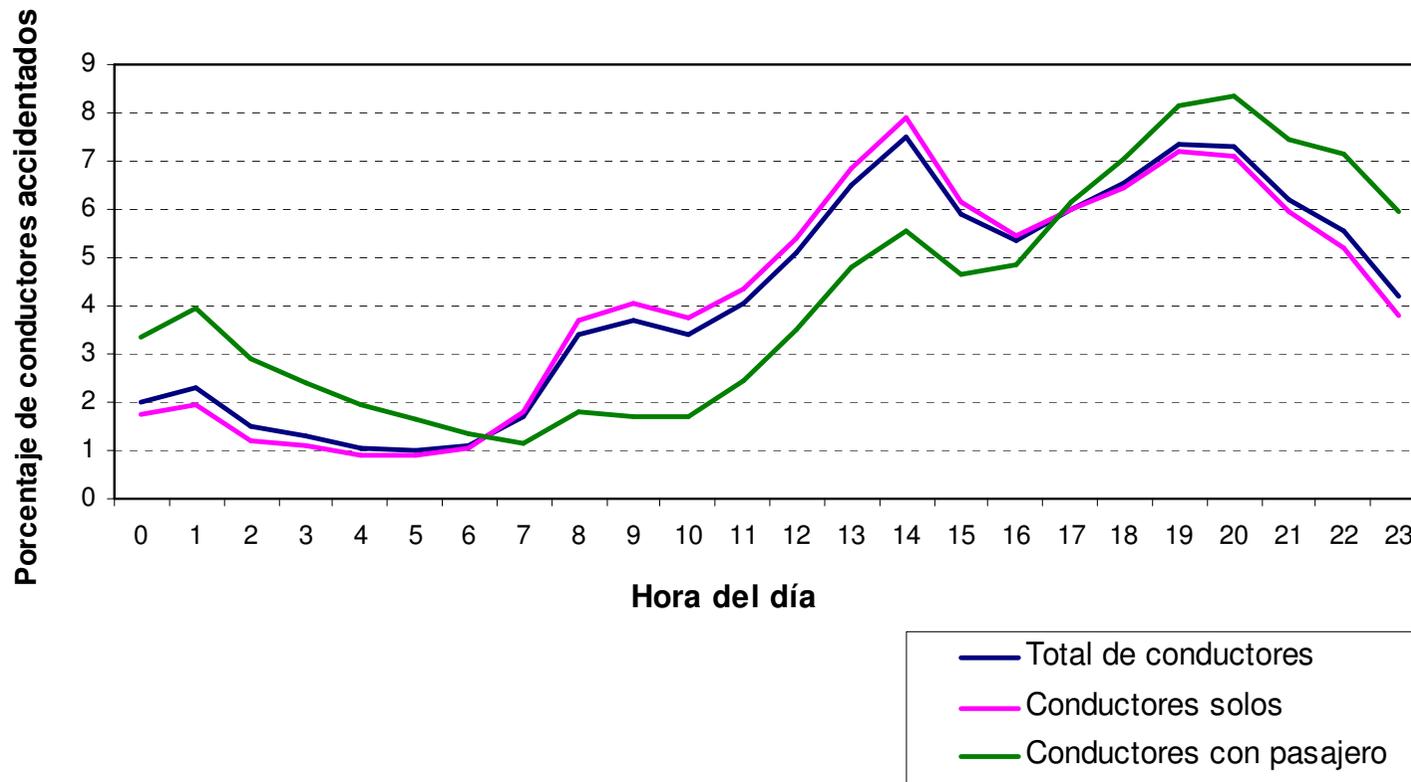


Figura 2. Modificación del RRa del no uso de casco sobre la probabilidad de lesión en la cabeza, para los distintos años del periodo de estudio

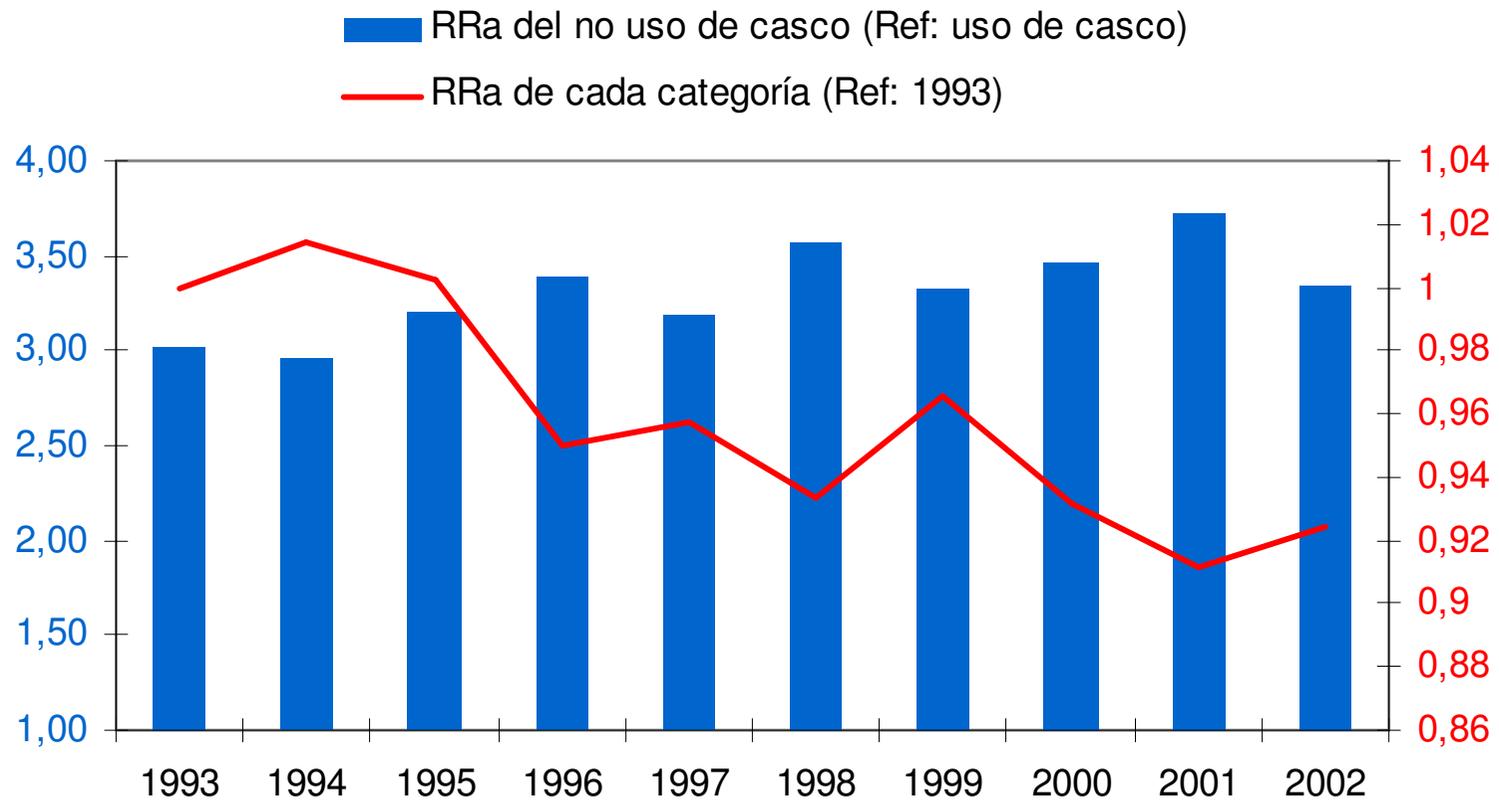


Figura 3. Modificación del RRa del no uso de casco sobre el riesgo de lesión en la cabeza, según la hora del día

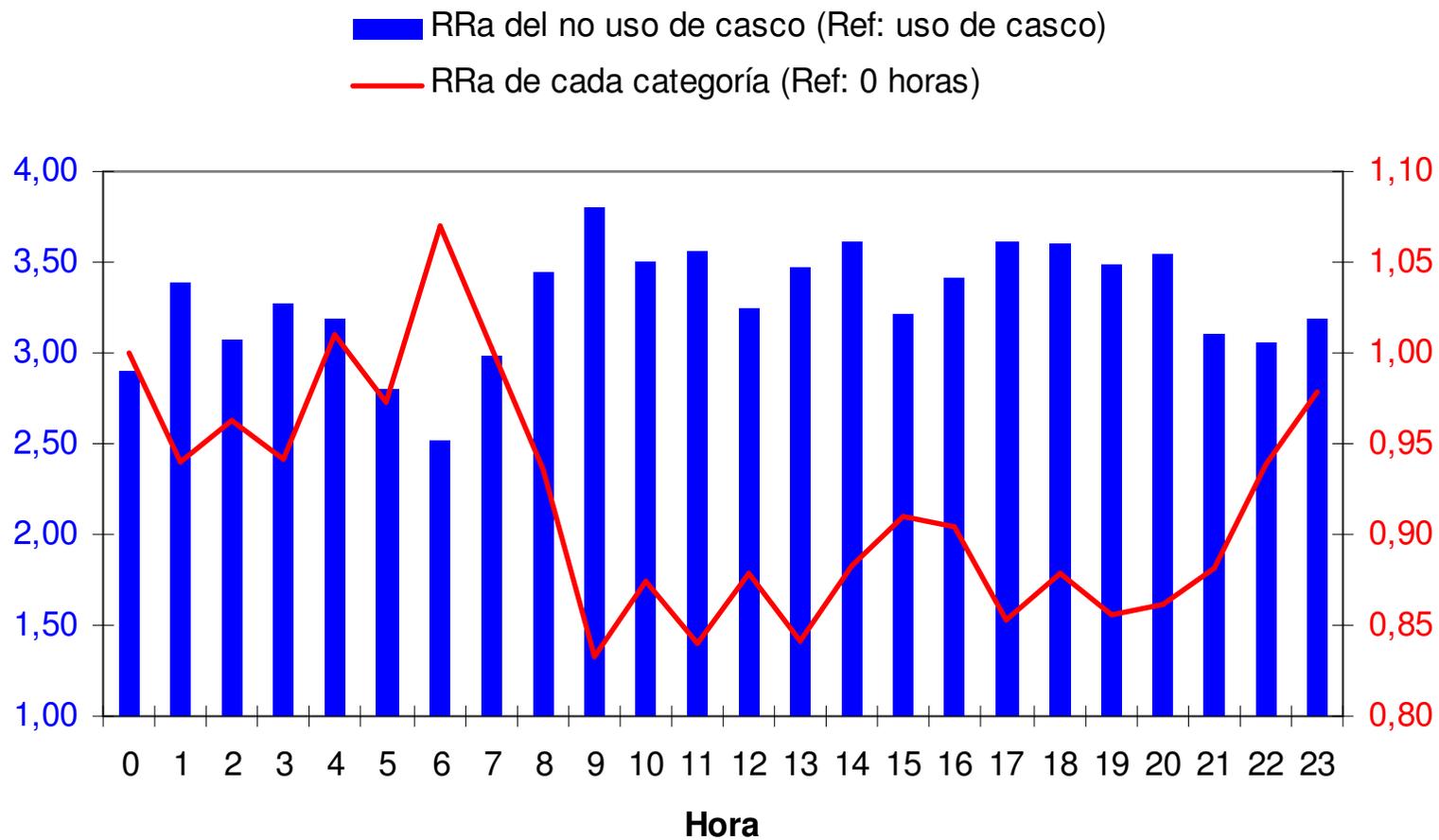
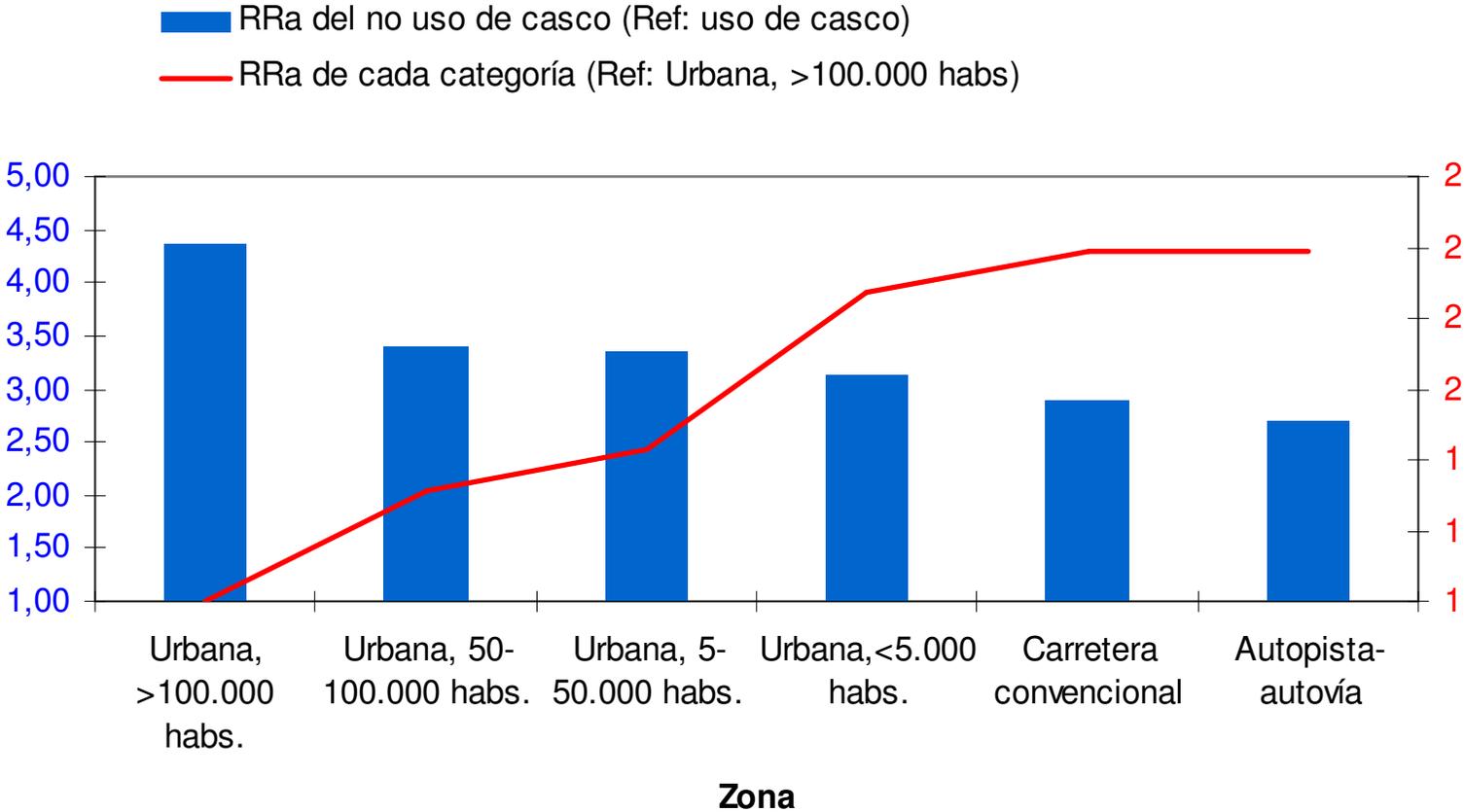


Figura 4. Modificación del RRa del no uso de casco sobre el riesgo de lesión en la cabeza, según la zona donde se produjo el accidente



DISCUSIÓN

1. CONSIDERACIONES METODOLÓGICAS

1.1. DISEÑO DE ESTUDIO

Para alcanzar los objetivos del estudio se ha planteado analizar la serie de casos constituida por conductores y pasajeros de un VDRM implicados en accidentes de tráfico con víctimas. Como ya se comentó en la introducción, las series de casos obtenidas a partir de registros, bien policiales o bien asistenciales, son la fuente de información más comúnmente empleada para analizar los factores asociados a la gravedad de las lesiones accidentales (Villalbí y Pérez, 2006). En nuestro caso, el seguimiento, durante al menos 24 horas, de todos los sujetos incluidos en el registro de ocupantes del VDRM implicados en accidentes de tráfico (con el objeto de verificar su fallecimiento o su ingreso hospitalario), nos permite analizar dicha serie de casos como si se tratara de un estudio de cohortes, al igual que se hace en la mayoría de estudios revisados (Norvell y Cummings, 2002; Cummings et al., 2003; Lardelli et al., 2006).

Por otra parte, en el presente estudio se han considerado, para su posterior análisis, cuatro series de casos:

- A. La constituida por los pares conductor-pasajero ocupantes del mismo VDRM accidentado.
- B. La que incluye a todos los conductores de VDRM implicados en accidentes de tráfico con víctimas. A su vez, la serie anterior se ha estratificado en otras dos series:
 - b.1 La de los conductores que viajaban solos.
 - b.2 La de los que lo hacían acompañados.

La razón de esta multiplicidad de diseños y de análisis es la siguiente:

El análisis de la primera serie (la emparejada), permite identificar el efecto de los factores dependientes del conductor sobre lo que, en la introducción, hemos denominado vulnerabilidad: transferencia e impacto de la energía sobre los ocupantes, una vez que ésta ha sido liberada como consecuencia de la colisión. Ello es así porque los pares de sujetos analizados han sufrido exactamente el mismo accidente y, por consiguiente, las diferencias en su morbi-mortalidad no pueden estar asociadas con la gravedad intrínseca del mismo. Así, pues, y de acuerdo con lo establecido en la bibliografía (Norvell y Cummings, 2002; Cummings et al., 2003), podemos considerar este diseño como el de referencia, a la hora de contrastar las estimaciones obtenidas mediante otras estrategias. Sin embargo, este diseño emparejado no está exento de limitaciones, algunas de las cuales ya han sido reconocidas por Norvell y Cummings (2003), y entre las que cabe destacar las siguientes:

- Sólo permite estudiar aquellas variables recogidas simultáneamente para conductores y pasajeros. En el caso del registro español de accidentes de tráfico, tan sólo la edad, el sexo, el uso o no de casco y la posición en el vehículo cumplen este requisito. Las restantes variables individuales sólo están recogidas para el conductor del vehículo, pero no así para el otro ocupante del mismo. Por tanto este diseño no permite estudiar el efecto de otros factores sobre la vulnerabilidad, caso del consumo de alcohol u otras drogas, o la existencia de defectos físicos o minusvalías. Esta situación no es exclusiva del registro español. En la mayoría de los registros policiales, la información sobre los ocupantes no conductores de los vehículos implicados en accidentes de tráfico es muy escasa (Smink y Cummings, 2006).

- Obviamente, el diseño emparejado del estudio sólo permite estudiar el efecto de los factores antes citados sobre la vulnerabilidad, pero no sobre la gravedad intrínseca del accidente, que es otro de los objetivos del presente estudio. Para saber si, por ejemplo, los conductores jóvenes, o varones, o los que no utilizan casco, se implican en accidentes intrínsecamente más graves que los conductores de más edad, de sexo femenino, o que sí usan casco, es imprescindible utilizar un diseño no emparejado en el que, precisamente, se disponga de una serie de conductores implicados en accidentes de diferente gravedad. Esta es la razón que justifica la necesidad de estudiar la base de datos, no emparejada, que incluye a todos los conductores de VDRM implicados en accidentes de tráfico con víctimas. En ella se dispone de conductores implicados en accidentes de diferente gravedad para los que, además, se cuenta con información sobre numerosos factores de riesgo que pueden influir en ella, aparte de la edad, el sexo y el uso o no de casco. Sin embargo, y a diferencia de la situación anterior, no disponemos de un diseño de referencia emparejado en el que tal emparejamiento permitiera un perfecto control de la vulnerabilidad.

- Las estimaciones obtenidas con este diseño sólo son aplicables a aquellos accidentes de VDRM en los que el vehículo está ocupado por dos personas: conductor y pasajero. Estos accidentes representan una proporción relativamente pequeña del total de accidentes de VDRM y, por otra parte, es plausible suponer que las circunstancias que concurren en ellos pueden diferir de las que implican a los VDRM con un solo ocupante. Esta última hipótesis puede ser contrastada a partir de nuestros datos: basta con comparar las características del accidente, de los vehículos y de los conductores de VDRM accidentados con y sin pasajero. Este ha sido el motivo de la estratificación, en solos y acompañados, de la serie total de conductores accidentados, comentada más arriba. Esta comparación demuestra que no hay diferencias importantes.

Si bien la validez teórica del diseño emparejado ha sido clave, a la hora de optar por su uso como modelo de referencia para estimar, en nuestro estudio, el efecto de los factores

individuales sobre la vulnerabilidad, existen en la bibliografía otras propuestas diferentes a este respecto. Por ejemplo, algunos autores restringen el análisis a accidentes de tráfico de un tipo particular - por ejemplo, colisiones entre dos vehículos o de un vehículo con un objeto inerte, colisiones frontales (Huelke y Compton, 1995), vuelcos (Conroy et al., 2006 - para tratar de reducir con ello la variabilidad dependiente de la gravedad intrínseca del accidente. En este sentido, debemos ser cautos a la hora de comparar los resultados arrojados por diferentes estudios, aunque por otra parte, como veremos en el apartado de discusión de los resultados, las estimaciones son en muchas ocasiones concordantes pese a la variabilidad de análisis utilizado. Sin embargo, para estimar el efecto de los factores de riesgo sobre la gravedad intrínseca del accidente, no hemos encontrado en la literatura diseños epidemiológicos apropiados con los que comparar nuestras estimaciones.

1.2. HIPÓTESIS DE ESTUDIO

Para alcanzar uno de los objetivos propuestos, como es el poder diferenciar los dos componentes que influyen en el riesgo de muerte tras el accidente, hemos diseñado un modelo causal cuyas hipótesis se expusieron en el apartado de métodos. Creemos que algunas de dichas hipótesis requieren una pequeña reflexión.

En primer lugar, considerar que el riesgo de muerte depende sólo de la gravedad intrínseca del accidente y de la vulnerabilidad de los sujetos implicados es, ciertamente, una simplificación: factores asociados a la calidad de la atención sanitaria dispensada a las víctimas, actuando en la fase de postrauma, pueden influir fuertemente en su pronóstico. Hubiera sido de gran interés considerar el efecto de dichos factores sobre la mortalidad post accidente, lo que no fue posible debido a que en la base de datos de la DGT no existe información alguna a este respecto, carencia que se detecta igualmente en otros estudios (Lardelli-Claret et al., 2003; Evans, 2001; O'Neill y Mohan, 2002). Ante esta limitación, cabe preguntarse si el efecto de este tercer componente (la calidad de la atención sanitaria), podría distorsionar las estimaciones obtenidas en nuestro estudio para los otros dos componentes. Respecto a los factores de riesgo dependientes del ocupante del VDRM implicados en nuestro modelo causal, consideramos que la calidad de la atención sanitaria proporcionada a los lesionados por AT no es un factor de confusión de la relación entre dichos factores y la muerte tras el accidente. Para ello, debemos asumir que todos los sujetos que han resultado lesionados reciben la misma atención sanitaria, con independencia de sus características individuales antes de que el accidente tuviera lugar. Esta hipótesis es plausible, pero no puede ser contrastada con nuestros datos, porque no puede descartarse la existencia de un efecto confusor residual relacionado con, entre otros factores no medidos, la atención sanitaria prestada a las víctimas, y que pudieran estar distorsionando en cierto grado nuestras estimaciones de efecto de los factores individuales. Para muchos de los factores dependientes del ambiente, tanto temporales como espaciales, la

situación es otra. Por ejemplo, para explicar la diferente letalidad de los accidentados en función del tamaño del municipio donde ocurre la colisión, sí que es plausible proponer que parte de estas diferencias se deba a la diferente calidad de la atención sanitaria recibida por las víctimas. Por tanto, la posible existencia de confusión debida a la asistencia sanitaria, aunque no es mensurable en nuestro estudio, debe considerarse en la discusión del efecto de los factores relacionados con el ambiente.

Por otra parte, se asume la existencia de una fuerte correlación entre los riesgos de fallecer del conductor, del pasajero y de terceras personas implicadas en un mismo AT, pues en gran medida dependen del mismo factor: la gravedad intrínseca del accidente. De esta manera, al aplicar nuestro método de descomposición y estimar los factores asociados a la vulnerabilidad del conductor, estamos empleando la mortalidad del pasajero y de terceras personas para ajustar la confusión introducida por la gravedad intrínseca del accidente. El ajuste sería perfecto si la mortalidad del pasajero y de terceras personas se correlacionara perfectamente con la gravedad intrínseca del accidente, sin embargo esto no es así, sobre todo para el caso de terceras personas, pues su riesgo de muerte dependerá de muchos otros factores (entre ellos, su propia vulnerabilidad).

Hemos asumido que el pasajero es un sujeto pasivo en la producción y calificación del accidente, de manera que la gravedad intrínseca del mismo no se modifica directamente en función de sus características. Sin embargo, esta asunción no siempre se cumple, y es fácil imaginar ejemplos en los que no sólo la presencia del pasajero, sino sus características, influyen directamente en la gravedad intrínseca del accidente, por ejemplo, modificando la cantidad de energía cinética liberada: imaginemos dos VDRM en circulación, y ambos con dos ocupantes. Ante la necesidad de parada, y bajo idénticas circunstancias (factores del conductor, del ambiente y del vehículo), excepto el peso del pasajero, la distancia de frenado será menor para el vehículo que porte un pasajero de menor peso. Esta distancia podría ser suficiente incluso para evitar la producción de un accidente, o bien condicionar la cantidad de energía liberada en caso de ocurrir una colisión. Estaríamos ante un caso en el que un factor del pasajero haría variar la gravedad intrínseca del accidente, con lo que nuestro supuesto no se cumpliría. Así pues, lo que realmente planteamos es que, en comparación con el efecto que ejercen las características del conductor, la magnitud del efecto de las características de los pasajeros en relación con la gravedad intrínseca del accidente es irrelevante.

En relación con los factores que influyen sobre la vulnerabilidad de los ocupantes ante el efecto de la energía transferida como consecuencia de un accidente, parece bastante lógico pensar que únicamente aquellos relacionados con el propio individuo sean los que podrían asociarse a una mayor o menor fragilidad de sus tejidos. De hecho, algunos autores (Li et al., 2003; Meuleners et al., 2006) hablan de la existencia de una mayor o menor fragilidad individual, término que quizá resulte más intuitivo. Como ejemplo, basta pensar en los cambios

fisiológicos asociados al incremento de edad de cualquier sujeto, que teóricamente lo harán menos resistente al efecto de la energía.

Creemos que las hipótesis 5 y 6 no requieren una reflexión particular: es fácil imaginar que los ocupantes de un mismo VDRM guardan algún tipo de relación entre sí, con lo que sus factores individuales, especialmente los demográficos, pueden estar asociados. Así, pensamos con facilidad en un ciclomotor cuyos ocupantes sean ambos jóvenes adolescentes, o bien una motocicleta de gran cilindrada conducida por un varón y cuyo ocupante sea una mujer. Por otra parte, es evidente la estrecha relación existente entre las características de los ocupantes y los factores dependientes del ambiente, el tipo de accidente y el vehículo. La mayor frecuencia de conducción nocturna, de accidentes simples o de conducción de ciclomotores por parte de los conductores más jóvenes, con respecto a los de mayor edad, son ejemplos que ilustran claramente esta asociación (Yau, 2004; Yannis et al., 2005; Mullin et al., 2000; Rutter y Lyn, 1996).

Finalmente, en relación con la última hipótesis de nuestro trabajo, hemos asumido que el efecto que los distintos factores individuales pueden ejercer sobre la vulnerabilidad de los ocupantes del VDRM no tiene porqué depender de su posición en el vehículo (conductor o pasajero). Esta hipótesis, que nos permite aplicar nuestro modelo de descomposición tomando como variable dependiente la muerte del pasajero en unos casos y del conductor en otros, sí ha podido ser contrastada, a partir del diseño emparejado, comprobando la ausencia de interacción entre la posición y las restantes variables independientes introducidas en el modelo (edad, sexo y uso de casco). Por ello, a lo largo de la presente discusión, así como en las conclusiones de nuestro estudio, haremos referencia al efecto de las características individuales sobre la vulnerabilidad de los ocupantes del VDRM, con independencia de su condición de conductores o pasajeros.

1.3. POBLACIÓN DE ESTUDIO Y FUENTE DE INFORMACIÓN

Para abordar el problema de estudio planteado hemos analizado la información disponible en la base de datos de la DGT, cuyas principales limitaciones, así como los posibles sesgos que, derivados de ellas, se han podido introducir en nuestras estimaciones, comentaremos a continuación. En principio, la propia definición de la población de referencia, es decir, los ocupantes de VDRM que se vieron implicados en un AT con víctimas, ya lleva aparejado un sesgo de selección. Efectivamente, de esta definición quedan excluidos los accidentes de VDRM en los que sólo hay daños materiales. Es lógico plantear que el efecto de algunos de los factores estudiados va a ser, precisamente, el de convertir un accidente con víctimas (incluido en el registro), en otro sin víctimas (que, por definición, queda excluido del registro). Tal podría ser, por ejemplo, el efecto del casco. Su uso, sin duda, va a hacer que accidentes potencialmente graves o incluso mortales sean tan sólo accidentes con daños materiales. ¿En

qué medida afecta esta selección a las estimaciones del estudio? Por ejemplo, para estimar el incremento de riesgo asociado al no uso del casco en condiciones ideales, habría que obtener el siguiente RR:

Incidencia de muerte en los no usuarios de casco / Incidencia de muerte en los usuarios de casco (1)

El numerador de la expresión (1) (Incidencia en expuestos) sería el cociente:

Defunciones entre no usuarios / No usuarios implicados en todos los accidentes (2)

El denominador de la expresión (1) (Incidencia en no expuestos) sería el cociente:

Defunciones entre usuarios / Usuarios implicados en todos los accidentes (3)

Si, de acuerdo con la hipótesis anterior, el uso de casco hace que algunos accidentes pasen de ser mortales a no producir lesión alguna, es evidente que el denominador de la expresión (3) está infraestimado en nuestro estudio, pues un porcentaje indeterminado de usuarios de casco implicados en un AT no sufren lesión y son excluidos. Por lo tanto, dicha infraestimación conduce a una sobreestimación del cociente (3). Ello, a su vez, hace que el RR realmente calculado en nuestro estudio esté sesgado hacia el nulo; es decir, infraestime el RR real.

Un segundo punto de interés es valorar en qué medida la base de datos utilizada, es decir, el registro de accidentes de tráfico con víctimas de la DGT, tiene una buena cobertura con respecto a la verdadera población de referencia del estudio, es decir, el total de accidentes de tráfico de VDRM en el que ha habido algún lesionado. En España aún no se han realizado estudios para cuantificar esta cobertura, aunque fuentes consultadas en el seno de la propia DGT advierten que dista bastante de ser óptima. De hecho, existen evidencias indirectas de este fenómeno, basadas en la comparación de las estimaciones de lesividad y letalidad procedentes de los registros policiales, con los datos del Conjunto Mínimo Básico de Datos de Altas Hospitalarias (Grupo de trabajo sobre la medida del impacto en salud de los accidentes de tráfico en España, 2004). En cualquier caso, hemos de asumir que en nuestro país, como en la mayoría de aquellos para los que se dispone de estudios de validación de registros policiales, la falta de cobertura estará también asociada a la gravedad del accidente, al lugar en que éste ocurre y al número de vehículos implicados. Así, la proporción de subnotificación y subregistro será mayor para los accidentes menos graves, los que ocurren en zonas urbanas y los que involucran tan sólo a un vehículo (Rosman, 2001; Alsop, 2001; Lin et al., 2003; Jiménez-Moleón et al., 2004; Lardelli-Claret et al., 2005). En nuestro estudio en particular el problema se agrava, ya que la mayoría de los AT de VDRM, especialmente los que implican a ciclomotores, ocurren en áreas urbanas, donde ya hemos dicho que la tasa de subregistro es mayor. Ante este problema, de nuevo hemos de preguntarnos de qué forma puede sesgar nuestras estimaciones de RR. El subregistro que depende específicamente de la zona y del

número de vehículos, producirá un sesgo de sentido impredecible; sin embargo, es lógico suponer que la infranotificación de los accidentes menos graves produzca de nuevo un sesgo hacia el nulo. Si tomamos una vez más el ejemplo del no uso de casco, la subnotificación de los accidentes menos graves producirá una infraestimación de los denominadores de las ecuaciones (2) y (3) antes expuestas. Sin embargo, esta infraestimación afectará más al denominador de la ecuación (3), donde la gravedad media del total de accidentes será menor que la del denominador de la ecuación (2) (asumiendo que el uso de casco reduce la gravedad de las lesiones). Ello hace que la sobreestimación de las incidencias de defunción sea mayor para los no usuarios de casco, con lo que el RR queda sesgado hacia el nulo.

En referencia a la calidad de los datos recogidos, la valoración subjetiva de muchos factores incluidos en el registro, el elevado número de datos faltantes, así como la asignación de los conductores a categorías excluyentes para algunas variables, probablemente tenga como resultado la introducción de diversos sesgos de clasificación. Esto puede ser particularmente importante para una de las dos variables dependientes del estudio: la localización de las lesiones en la cabeza. Como puede observarse en los métodos, la variable originalmente recogida por la policía consta de 11 categorías (regiones corporales) mutuamente excluyentes, una de las cuales es la cabeza. En el boletín se consigna, teóricamente, la localización con las lesiones más graves, a juicio del agente que lo cumplimenta. Por lo tanto, y en relación con la variable ideal, hay dos claras fuentes de error:

- El error que depende de la incorrecta forma en que la variable está construida, lógicamente conducente a una subestimación de la frecuencia de lesiones en cualquier localización, incluida la cabeza. Esta situación se producirá ante un sujeto con lesiones en la cabeza y en al menos otra localización (algo por lo demás bastante habitual), siempre que el policía estime como más graves las lesiones en estas otras localizaciones. En principio, y específicamente para la lesión en la cabeza, la magnitud de esta subestimación no debe ser muy grande, ya que la elevada gravedad estimada “a priori” para una lesión craneal hará, en la mayoría de los casos, que el policía la sitúe por delante de la de cualquier otra región anatómica.
- El error que depende del juicio subjetivo del policía que investiga el accidente. Esta fuente de error es, en principio, bastante más importante que la anterior. Es lógico pensar que la capacidad diagnóstica del agente de policía en el lugar del accidente está muy alejada de cualquier “patrón diagnóstico de referencia”. Y esta situación puede ser aún más grave en el caso de las lesiones craneales: al ser muchas de ellas internas, salvo el deterioro o pérdida de la conciencia, no producen lesiones externas reconocibles, por lo que pueden pasar desapercibidas para el policía.

En principio, los dos errores antes mencionados conducirían a una subestimación de la incidencia de lesión en la cabeza. Y ello no tendría mayor importancia si dicha subestimación fuera no diferencial, afectando con igual magnitud a todos los sujetos implicados en el AT, con independencia de sus características. Sin embargo, es fácil entender que esto no siempre va a ser así. Es fácil imaginar situaciones en las que, el hecho de que un motorista accidentado lleve puesto el casco, induzcan al agente a pensar que no hay tales lesiones, especialmente cuando éstas sean internas (habituales en los usuarios de casco), imposibles de ser advertidas a simple vista. En esta situación, existe la posibilidad de sobreestimar el efecto protector del casco sobre el riesgo de sufrir lesiones en la cabeza, debido a la introducción de falsos negativos en los sujetos accidentados con casco.

Con respecto a la otra variable dependiente (la defunción), el problema no reside en la subjetividad del juicio del agente, sino en el período de seguimiento. Aunque la DGT proporciona desde 1993 datos de mortalidad a 30 días del accidente, sus registros sólo contienen los fallecidos a 24 horas (el número final de defunciones a 30 días se obtiene por estimación indirecta). Así pues, los ocupantes de VDRM que mueren a partir de las primeras 24 horas tras el accidente son, en nuestro estudio, mal clasificados como vivos, con lo cual disminuye la magnitud del riesgo de muerte estimado. Si la probabilidad de morir tras las 24 primeras horas estuviera influida por las características del ocupante, de nuevo estaríamos introduciendo un sesgo de clasificación en las estimaciones de los RR. Esto podría ocurrir, por ejemplo, para los sujetos de mayor edad, que claramente se relacionan con un peor pronóstico: debemos asumir, por tanto, que el riesgo de fallecer para los ocupantes de VDRM de más edad está siendo infraestimado en nuestro estudio.

Por otra parte, diversos sesgos de clasificación también pueden afectar a las variables independientes del estudio. En este sentido, las menos afectadas son aquellas más fácilmente objetivables, para las que, de hecho, no hay datos faltantes: incluimos en este grupo el tipo de vehículo, el número de vehículos implicados y todas las variables ambientales consideradas. En una situación intermedia se sitúan algunas características del conductor, como la edad, el sexo, la nacionalidad, el motivo del desplazamiento o la tenencia o no de un permiso válido. Un tercer grupo de variables, más expuestas a la introducción de sesgos de clasificación, sería el representado por las características del accidente, así como por la comisión de infracciones, tanto sobre la velocidad como de otro tipo. En el grupo de “alto riesgo de sesgo” debemos incluir variables dependientes tanto del criterio subjetivo del policía como de la veracidad de la información proporcionada por el ocupante del VDRM. Aquí se incluirían las circunstancias psicofísicas, la presencia de discapacidades o las horas de conducción continuada. Las estimaciones proporcionadas para este último grupo de variables han de ser, por tanto, valoradas con suma cautela.

Mención especial requiere la principal variable independiente de nuestro estudio: el uso de casco. En principio, se trata de una variable fácilmente objetivable por el agente de policía, cuya principal fuente de mala clasificación dependería de la intención deliberada, de él o de los ocupantes del VDRM, de falsear la información registrada en el parte. Esta situación podría haberse dado en algunas ocasiones, puesto que el no uso de casco está sancionado por el código de la circulación y puede, además, tener implicaciones económicas, a la hora de recibir indemnizaciones por parte de las compañías aseguradoras. Así pues, cabe admitir que una proporción indeterminada de los que refieren haber usado el casco son, en realidad, no usuarios. Si dicha proporción no dependiera de la gravedad del accidente, ello conduciría a un sesgo hacia el nulo en la estimación del incremento de riesgo de muerte o lesión craneal asociado al no uso de casco, pues este riesgo quedaría sobreestimado en los que sí dicen usarlo. En el caso contrario, si el registro de uso de casco cuando en realidad no se ha utilizado se realiza preferentemente en los accidentes de menor gravedad, la utilización de casco aparecerá falsamente como una variable protectora.

Por otra parte, llama la atención la elevada proporción de datos faltantes para esta variable. Como se comentará en la siguiente sección, esta situación, que también se da para otras variables independientes como las infracciones sobre la velocidad, ha motivado el que no hayamos excluido a estos sujetos del estudio. Puesto que desconocemos las razones que pueden conducir a la no incorporación de esta información en el parte de accidente, posiblemente bastante heterogéneas, es imposible explicar el efecto asociado a este grupo de sujetos que, como puede comprobarse en los resultados, consiste, paradójicamente, en una reducción de su riesgo de muerte y un aumento de su riesgo de lesión en la cabeza, con respecto a los sujetos que sí usan casco. Es posible que parte de estos sujetos sean ocupantes de VDRM que no han podido ser identificados por el agente de policía por haber desaparecido de la escena del accidente, lo que explicaría su asociación con una menor letalidad. Es más difícil sin embargo, explicar su mayor incidencia de lesión en la cabeza.

Finalmente, en relación con el uso de casco, el registro de accidentes de la DGT no contiene información alguna sobre las características del casco o su colocación, lo que lógicamente limita la capacidad de nuestro estudio para hacer una valoración más precisa de su efecto sobre el riesgo de muerte y de lesión craneal.

1.4. ESTRATEGIAS DE ANÁLISIS

A partir del modelo causal propuesto para el análisis de la letalidad, hemos elaborado 4 modelos de regresión múltiple de Poisson para la obtención de los RR, crudos y ajustados. El empleo de la regresión de Poisson se justifica por el hecho de que, tal y como han descrito Norvell y Cummings (2002), en los diseños emparejados es el modelo que proporciona estimaciones del efecto menos sesgadas. Por lo demás, en el modelo de Poisson el parámetro

“natural” es precisamente el RR, que es la medida de fuerza de asociación indicada para un estudio de cohortes, como el presente; mientras que en el caso del modelo logístico es la odds ratio. Aunque no se muestran en la presente memoria, y en total consonancia con lo expuesto por los dos autores antes mencionados, al aplicar modelos de regresión logística a los datos del diseño emparejado, los valores de odds ratio obtenidos son, para todas las variables, considerablemente superiores a las correspondientes estimaciones de RR calculadas mediante la regresión de Poisson. Lógicamente, esta elección nos condujo igualmente al empleo de la regresión de Poisson en los restantes diseños no emparejados utilizados, lo que nos permitiría comparar adecuadamente sus correspondientes estimaciones de RR con las del modelo de referencia.

En relación con el tratamiento de los datos faltantes, salvo para la variable edad, se han calculado RR para aquellas categorías con valores desconocidos o faltantes de cada una de las variables independientes. La razón de este proceder se fundamenta en dos hechos:

- El elevado número de datos faltantes para algunas variables del estudio hubiera obligado a una drástica reducción del tamaño muestral en los análisis multivariantes, distorsionando con ello la representatividad de la muestra final, así como las comparaciones con las estimaciones crudas.
- En cualquier caso, una vez realizado el análisis multivariante con la muestra restringida (es decir, sólo con los sujetos sin ningún dato faltante para el conjunto de variables independientes), comprobamos que, si bien las estimaciones puntuales se modificaban en algunos casos, el patrón global de asociaciones se mantenía prácticamente igual al obtenido con la muestra completa (este análisis restringido no se ha incluido en la memoria).

Asumimos que el incluir, como una categoría más de las variables del modelo, a los sujetos con datos faltantes puede introducir un sesgo de magnitud y sentido impredecible (Greenland y Finkle, 1995; Schafer, 1997). Sin embargo, y de acuerdo con lo expuesto anteriormente, creemos que dicho sesgo no debe ser de suficiente magnitud como para distorsionar de forma considerable el patrón de asociaciones obtenido en nuestro estudio. Por otra parte, el método de imputación múltiple, que hubiera sido el idóneo en esta situación, tiene demasiados problemas para su aplicación en el caso de diseños apareados como para que se haya empleado en nuestro estudio, siendo uno de los problemas pendientes de resolver satisfactoriamente en este tipo de diseños.

Con respecto a los RR obtenidos para estas categorías de datos faltantes, podemos comprobar cómo muchos de ellos difieren considerable y significativamente del valor nulo. Sin embargo, la ausencia de información sobre las causas que justifican estas pérdidas nos impiden hacer una interpretación de estas asociaciones. Por ello, a lo largo de la presentación de los resultados, así como de su discusión, no hacemos referencia alguna a las estimaciones obtenidas para

estas categorías. Lo mismo podemos decir para aquellas categorías designadas como “otros”, pues reúnen una serie de factores que no pueden ser incluidos en otros grupos siguiendo un criterio unánime. Son, pues, un “cajón de sastre” sobre el que poco puede interpretarse.

Otro aspecto de la estrategia de análisis que creemos debe destacarse, hace referencia a la significación estadística de los resultados. Dado el elevado número de comparaciones efectuadas, podríamos haber considerado penalizar el valor de p para corregir la más que probable obtención de asociaciones significativas simplemente por azar. El problema de las comparaciones múltiples es común a la mayoría de los trabajos de investigación que se publican en la actualidad. Una revisión de la bibliografía al respecto (Rothman y Greenland, 1998) nos haría ver que no hay una solución a tal problema unánimemente aceptada por estadísticos e investigadores en general. Así, si la no penalización del valor de p conduce a la obtención espuria de asociaciones estadísticamente significativas, su penalización reduce considerablemente la potencia de los estudios para identificar asociaciones reales. Por otra parte, el espíritu típicamente exploratorio de estudios como el presente obliga a no despreciar ninguna significación, aunque sea “forzada”, ya que la capacidad generadora de hipótesis explicativas se vería muy mermada con dichas correcciones. Finalmente, hay que tener en cuenta el progresivo cambio de enfoque de la investigación actual: La importancia de identificar asociaciones “estadísticamente significativas” (i.e. $p < 0.05$), va dando paso cada vez con más fuerza a la identificación de asociaciones “epidemiológicamente relevantes”, es decir, de suficiente magnitud como para que tengan implicaciones reales en el ámbito de la salud.

En nuestro estudio, sin embargo, creemos que las reflexiones anteriores se ven matizadas por el hecho de que nuestro tamaño muestral es, en comparación con la mayoría de estudios, importante. Así, la mayor parte de las diferencias entre estimadores son estadísticamente significativas, a pesar de que su relevancia epidemiológica pueda ser escasa o nula. Otro tanto puede decirse de los intervalos de confianza. Aun contruidos al 95%, su rango es tan estrecho que convierte en estadísticamente significativas asociaciones muy próximas a la unidad. Por ello, a la hora de exponer e interpretar los resultados y asociaciones obtenidos, aún manteniendo el nivel de significación estadística en 0,05, no hemos incidido particularmente en destacar la obtención o no de tal significación sino, especialmente, en la magnitud de la asociación y, en cualquier caso, en otros criterios de causalidad unidos a ella, como la consistencia, la plausibilidad biológica o la existencia de gradientes dosis-respuesta. De hecho, destacar simplemente los resultados estadísticamente significativos nos hubiera llevado a tratar de interpretar infinidad de asociaciones que, a nuestro juicio, carecen de trascendencia epidemiológica alguna y que se han obtenido sólo gracias al elevado número de sujetos incluidos. Mención especial merece el tratamiento de la edad. Su inclusión como variable continua justifica el que los RR obtenidos para cada año de envejecimiento, siendo sumamente próximos a la unidad, merezcan ser tenidos en cuenta. También merece un comentario aparte el estudio de las interacciones. En este caso, pero sólo para las evaluadas en relación con el

efecto del no uso de casco sobre el riesgo de lesión en la cabeza, hemos rebajado el nivel de significación estadística hasta 0,01, debido a que, en este análisis, el elevadísimo tamaño muestral convertía en significativas, para $p < 0,05$, varias interacciones cuya magnitud era absolutamente irrelevante. De hecho, y aún tras rebajar el límite de significación a 0,01, puede comprobarse cómo muchas de las oscilaciones en los RR del no uso de casco para los diferentes estratos de la variable de interacción siguen siendo muy pequeñas, a pesar de haber alcanzado la significación estadística.

Finalmente, en relación a nuestra asunción del efecto global (riesgo de muerte) como el producto del efecto de sus dos componentes (gravedad intrínseca y vulnerabilidad), no se trata de un planteamiento particularmente novedoso: los modelos de regresión de Poisson, ampliamente utilizados en la actualidad para cuantificar la asociación de un factor de riesgo con un problema de salud, se basan en la estimación de riesgos relativos, que en definitiva cuantifican por cuánto hay que multiplicar el riesgo de los sujetos no expuestos a dicho factor para obtener el riesgo de los que sí están expuestos a él. En ausencia de interacción entre dos factores de riesgo, dichos modelos asumen que el riesgo asociado a la presencia simultánea de dos factores de riesgo, se obtendrá multiplicando el riesgo basal por el producto de los riesgos relativos asociados a cada factor. Nuestro modelo de análisis no se aparta de este razonamiento, biológicamente plausible aunque, por supuesto, no demostrable empíricamente a partir de nuestros datos: asumimos que el riesgo relativo de muerte post AT asociado a cada factor de riesgo es el producto del RR asociado al efecto de dicho factor sobre la gravedad intrínseca del accidente por el efecto de dicho factor sobre la vulnerabilidad del sujeto. De forma muy simplificada, si ambos componentes se modelizaran como variables dicotómicas, nuestro modelo multiplicativo, sobre el que se asentaría el análisis del efecto de cada factor de riesgo investigado, se podría representar de la siguiente forma:

		VULNERABILIDAD DE LOS OCUPANTES	
		Baja	Alta
GRAVEDAD INTRÍNSECA DEL ACCIDENTE	Baja	Riesgo basal de muerte	Riesgo basal x RR_{ALTA VULNERABILIDAD}
	Alta	Riesgo basal x RR_{ALTA GRAV. INTRÍNSECA}	Riesgo basal x RR_{ALTA VULNERABILIDAD} X RR_{ALTA GRAV. INTRÍNSECA}

Evidentemente, el que en nuestro estudio el producto de los dos componentes arroje un valor muy similar al obtenido para el riesgo de muerte global, es causa necesaria, pero no suficiente, a la hora de sustentar la validez del modelo de descomposición propuesto. De hecho, la validación de éste no es, ni puede serlo con el diseño utilizado, uno de los objetivos del estudio. Sin embargo, creemos que el resultado de las comparaciones realizadas, basándose en este modelo multiplicativo, sí que apoya el planteamiento teórico de nuestra propuesta, a la vez que abre nuevos caminos de investigación a la hora de plantear estudios específicamente diseñados con el objetivo de validar nuestro modelo de descomposición.

2. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación, vamos a comentar los principales hallazgos obtenidos de nuestro análisis, comparándolos, en su caso, con la bibliografía revisada. Para facilitar la lectura vamos a realizar, en primer lugar, algunos comentarios generales referidos al patrón global de asociaciones encontradas, tanto sobre el riesgo de muerte como sobre el de lesión en la cabeza en los ocupantes de VDRM implicados en AT con víctimas. Posteriormente, para cada uno de los potenciales factores de riesgo estudiados, realizaremos algunas consideraciones específicas de su efecto sobre la letalidad y el riesgo de lesión en la cabeza.

- Globalmente, las estimaciones ajustadas casi siempre arrojan valores más cercanos al nulo que las estimaciones crudas. Eso implica que las estimaciones crudas están confundidas y que, en general, el sentido de la confusión es que los factores de riesgo se asocian entre sí: por ejemplo, si en el análisis crudo las mujeres tienen 0,27 y en el ajustado 0,63, es porque parte del mayor riesgo de los varones en el análisis crudo se debe a que tienen otros factores de riesgo (por ejemplo, que van a más velocidad).

- Generalmente, el patrón de asociaciones para el riesgo de muerte es parecido al patrón de asociaciones para la lesión en la cabeza, aunque la fuerza de asociación para la lesión de la cabeza es casi siempre bastante menor que para la muerte, salvo para el no uso de casco (lo cual es lógico, pues el casco protege específicamente de la lesión en la cabeza). Este patrón es lógico, si asumimos que las lesiones más graves (con más repercusión sobre el riesgo de muerte) son las lesiones en la cabeza: es posible que una parte de la asociación entre FR y muerte se deba a la asociación entre FR y lesión en la cabeza, que sería una variable intermediaria de la muerte. Por otra parte, salvo el efecto del no uso de casco, todas las asociaciones entre FR y lesión en la cabeza son de magnitud pequeña. Esto es lógico: salvo el casco, la mayor parte del efecto de los FR sobre el riesgo de muerte se ejerce a otros niveles distintos a que haya o no haya lesión en la cabeza. Hay que tener en cuenta que en nuestro estudio sólo se consigna la localización de las lesiones, pero no su gravedad en cada localización (la gravedad global sólo se mide mediante el riesgo de muerte), aunque también es

verdad que para que se consigne lesión en la cabeza, ésta, teóricamente, tiene que haber sido más grave que la de las restantes partes del cuerpo.

No obstante, sobre el patrón general comentado en el párrafo anterior, hay unas excepciones que serán comentadas a su debido tiempo (es decir FR que tienen efectos opuestos sobre la muerte y sobre el riesgo de lesión en la cabeza): el sexo femenino, el tipo de vehículo, el número de vehículos implicados y la conducción bajo los efectos del alcohol.

- En general, el patrón de asociaciones hallado es consistente con lo publicado en la bibliografía, sobre todo en relación con la gravedad de otro tipo de accidentes que no implican VDRM, pero también para ocupantes de VDRM. Así, las estimaciones encontradas para factores como el sexo femenino, el casco, la velocidad, las infracciones, la hora del día o la zona del accidente son similares a las mostradas en la bibliografía revisada (Lam, 2003; Gabella et al., 1995; Broyles et al., 2003; Rutledge y Stutts, 1993; Quddus et al., 2002; Keng, 2005; Clark, 2003; Chang y Yeh, 2006). Este hecho refuerza la validez tanto de los datos empleados, (sin dejar de considerar sus limitaciones), como del diseño y análisis empleado, así como la consistencia de nuestros resultados.

Es reseñable que, para algunas variables, como el sexo varón, la existencia de circunstancias psicofísicas distintas de la normalidad, la conducción nocturna y, sobre todo, las infracciones sobre la velocidad, el efecto sobre la letalidad tras el accidente es similar al hallado en otros estudios en relación con la accidentalidad (Turner y McClure, 2003; Horswill y Helman, 2001; Lin et al., 2003; Lardelli-Claret et al., 2005; Richter et al., 2006; Aarts y Van Schagen, 2006; Krüger y Vollrath, 2004; Fergusson et al., 2003; Clarke et al., 2004). Es decir, parece existir un conjunto de factores que actúan sinérgicamente sobre la accidentalidad y sobre la gravedad del accidente, de forma que los conductores con mayor riesgo de sufrir un accidente son, en general, también aquellos con un mayor riesgo de implicarse en accidentes más graves.

Cabe destacar que, salvo raras excepciones, el patrón de asociaciones ajustadas con respecto al riesgo de muerte global, así como al de lesión en la cabeza, es muy similar entre conductores que van solos y conductores que van acompañados. Las diferencias en las estimaciones de RR entre ambos tipos de conductores son esencialmente cuantitativas, y de pequeña magnitud, sobre todo para los modelos ajustados. Este hallazgo resulta especialmente interesante: recordemos que nuestro modelo de descomposición sólo es aplicable a los conductores que van acompañados, que son una proporción relativamente pequeña con respecto al total de conductores de VDRM implicados en AT. Por ello, aunque no con total certeza, hay argumentos empíricos para pensar que la modelización del efecto de los FR sobre el riesgo de muerte global que hemos obtenido en los conductores acompañados, sería extrapolable a la totalidad de conductores.

2.1. FACTORES INDIVIDUALES

2.1.1. EDAD

Según nuestros resultados, de forma global, la edad se muestra como un factor de riesgo de fallecer tras sufrir un AT en VDRM, con una relación lineal entre el incremento en la edad y en el riesgo de muerte. Sin embargo, este incremento de riesgo parece deberse fundamentalmente a la mayor vulnerabilidad de los ocupantes de más edad, pues si consideramos de forma aislada la gravedad intrínseca de los accidentes de VDRM, vemos que los conductores más jóvenes son más proclives a verse involucrados en AT más graves, incluso letales. Esta distinción entre vulnerabilidad y gravedad intrínseca del accidente, y el efecto opuesto que la edad ejerce sobre ambos componentes del riesgo global de muerte tras el AT, podría ser la que explicara la diversidad de resultados, en ocasiones aparentemente contradictorios, encontrados por otros autores. Así, como vimos en el apartado de introducción, algunos autores (Mullin et al., 2000) señalaban que el riesgo de fallecer se incrementaba conforme lo hacía la edad, mientras que los trabajos de otros investigadores (Gladis et al., 2003) expresaban resultados contrapuestos, es decir, un aumento del riesgo de fallecer para los ocupantes de VDRM más jóvenes. En este último caso, el riesgo incrementado para los grupos de menor edad ha sido relacionado con otros aspectos individuales como la adopción de conductas de mayor riesgo en la carretera, aunque no todos los estudios atribuyen el exceso de riesgo de resultar lesionado por AT al factor edad, sino que podrían estar presentes otros aspectos como la inexperiencia de los conductores más jóvenes y su mayor implicación en accidentes (Meuleners, 2006). En general, nuestros resultados son consistentes con los de otros autores al estimar una mayor fragilidad para los conductores de cualquier tipo de vehículo accidentado (Li et al., 2003; Meuleners et al., 2006), así como los de Norvell y Cummings (2002) al encontrar una mayor vulnerabilidad para los motociclistas de mayor edad.

En relación a la mayor probabilidad de sufrir una lesión cefálica tras un AT en VDRM asociada a edades más avanzadas, nuestros resultados están en consonancia con los mostrados por otros autores (Javouhey et al., 2006), al estimar un incremento del riesgo conforme aumenta la edad. Entre las causas que podrían explicar en parte esta asociación se encontrarían, al igual que para el riesgo de muerte, la mayor fragilidad orgánica presentada por los sujetos más mayores. Sin embargo, no siempre es posible realizar comparaciones directas con los hallazgos de otros investigadores, en parte debido a la falta de existencia de criterios unánimes en cuanto a las definiciones de lesión cefálica y gravedad. Algunos autores advierten sobre la posible confusión introducida al distinguir entre lesión en la cabeza y lesión cerebral traumática. Para éstos, la lesión cefálica incluiría cualquier daño externo que afectase a la cara y cuero cabelludo pero no al cerebro (Javouhey et al., 2006). Sin embargo, en el registro de la DGT, la variable que recoge la posible localización de las lesiones categoriza entre lesión en cabeza, cara y cuello entre otras, no haciendo mención a la lesión cerebral de forma aislada. Además,

como ya hemos comentado anteriormente, debido a la propia sistemática de cumplimentación del registro por parte de los agentes de tráfico, cuando queda reflejada la existencia de una lesión en una determinada localización, el resto de posibles daños son ignorados y por tanto sólo estamos considerando que se ha producido una lesión en la cabeza cuando ésta ha sido considerada la de mayor gravedad por parte del agente.

2.1.2. SEXO

El sexo femenino se manifestó globalmente como un factor protector para la defunción del conductor, como ya lo hiciera en otros estudios en cuanto al riesgo de causar un accidente (Jiménez-Moleón et al., 2004). Puede que parte de esta disminución del riesgo se deba a la asociación entre sexo femenino y menor velocidad (Lardelli-Claret et al., 2005) lo cual estaría en consonancia con los resultados hallados a partir de nuestro modelo: el menor riesgo de fallecer por AT observado en las mujeres sería consecuencia de su implicación en accidentes intrínsecamente menos graves. Probablemente este hecho se deba en parte a un comportamiento más prudente por parte de las mujeres en la conducción de VDRM, en comparación con los varones. Sin embargo, y al igual que lo observado en otros trabajos que valoran específicamente la vulnerabilidad de los ocupantes de VDRM implicados en AT (Norvell y Cummings, 2002), nuestro estudio revela que son las mujeres las que, ante accidentes de igual gravedad intrínseca, mayor probabilidad tienen de morir tras el mismo. Además, empleando la misma metodología para la estimación de dicha vulnerabilidad, la magnitud de nuestro resultado (1,41) es similar a la estimada por estos autores (1,34). Incluso en otros estudios (Li et al., 2003) el efecto del sexo ha sido estudiado en combinación con la edad, mostrando resultados en el mismo sentido, es decir, un mayor riesgo de sufrir lesiones en las mujeres cuando se ven involucradas en accidentes de igual grado de severidad, debido a su mayor fragilidad. Este efecto contrapuesto del sexo en relación con la mortalidad por AT en VDRM, según consideremos la vulnerabilidad de los sujetos o la gravedad intrínseca de los accidentes en los que están involucrados, o bien el efecto conjunto, puede ser la explicación a lo que en otros trabajos (Evans, 2001b) ha sido considerado como un hallazgo paradójico, es decir, el hecho de encontrar una mayor mortalidad por AT en los varones en comparación con las mujeres a cualquier edad, a pesar de no existir en los mismos una mayor fragilidad. En estas ocasiones se ha impuesto la idea de la existencia de una mayor tendencia a la adopción de conductas de riesgo tales como el exceso de velocidad, el no uso de dispositivos de seguridad o la conducción bajo los efectos del alcohol por parte de los conductores varones, como razonamiento ante la evidencia de la mayor mortalidad masculina por AT.

En general, y a partir de la bibliografía consultada, podemos decir que observamos dos tipos de argumentaciones al respecto del efecto del sexo sobre la mayor o menor lesividad por AT. Una sugiere la existencia de un comportamiento de mayor riesgo por parte del sexo masculino en la conducción, y otra trata de relacionar el sexo femenino con una mayor fragilidad intrínseca. En

relación a la primera hipótesis, parece haber cierta unanimidad en cuanto a la agrupación de factores considerados como conductas de riesgo; entre estas se encuentran la velocidad, la conducción sin licencia, la conducción bajo los efectos del alcohol, entre otras (Turner, 2004), manteniéndose la opinión de los investigadores en cuanto a la mayor tendencia por parte de los conductores varones a asumir estos comportamientos. Como ya hemos mencionado, nuestros resultados podrían considerarse en consonancia con respecto a este argumento, en el sentido de considerar que el componente gravedad intrínseca del accidente sufrido por una conductora es menor con respecto al de un hombre, aunque en realidad nosotros estaríamos añadiendo con nuestro estudio un paso más en la demostración de la secuencia conducta de riesgo – resultado fatal de un AT. Aunque esta primera reflexión parece haber sido defendida clásicamente por muchos autores, observamos una intención creciente a favor de la demostración de la existencia de razones que apoyen el segundo de los argumentos, es decir, la existencia de una mayor vulnerabilidad por parte de las mujeres al efecto de la energía liberada en un accidente, como consecuencia de una menor resistencia orgánica (Li et al., 2003; Lynn et al., 2006). En este punto, nuestros hallazgos se suman claramente a favor de esta idea.

Cuando analizamos la relación entre el sexo y la probabilidad de resultar lesionado en la cabeza como consecuencia de un AT de VDRM, vemos que no existe una asociación clara. Como apuntábamos en el apartado de introducción, no existe una opinión unánime al respecto, ya que, si bien según algunos autores parece existir un mayor riesgo de sufrir de forma global lesiones graves en las mujeres, argumentando que las diferencias podrían deberse a factores fisiológicos (Álvarez-González, 1997; Jonah, 1986; Broyles et al., 2002; Evans, 1991), otros mantienen que es en el sexo masculino en el que mayor riesgo hay de lesión cerebral severa por AT (Yau, 2004).

2.1.3. NO USO DE CASCO

El efecto protector del uso de casco sobre el riesgo de morir ha sido previamente estudiado por numerosos autores (Norvell y Cummings, 2002; Rowland, 1996; Keng, 2005; Liu et al., 2004; O'Connor, 2005; Anderson, 1996; Ulleberg, 2003; Hundley et al., 2004; Watson et al., 1980; Auman et al., 2002; Muller, 2004; Kyrychenko y McCartt, 2006). Al considerar su efecto total sobre el riesgo de defunción, y en consonancia con la bibliografía consultada (Keng, 2005; Liu et al., 2004; O'Connor, 2005; Ulleberg, 2003; Hundley et al., 2004; Watson et al., 1980; Auman et al., 2002; Muller, 2004; Kyrychenko y McCartt, 2006) vemos que el empleo del mismo disminuye el riesgo de fallecer tras sufrir un AT. Además, nuestros resultados, obtenidos a partir del modelo emparejado, son compatibles con los de Norvell y Cummings (2002) al emplear la misma estrategia de diseño y análisis: un aumento del riesgo para los conductores desprovistos de casco debido a la mayor transferencia de energía al sujeto accidentado con el consiguiente aumento de la gravedad de la lesión. Sin embargo, en nuestro estudio hemos

encontrado un efecto protector del casco mayor que el hallado por otros autores: mientras que según nuestras estimaciones el riesgo de no llevar el casco aumenta entre dos y tres veces el riesgo de fallecer, Norvell y Cummings (2002), Rowland (1996) y Anderson (1996) encuentran valores sensiblemente menores (1,64; 1,64; 1,54). Por otra parte, Shibata (1994) sugiere que la velocidad debe ejercer un efecto modificador de la relación entre llevar puesto el casco y fallecer por AT, estimando un riesgo mayor de 30 veces para los motociclistas que no llevan casco cuando circulan a velocidades entre 30 y 50 km/h. Sin embargo, para aquéllos que superan los 50 km/h no encuentra un beneficio significativo atribuible a su uso. Ante esta disparidad en las magnitudes del efecto encontrado, observamos que, aunque para Rowland (1996) existe un efecto protector para el empleo de casco (inferior al nuestro y sobre todo al de Shibata) el valor de su estimación no está ajustado por la velocidad, por lo que la contribución de esta última no es conocida. Por otra parte, la diferencia de la magnitud del efecto hallado a partir de los estudios emparejados de Norvell y Cummings puede deberse igualmente al efecto de la velocidad, ya que en este estudio se incluyen accidentados que van acompañados, y probablemente éstos podrían estar viajando a velocidades inferiores que los conductores que van solos, o bien cuando sufrieran un accidente el hecho de ir dos en un vehículo podría influir en la dinámica del mismo. En cualquier caso, incluso según nuestro diseño emparejado, similar al empleado por Norvell y Cummings, el efecto del casco es sensiblemente superior. Además, en nuestro estudio el efecto del casco sobre el riesgo de muerte no se ha modificado en función de terceras variables, a diferencia del trabajo de Norvell y Cummings, en el que tanto la posición en el vehículo como el sexo se comportan como modificadores. Pensamos que en este sentido, sería interesante poder realizar estimaciones más precisas en relación con la interacción con la velocidad, a partir de datos no sólo sobre la existencia de infracciones sobre la misma (como en nuestro caso), sino sobre su cantidad en el momento de producirse el accidente.

Probablemente uno de los principales hallazgos del presente trabajo sea demostrar que, para una estimación más precisa de las asociaciones descritas, es necesario considerar el efecto confusor introducido por la gravedad intrínseca del accidente. De esta manera podemos advertir cómo no llevar casco podría ser considerado como un marcador de menor gravedad intrínseca. Es decir, independientemente del efecto del casco sobre la vulnerabilidad del accidentado, los motociclistas provistos de casco parecen verse implicados en accidentes cuya gravedad intrínseca es mayor que la de los no usuarios. Esta asociación podría explicarse, de acuerdo con la teoría de la homeostasis del riesgo, si la percepción de un menor riesgo de muerte derivado del uso de casco fuera contrarrestada, de manera consciente o inconsciente, por una mayor propensión a la adopción de conductas más arriesgadas, que a su vez conducirían a la implicación en accidentes intrínsecamente más graves. Por ello, podríamos pensar que, en los conductores de VDRM, el no uso de casco podría ser un marcador de un estilo de conducción más prudente. Este hecho contrasta con lo observado en España en relación con el uso de casco por parte de los ciclistas: en ellos, el no uso de casco se asocia a

una mayor frecuencia de comisión de infracciones de tráfico (Lardelli-Claret et al., 2003d), lo que sugiere una mayor propensión a la adopción de conductas de alto riesgo. Sin embargo, hay que tener en cuenta que durante el período de tiempo del estudio, el uso de casco era obligatorio para los ocupantes de VDRM pero no para los ciclistas. Es más, para la mayoría de ellos, la decisión de llevar o no el casco no se relacionó con una tendencia voluntaria a adoptar hábitos de conducción más seguros, sino a la obligatoriedad de su uso, con independencia de sus creencias previas.

En relación al efecto del casco sobre la probabilidad de sufrir una lesión en la cabeza, nuestros hallazgos están en consonancia con los obtenidos por la mayoría de autores (Rutledge y Stutts, 1993; Ouellet, 2006; Gabella, 1995; Tsai, 1995; Romano, 1991; Rowland, 1996; Christian, 2003), habiendo estimado una disminución del riesgo de lesión cefálica para los conductores accidentados que hacían uso del mismo, con un RRa de 3,31. Asimismo, la magnitud de nuestras estimaciones es muy similar a las de Rowland (3,13), Tsai (3,85), y Romano (3,85), aunque sensiblemente superior a la de Gabella (2,44) e inferior a la de Christian (4,35). Estas diferencias sin embargo pueden ser debidas a la diversidad en la metodología empleada y el control de distintos factores de confusión así como la variabilidad en las fuentes de datos utilizadas.

Un hecho relevante es que la estimación del efecto del casco obtenida en el análisis no emparejado para todos los conductores (3,31), aunque es sensiblemente inferior a la obtenida en el análisis crudo (4,80), coincide casi exactamente con la estimación obtenida para el análisis condicionado de los pares conductor-pasajero (3,35). Ello sugiere dos explicaciones complementarias: Primero, que el efecto protector del casco no está confundido por ninguna variable individual (al menos, de aquellas recogidas en nuestro estudio sólo para los conductores y que no pueden, por tanto, incluirse en el modelo emparejado). Segundo, que el modelo de regresión múltiple no emparejado, aplicado a la muestra de todos los conductores, ajusta muy aceptablemente los verdaderos factores de confusión del efecto del casco sobre el riesgo de lesión en la cabeza, que sin duda son los dependientes de las características del vehículo, del accidente y de las circunstancias ambientales, y que son los que, en el modelo emparejado, están absolutamente controlados por el diseño.

En nuestro estudio, diversos factores han modificado significativamente la magnitud del efecto protector que el casco ejerce sobre la posible lesión en la cabeza en los conductores accidentados, aunque, salvo excepciones, la magnitud de dicha modificación es pequeña y posiblemente asociada tan sólo al elevado tamaño muestral. De hecho, la situación aquí difiere de la observada para el riesgo de muerte: ninguna de las variables independientes modificó significativamente la magnitud del efecto del casco sobre tal riesgo. Posiblemente sea debido a que en ese caso, el modelo utilizado para evaluar la presencia de interacciones fue el emparejado, realizado sobre un tamaño de muestra considerablemente menor. En cualquier

caso, el patrón general observado es la existencia de una interacción negativa entre el no uso de casco y los otros factores de riesgo de lesión en la cabeza: A mayor riesgo potencial de lesión, menor es el incremento de riesgo asociado al no uso de casco, o lo que es lo mismo, menor es el efecto protector asociado a su uso, y viceversa. Esta interacción negativa se podría explicar argumentando que, en las situaciones de bajo riesgo basal de lesión o muerte, como por ejemplo, circular en zona urbana frente a hacerlo en carretera, el potencial para “empeorar” o aumentar dicho riesgo no usando casco ha de ser, forzosamente, mayor que si el punto de partida de dicho riesgo ya es intrínsecamente elevado. Sin embargo, no hemos encontrado otros estudios que hayan evaluado dicha modificación.

La débil interacción hallada entre una mayor edad y una menor eficacia del casco podría explicarse pensando en que, a mayor edad, cascos más antiguos y quizá peor colocados. En cuanto al uso del casco según el tipo de vehículo empleado, el mayor efecto protector asociado a los conductores de motocicletas con respecto al de ciclomotores también podría explicarse por las diferentes características del casco utilizado o de su uso más o menos correcto en función de ambos tipos de conductores, aunque cualquier hipótesis al respecto no pasa de ser una mera elucubración sin datos empíricos que la sustenten. Algo similar ocurre con la interacción detectada entre el incremento de riesgo asociado al no uso de casco y el año de estudio. El discreto incremento en la eficacia del casco podría interpretarse como relacionada a una progresiva mejora en el diseño y/o correcto uso de este dispositivo con el tiempo. De igual forma, podría pensarse que el uso de casco es peor en los conductores que conducen de noche, o bajo los efectos del alcohol u otras circunstancias psicofísicas anómalas, lo cual reduce su eficacia en caso de AT. Lo contrario ocurriría, por ejemplo, para los conductores durante su jornada laboral, con respecto a los demás motivos de desplazamiento.

2.1.4. OTROS FACTORES INDIVIDUALES

a. Licencia

La conducción sin licencia válida tan sólo se asocia a un muy ligero incremento en el riesgo de lesión en la cabeza, probablemente espurio, aunque cabe la posibilidad de que la conducción sin licencia sea un marcador de actitudes de conducción más imprudentes que lleven aparejada la implicación en un accidente intrínsecamente más grave. Esta hipótesis se ve reforzada por el hecho de que, en el análisis crudo, la asociación entre la conducción sin licencia y el riesgo de muerte o de lesión en la cabeza es de considerable magnitud. Ello sugiere que, efectivamente conducir sin licencia válida se asocia a otros factores que aumentan el riesgo de que el accidente sea más grave.

b. Nacionalidad

Es reseñable el que los conductores de nacionalidad extranjera tengan, en el análisis crudo, valores de RR superiores a la unidad, tanto para la lesión en la cabeza como, de forma aún

más importante, para la muerte. Sin embargo, en el análisis ajustado esta relación se invierte, obteniéndose incluso, una asociación protectora estadísticamente significativa para la lesión en la cabeza. Ello sugiere que la nacionalidad extranjera podría estar relacionada con otros factores de riesgo, como la conducción por carretera o a velocidad excesiva y que, cuando se ajusta por ellos, prevalezca una asociación con otros factores no controlados en nuestro estudio, como el uso de cascos de mejor calidad o mejor colocados.

c. Discapacidades

Es obvio que el estado de salud de las personas es de vital importancia para el desempeño cotidiano de sus funciones y sus relaciones sociales, y en este sentido, como reseñan Li et al. (2003), en países como Estados Unidos, la posibilidad que una persona tiene para poder conducir es considerada como un indicador de no morbilidad. Además, para las personas mayores, esta habilidad es un indicador de calidad de vida, independencia funcional y salud mental y física. En general, a partir de nuestros datos, donde, salvo las discapacidades visuales, las restantes quedan agrupadas de forma global en una única categoría, vemos que, al igual que Smink et al. (2005) apuntan, las deficiencias visuales, al mermar la percepción o capacidad de reacción del conductor de un vehículo, puede poner en peligro su vida, lo cual es aún más acusado cuando se trata de un VDRM. Probablemente, estaría ocurriendo que una persona con discapacidad visual podría verse implicada en un accidente más grave.

d. Circunstancias psicofísicas

Una cuestión sin resolver hasta la fecha es la relación existente entre el consumo de alcohol y drogas y la severidad de un accidente ocurrido bajo su efecto, pues los estudios al respecto aportan resultados discordantes. Si bien muchos autores han constatado una mayor severidad de los accidentes en las personas que están bajo los efectos del alcohol (Haworth et al., 1997; Paulozzi y Patel, 2004; Desapriya et al., 2006; Traynor, 2005), autores como Smink et al. (2005) han hallado un efecto de sentido opuesto. En nuestro estudio es destacable el hecho de que la conducción bajo los efectos del alcohol, que en el análisis crudo se asocia a un ligero incremento del riesgo de muerte, se relaciona con una menor letalidad cuando se ajusta por terceras variables. Un análisis detallado de esta última asociación (no presentado en los resultados), nos hace ver que, en realidad, el efecto observado en el análisis crudo se debe a que el consumo de alcohol se relaciona con el no uso de casco, el sexo varón, la edad más avanzada y, sobre todo, con las infracciones sobre la velocidad, factores todos ellos asociados de forma independiente con un mayor riesgo de defunción y que, por tanto, están confundiendo la asociación cruda entre alcohol y riesgo de muerte. No obstante, el resultado del análisis ajustado conduce obligadamente a plantearnos porqué el consumo de alcohol se asocia a un menor riesgo de letalidad tras el AT, cuando muchos de los estudios revisados sugieren el efecto opuesto (Haworth et al., 1997; Paulozzi y Patel, 2004; Desapriya et al., 2006; Traynor, 2005). Una primera respuesta sería que, probablemente, en dichos estudios no se ha

controlado completamente el efecto confusor de los factores antes citados. No obstante, esto no resuelve la cuestión esencial: ¿Cuál es la plausibilidad biológica de una asociación protectora entre la conducción bajo los efectos del alcohol y una menor letalidad? Descartando que el alcohol confiera una mayor resistencia orgánica al efecto de la energía liberada tras el AT, sólo quedaría asumir que, en realidad, y una vez tenidos en cuenta todos los factores de confusión antes citados, la conducción bajo los efectos del alcohol debe asociarse a accidentes intrínsecamente menos graves. Esto es lo mismo que decir que, controlada parte de la confusión asociada al alcohol en sentido positivo (tendiendo a aumentar la asociación con la mortalidad), permaneciera una confusión residual incontrolada, asociada al alcohol en sentido negativo (es decir, tendiendo a disminuir la asociación del alcohol con el riesgo de muerte). ¿Cabe pensar en algún factor que actúe de este modo? La respuesta es afirmativa. Por ejemplo, es razonable pensar que, de acuerdo con la hipótesis de la homeostasis del riesgo (Liu et al., 2004; Lardelli-Claret et al., 2003d), parte de los conductores que circulan bajo los efectos del alcohol y que son conscientes del mayor riesgo de accidente que ello implica, tiendan a adoptar medidas compensatorias de menor riesgo (por ejemplo, conducir a menor velocidad). Ello, sin duda, haría que los accidentes de este tipo de conductores fueran intrínsecamente menos graves y, con ello, asociados a una menor letalidad. Este efecto confusor de la menor velocidad no puede ser controlado en nuestro estudio, ya que, si bien para la variable “comisión de infracciones sobre la velocidad”, existe una categoría denominada “marcha lenta, impidiendo la circulación”, se trata de una categoría con un número muy exiguo de casos, que sin duda no recoge la circunstancia, mucho más habitual, de conductores circulando a una velocidad ligeramente inferior a la habitual.

Por otra parte, cuando el efecto no es la muerte, sino la lesión en la cabeza, el consumo de alcohol sí se asocia como un factor de riesgo, de forma más acorde a lo expuesto en la bibliografía. Es difícil hallar una explicación a esta discrepancia de efectos. En cualquier caso, para clarificar adecuadamente el papel del alcohol sobre el riesgo de muerte y de lesión en la cabeza deberíamos poder estudiar aspectos como dosis consumidas y tolerancias individuales a las mismas, entre otros factores.

A diferencia de lo que ocurre con el efecto del alcohol, para las restantes circunstancias psicofísicas sí existe un incremento de riesgo, tanto para la muerte, como para la lesión en la cabeza, aunque este último de menor magnitud. Esto es más acorde con la bibliografía revisada (Soderstrom et al., 1995; Mason y McBay, 1984; Drummer et al., 2003; Williams et al., 1985; Cimbura et al., 1990), si bien hemos de tener en cuenta que esta categoría incluye un conjunto de circunstancias muy heterogéneo - drogas, enfermedad súbita, sueño o sopor, cansancio, preocupación -, cada una de las cuales puede influir de una manera muy diversa. Aun siendo conscientes de esta disparidad, la recategorización de todas estas circunstancias en una sola categoría ha venido impuesta por el escaso tamaño muestral de cada una de ellas.

e. Horas de conducción continuada

En el análisis ajustado, la conducción durante 1 a 3 horas se asocia débilmente con las dos variables dependientes de nuestro estudio, aunque de forma paradójica: con respecto a la conducción durante menos de una hora, aumento débil del riesgo de muerte y ligera reducción del riesgo de lesión en la cabeza. Es necesario destacar que las categorías establecidas para esta variable son más adecuadas para la valoración de los conductores de otros tipos de vehículos (turismos, camiones, etc) que para los de vehículos de dos ruedas. En general, los trayectos recorridos con este tipo de vehículos son más reducidos y, en la mayoría de las ocasiones se conducen durante períodos inferiores a una hora, probablemente, sólo los que conducen por carretera lo hacen de forma ininterrumpida durante más de una hora. Por ello, quizá, el análisis crudo sí refleja un aumento importante en el riesgo de muerte asociado a la conducción continuada durante 1 a 3 horas ($RRc = 2,32$): no es más que un reflejo del exceso de riesgo de muerte asociado a la conducción por carretera. La siguiente categoría (más de 3 horas), tiene un tamaño muestral irrelevante (0,5% del total), por lo que su estimación de RR es poco valorable. Con respecto a la reducción en el riesgo de lesión en la cabeza, de nuevo cabría pensar que los conductores que hacen trayectos más largos sin interrupción podrían ser también conductores que usan cascos mejores.

f. Motivo del desplazamiento

En relación al motivo del desplazamiento en VDRM, hemos encontrado un aumento del riesgo de fallecer cuando los conductores se desplazaban para dirigirse o regresar del trabajo, así como una ligera reducción del riesgo de lesión en la cabeza para los que conducen durante su jornada laboral, en comparación con la circulación por motivos de ocio. En ausencia de información adicional, teniendo en cuenta que estas estimaciones están ajustadas por factores como el uso de casco, la hora del día o la densidad de tráfico, y a falta de estudios previos que hayan valorado este tipo de factor, es difícil proponer hipótesis que expliquen nuestros resultados.

g. Acción del conductor

En cuanto a la acción realizada por el conductor a bordo de un VDRM en el momento en que se produjo el accidente, según los resultados aportados por nuestro estudio, ninguna de las maniobras que constan en el registro de la DGT supone un riesgo mayor de fallecer ni de sufrir una lesión en la cabeza que la conducción siguiendo una ruta. En este mismo sentido, diversos autores advierten del exceso de riesgo de lesiones más graves, incluso fatales, que suponen los accidentes de motocicletas que colisionan sin haber iniciado previamente maniobras de giros o cambios de ruta (Peek-Asa y Kraus, 1996). En estos casos, es fácil imaginar que si los accidentes ocurren sin la deceleración de los vehículos propia de una maniobra, por ejemplo de giro, la energía liberada será mayor, con lo que la gravedad intrínseca del accidente aumentará. Así pues, la acción del conductor, como factor de riesgo de muerte o de lesión en

la cabeza, debe estar indudablemente asociada a la velocidad a la que se produce dicha acción.

h. Infracciones del conductor distintas de las cometidas sobre la velocidad

Si atendemos a las infracciones cometidas por el conductor del VDRM, al margen de las que atañen a la velocidad, la cual será tratada específicamente en el siguiente punto, observamos, para casi todas ellas, un incremento significativo del riesgo de fallecer a consecuencia del accidente producido, que incluso en ocasiones duplica el de los que no cometen infracción alguna. Con respecto al riesgo de sufrir una lesión en la cabeza, el patrón es similar, aunque la fuerza de las asociaciones es considerablemente menor. Una observación cuidadosa de las infracciones más estrechamente asociadas al riesgo nos hace ver que todas ellas implican un mayor riesgo de colisión con otro vehículo o vehículos en movimiento. Así, el verdadero factor de riesgo de la gravedad de estos accidentes sería la mayor energía liberada en ellos (que depende de la que llevan todos los vehículos implicados). Una excepción destacable a este patrón lo constituye el menor riesgo de muerte y lesión asociado a no mantener el intervalo de seguridad. Probablemente, la razón de esta excepción sea que este tipo de colisiones se produzcan a una velocidad reducida (la distancia de frenado del conductor de VDRM no impide la colisión, pero hace que ésta se produzca a una velocidad lo suficientemente baja como para que el riesgo de muerte o lesión sea bajo). En el extremo opuesto está el bajo riesgo de sufrir lesión craneal, y extremadamente bajo de morir, que lleva aparejado el no respetar el paso de peatones. Evidentemente, aquí el riesgo del ocupante del VDRM es mínimo en comparación con el del peatón atropellado, cuya desprotección le hace sufrir las consecuencias de la energía liberada en la colisión. Finalmente, nuestros datos no traducen un mayor riesgo de resultado fatal para los ocupantes de un VDRM tras un accidente ocurrido por una conducción distraída o desatenta. Si bien, en los conductores de coche, se ha señalado el peligro que entrañan ciertas conductas por parte de los conductores, que pueden ser origen de distracciones; entre estas señalan el uso de teléfonos móviles como fuente de accidentes mortales, y advierten sobre la importancia de la prohibición de su uso durante la conducción (Townsend, 2006).

2.2. VELOCIDAD

Los resultados de nuestro estudio ponen en evidencia la gran relevancia del factor velocidad sobre el riesgo de fallecer tras sufrir un AT en un VDRM. Así, la conducción a velocidad excesiva para la vía por la cual se circula es el factor dependiente del conductor que con mayor fuerza se asocia a la probabilidad de defunción tras el accidente, con un riesgo casi tres veces mayor que cuando la velocidad no supera los límites legales. Nuestros resultados están en consonancia con la extensa literatura que al respecto existe, y que en definitiva apunta a un incremento del riesgo de fallecer cuando un accidente se produce a gran velocidad (Richter et al., 2006; Bédard et al., 2002; Zhang, 2000). Evidentemente, el principal factor del que depende

la lesividad de los sujetos implicados en un AT y por tanto su gravedad y letalidad, es el impacto sobre los mismos de la energía cinética liberada, la cual, a su vez, depende de la velocidad a la que circulan los vehículos implicados en la colisión, justo antes de que ésta ocurra. En el caso de los vehículos de 4 o más ruedas, el efecto de la energía sobre los individuos se minimiza por diversas medidas que atenúan la transferencia de la energía, desde la propia carrocería del vehículo hasta dispositivos de seguridad pasivos, como el airbag. En el caso de los ocupantes de VDRM, aparte del discreto efecto de la ropa o el calzado, el único mecanismo específicamente diseñado para atenuar el impacto de la energía es el casco. Por ello, en los vehículos de dos ruedas, a pesar de que la velocidad a la que se produce la colisión suele ser menor que cuando ésta implica a otro tipo de vehículos, la relación entre velocidad y riesgo de muerte o lesión grave en los ocupantes del VDRM es más estrecha que para los vehículos de cuatro o más ruedas. En España, el incremento generalizado de velocidad alcanzado por los vehículos en circulación como consecuencia de las mejoras tecnológicas y estructurales, y el aumento del parque de ciclomotores y motocicletas (uno de los mayores de Europa), nos debe hacer reflexionar una vez más, sobre la grave repercusión del exceso de velocidad en la morbi-mortalidad para los ocupantes de VDRM en nuestras carreteras.

Algunos de los estudios revisados han tratado de cuantificar el exceso de riesgo de defunción en relación a distintos rangos de velocidades alcanzadas; por ejemplo, Bédard et al. (2002) hallaron un incremento de riesgo de fallecer entre dos y tres veces, cuando la velocidad de circulación excedía los 111 km/h; incluso, como ya apuntábamos en el apartado de introducción, existen estudios que tratan de encontrar formulaciones matemáticas para cuantificar esta relación (Richter et al., 2006). Sin embargo, debido a la información de la que disponemos, nosotros no podemos determinar la variación del riesgo de fallecer en función del incremento de velocidad, ya que la información sobre la velocidad recogida en la base de datos de la DGT, refiere únicamente la comisión de infracciones sobre la misma y es parcialmente subjetiva, ya que depende de la apreciación del agente de policía una vez ocurrido el accidente. Así, por ejemplo, es más que probable que la velocidad a la que han ocurrido muchos accidentes de VDRM incluidos en la categoría de “no infracción sobre la velocidad”, haya sido en realidad superior a la de accidentes clasificados en las restantes categorías (velocidad excesiva o inadecuada), sencillamente porque el accidente ha ocurrido a una velocidad que, siendo elevada, no sobrepasaba el límite legal establecido o no ha sido considerada por parte del agente como excesiva para las circunstancias ambientales existentes. Esta situación es fácil de imaginar para los accidentes en carretera, con respecto a los ocurridos en zona urbana. Evidentemente, esta indeterminación de la velocidad real a la que ha ocurrido el accidente de VDRM tiene dos consecuencias inmediatas:

- Introduce un sesgo hacia el nulo a la hora de cuantificar en nuestro estudio el efecto de la velocidad sobre el riesgo de morir o de sufrir lesión en la cabeza por parte de los ocupantes del VDRM.

- Explica parte del efecto residual de algunos de los restantes factores de riesgo de muerte o de lesión craneal considerados en nuestro estudio. Por ejemplo, y con respecto a factores ya comentados con anterioridad, parte del incremento del riesgo de muerte asociado a seguir la ruta o a diversas infracciones del conductor dependerá de la velocidad de los vehículos implicados en tales acciones o infracciones. Esta confusión residual se verá con más claridad para el efecto de diversos factores ambientales, que serán comentados más adelante.

Nuestros hallazgos no sólo nos hacen reflexionar sobre el exceso de la velocidad por encima de los límites establecidos según la legislación vigente, sino que podemos apreciar un aumento de riesgo de fallecer cuando la velocidad de circulación del VDRM era inapropiada para la vía transitada. Estos resultados apoyan indirectamente la opinión de aquellos que apuestan no tanto por el efecto beneficioso de la limitación de la velocidad, sino más bien por el de adecuar ésta a las condiciones existentes, a través de la adquisición de una buena práctica de conducción (Jarvis, 2000).

Con respecto a la influencia del factor velocidad sobre de riesgo de lesión cefálica tras el AT en VDRM, una vez más, y en consonancia con la literatura revisada, queda de manifiesto su enorme repercusión sobre la gravedad de las lesiones en los accidentados. Aunque los datos de los que nosotros disponemos no permiten llegar a tal concreción, algunos estudios demuestran que ciertos tipos de lesiones en la cabeza, como las lesiones subdurales o los daños cerebrales difusos, se producen generalmente a grandes velocidades, de forma que, ni siquiera el uso de elementos protectores como el casco pueden contrarrestar el efecto de la velocidad (Richter et al., 2006).

Por último, en relación a este factor, nos parece importante señalar cómo la implantación de medidas restrictivas y la aplicación de sanciones ante las infracciones cometidas sobre la velocidad, se ha mostrado eficaz en numerosas ocasiones, desde la entrada en vigor de los límites de velocidad máxima en 1974 (Villalbí y Pérez, 2006), hasta la reciente implantación del carné por puntos. En este sentido, y pese su impopularidad a priori, la efectividad de algunas acciones, tales como la colocación de cámaras para el control de la velocidad, ha sido constatada a partir de diversos estudios (Pilkington, 2005), evidenciando una disminución de la mortalidad y la gravedad de las lesiones producidas como consecuencia de AT de VDRM.

2.3. TIPO DE VEHÍCULO, POSICIÓN EN EL VEHÍCULO, TIPO DE ACCIDENTE Y NÚMERO DE VEHÍCULOS IMPLICADOS

2.3.1. TIPO DE VEHÍCULO

Al analizar el efecto del tipo de VDRM implicado en el accidente sobre el riesgo, por un lado de fallecer, y por otro de resultar lesionado en la cabeza, vemos que, en el primer caso, para los

motoristas la probabilidad de morir como resultado de un AT es mayor que para los ciclomotoristas. Por el contrario, el riesgo de lesión cefálica es superior en caso de sufrir un accidente en ciclomotor. Estos hallazgos han sido constatados con anterioridad (Kopjar, 1999; Sánchez, 2002; López, 2003; Chang y Yeh, 2006), y nos hacen reflexionar acerca de varios aspectos.

Por una parte, y a partir del exceso de mortalidad encontrado para los ocupantes de motocicletas, podemos pensar que, aun cuando el número de accidentes a bordo de una motocicleta sea inferior, la gravedad de los mismos es superior, hasta el extremo de resultar fatales con más frecuencia. Algunas posibles explicaciones señaladas al respecto en trabajos precedentes apuntan a la realización de maniobras operativas de mayor inestabilidad, unidas a comportamientos de mayor riesgo en los conductores de motocicletas con respecto a los de ciclomotores (Chang y Yeh, 2006). Por otra parte, y en consonancia con lo dicho en el epígrafe sobre la velocidad, es indudable que los accidentes de motocicletas van a ocurrir a una velocidad media superior a los accidentes de ciclomotor, y este es un factor que no puede ser adecuadamente controlado en los modelos ajustados.

En cuanto al riesgo de lesiones en la cabeza, puesto que el uso de ciclomotor es mayoritariamente urbano, la posibilidad de golpes en la cabeza contra múltiples elementos de este entorno (bordillos, señales de tráfico, vehículos estacionados) se acentúa. Además, como ha sido ya advertido (Villalbí y Pérez, 2006), incluso a pesar de la normativa vigente desde el año 1992 en España, el uso del casco es mucho menor en ciudad que en carretera; incluso los mismos conductores reconocen en ocasiones que cuando realizan trayectos cortos, en ciclomotor, o realizando paradas frecuentes, como ocurre en los desplazamientos fuera de las carreteras convencionales, autopistas o autovías, lo hacen desprovistos del casco, a pesar del conocimiento de su obligatoriedad, y bajo la percepción errónea de un menor riesgo en estas circunstancias (López, 2003). No obstante, nuestros resultados ajustados lo están, entre otros factores, por la zona donde ocurre el accidente y por el uso o no de casco. Por ello, cabría plantearse otro tipo de argumentos que explicaran el exceso de riesgo ajustado de lesión en la cabeza para los conductores de ciclomotor, con respecto a los de motocicletas. Una vez más, podría plantearse la posibilidad de que fueran las características del casco, mejores para los conductores de motocicletas, así como su mejor colocación, los responsables de su menor riesgo de lesión en la cabeza. Recordemos, por otra parte, que la variable dependiente no informa sobre la gravedad real de la lesión en la cabeza, sino sólo de la localización en la cabeza de la lesión de mayor gravedad aparente.

2.3.2. POSICIÓN EN EL VEHÍCULO

En el análisis emparejado, a partir del cual hemos estimado el efecto de diversos factores sobre el riesgo de los ocupantes del VDRM que depende sólo de su vulnerabilidad, podemos ver que la vulnerabilidad del pasajero es menor que la del conductor, hallazgo similar en

sentido y magnitud al de Norvell y Cummings (2002). Puesto que estas estimaciones están ajustadas por factores como la edad, el sexo y el uso de casco, cabría la posibilidad de pensar que, aun cuando ambos ocupantes de un VDRM estén claramente desprotegidos ante cualquier impacto, y ante la ausencia de datos referentes al propio diseño del vehículo en el que circulaban, de alguna forma, la energía disipada al sufrir un accidente pudiera ser mayor sobre el conductor. En este sentido, sería interesante disponer de información acerca de las características, forma, diseño, y elementos protectores incluidos en los propios VDRM para comprender mejor la relación hallada; de hecho, estudios como el de Ulleberg (2003) advierten del efecto beneficioso que estos elementos pueden proporcionar.

2.3.3. TIPO DE ACCIDENTE

Cuando analizamos el tipo de accidente en el que se vio involucrado el VDRM, vemos que la colisión frontal es, con diferencia, el accidente con una mayor letalidad, seguido por la colisión con vehículos parados u otros obstáculos y las salidas de la calzada. Por su parte, los atropellos y, en menor medida las colisiones laterales, son los accidentes con menor riesgo de muerte para el conductor del VDRM. Para las lesiones en la cabeza, el patrón es similar, aunque la magnitud de las asociaciones es mucho menor. Estos resultados coinciden sólo en parte con los de Quddus y colaboradores (2002), quienes hallaron un incremento tanto de la probabilidad de fallecer como de resultar lesionados para los motociclistas involucrados en accidentes por colisión con objetos estacionados o por atropellos a peatones (Quddus et al., 2002). Sí coinciden plenamente con los de Peek-Assa y Kraus (1996), para los que las colisiones frontales conllevan a un mayor porcentaje de lesiones en los accidentados, afectando prioritariamente al tórax, el abdomen, la médula y las extremidades inferiores y en segundo lugar a la cabeza, las extremidades superiores y la cara. El razonamiento que apoya el gran riesgo que entrañan los accidentes frontales se basa en la gran cantidad de energía liberada como consecuencia de los mismos, así como en la elevada tasa de transferencia de dicha energía al ocupante del VDRM. Peek-Assa y Kraus (1996) también asocian las colisiones frontales al exceso de velocidad y a la conducción bajo los efectos del alcohol, factores que actúan de forma sinérgica y contribuyen de manera significativa a incrementar la severidad de las lesiones.

2.3.4. NÚMERO DE VEHÍCULOS IMPLICADOS

Otro factor relacionado con la cantidad de energía que puede ser transferida a los sujetos es el número de vehículos implicados en el accidente. Así, vemos que según aumenta dicho número lo hace la probabilidad de que el accidente provoque la defunción en el conductor del VDRM. Sin embargo, con respecto a la lesión en la cabeza, el mayor riesgo de que ésta aparezca se da para un solo vehículo implicado. Este resultado concuerda con el observado en el estudio de Peek-Assa y Kraus, (1996), en el que se halla un aumento de la probabilidad de sufrir

lesiones en los miembros inferiores en los motoristas implicados en colisiones múltiples, en comparación con las colisiones simples y, por el contrario, un menor porcentaje de lesiones en la cabeza, tórax, extremidades superiores y cara.

2.4. FACTORES AMBIENTALES

Tras ajustar por los factores de riesgo dependientes del conductor, el tipo de vehículo y el tipo de accidente, el efecto de los factores ambientales sobre el riesgo de muerte de un conductor de VDRM tras sufrir un AT parece circunscribirse esencialmente al lugar del accidente y la hora a la que éste ocurre. Los mayores riesgos se dan en la conducción por carretera, especialmente autopistas o autovías y, en las zonas urbanas el riesgo decrece conforme aumenta el tamaño de la población. En cuanto a la hora del día, hay un significativo incremento del riesgo en la conducción de madrugada. Sobre el riesgo de lesión en la cabeza, los factores ambientales que básicamente parecen ejercer una influencia son de nuevo y de la misma manera que ocurre con la mortalidad, la zona, así como el año, disminuyendo el riesgo de lesión cefálica conforme avanza el año estudiado.

El efecto que los factores relacionados con el ambiente físico pueden ejercer sobre la letalidad de los conductores de VDRM accidentados puede ubicarse en dos de las tres filas del eje temporal de la clásica matriz de Haddon (1980): la que incluye a los factores que inciden en la fase de trauma (es decir, influyendo en la cantidad de energía liberada y/o transferida a los sujetos implicados en el AT), y la que incluye a los factores que actúan en la fase de postrauma (es decir, modificando el pronóstico de las lesiones en los sujetos ya accidentados). En relación con la primera posibilidad, es evidente que el principal factor implicado es la velocidad a la que se produce la colisión. A pesar de que en los modelos ajustados del efecto global y de la gravedad intrínseca del accidente este factor se ha controlado parcialmente a través de la variable “comisión de infracciones sobre la velocidad”, es evidente que una buena parte del exceso de riesgo asociado a factores como la conducción en carreteras, autopistas y autovías, o como el que se relaciona con la conducción nocturna, debe ser, una vez controladas las restantes variables dependientes del conductor y del tipo de accidente, el reflejo de una

conducción a mayor velocidad. En consonancia con esta hipótesis, Singleton et al. (2004) han observado cómo la severidad del accidente aumenta en aquellas zonas donde el límite de velocidad es mayor.

Por tanto, podemos observar que nuestros resultados muestran claramente que la accidentalidad de un VDRM en circulación por una vía que permita alcanzar una gran velocidad, como ocurre en las autopistas y autovías, entraña un riesgo elevado de defunción para el conductor. Como éste y otros estudios apuntan (Horswill y Helman, 2003; Yannis et al., 2005; Elliot et al., 2005) el principal responsable de dicho aumento de mortalidad en las vías más rápidas es el exceso de velocidad. De hecho, vemos que el riesgo es mayor para los conductores de motocicletas que para los de ciclomotores, pues claramente sus características técnicas permiten alcanzar velocidades más altas, hallazgo ya señalado por otros autores, al encontrar asociaciones en este sentido para VDRM de mayor cilindrada (Langley et al., 2000; Wladis et al., 2003). En consonancia con este hallazgo, se ha encontrado una asociación protectora entre la conducción en condiciones de circulación densa o congestionada, en la que difícilmente se alcanzan grandes velocidades, y la defunción del conductor tras un AT. Igualmente concordante con estos resultados es el menor riesgo de muerte asociado a las zonas urbanas, en comparación con las vías más rápidas.

Por otra parte, es posible que el ambiente físico influya, indirectamente, en el pronóstico de las lesiones de los sujetos accidentados, siempre que se relacione con la rapidez y la calidad de la atención sanitaria que se les dispensa. Tal y como otros autores han sugerido (Clark, 2003; Zwerling, 2005), este fenómeno puede ser parcialmente responsable del gradiente dosis-respuesta observado en nuestro estudio entre el tamaño del municipio donde ocurre el accidente y el menor riesgo de muerte tras el mismo. Indudablemente, la rapidez y facilidad de evacuación a centros especializados de atención sanitaria, un factor clásicamente asociado al pronóstico de las víctimas (Peden 2004), es menor en carretera y en núcleos rurales que en las grandes áreas urbanas. En consonancia con nuestros resultados, diversos estudios han observado, a partir de abordajes metodológicos muy diferentes, un menor volumen de defunciones y una menor letalidad por AT en núcleos urbanos y zonas de alta densidad de población, en relación con las áreas rurales (Redondo-Calderón et al., 2000; Noland y Quddus, 2004b; Jones y Jorgensen, 2003; Clark, 2003; Zwerling, 2005), incluso tras ajustar sus estimaciones por la edad de las víctimas y la velocidad a la que se produce el accidente (Clark, 2003). Por otra parte, también cabe suponer que la rapidez en la provisión de atención sanitaria especializada disminuya cuando el accidente ocurre de madrugada. En relación con esta hipótesis, Lee y Fazio (2005) han comprobado que en el crepúsculo y de noche el tiempo de respuesta tras un accidente es mayor que durante el día.

No se debe descartar que parte del gradiente dosis-respuesta inverso existente entre el tamaño del municipio y el riesgo de muerte se deba al efecto del sesgo de selección dependiente de la

subnotificación de los accidentes en áreas urbanas, si dicha subnotificación aumentara a medida que disminuyera el tamaño del municipio, seleccionándose así los AT de VDRM más graves a medida que el municipio es más pequeño. No obstante, es de destacar que el tamaño del municipio también se asocia de forma inversa con la frecuencia de lesión en la cabeza, asociación para la cual el sesgo de selección antes citado es más improbable que ocurra. Aquí, aparte de la ya citada correlación parcial entre lesión en la cabeza y riesgo de muerte, es posible que las características y el correcto empleo del casco difieran en función del tamaño del municipio y expliquen parte de esta gradación.

Como cabía esperar, el efecto de otros factores ambientales clásicos asociados inicialmente a una mayor letalidad o lesividad desaparece o se atenúa considerablemente cuando se controla el efecto de los restantes factores ambientales, junto con el de otros factores dependientes del conductor: tal es el caso del mes del año o del día de la semana (probablemente asociados a una mayor frecuencia de conducción nocturna por parte de conductores de mayor riesgo –p. ej. desprovistos de casco y que circulan a mayor velocidad-). En este sentido, y considerando de nuevo el posible efecto de los factores ambientales asociado a la calidad de la atención sanitaria dispensada a las víctimas, quizá hubiera sido esperable hallar, en el análisis ajustado, una progresiva reducción del riesgo de muerte asociada al año del accidente, al igual que se aprecia en el análisis crudo, probablemente debido al paulatino incremento en la frecuencia de uso de casco a lo largo del tiempo. El no hallar dicha tendencia sugiere que, o bien no ha mejorado sensiblemente la calidad de la atención sanitaria a las víctimas, o bien dicha mejoría ha sido compensada por un incremento de la gravedad intrínseca de los accidentes de VDRM a lo largo del tiempo. Sin embargo, esta ligera tendencia descendente a medida que avanza el año estudiado sí se observa para el riesgo ajustado de lesión en la cabeza. Ello también habla a favor de un mejor uso y calidad del casco a lo largo del tiempo, hipótesis que ya habíamos esbozado para explicar la interacción existente entre uso de casco y año de estudio.

En definitiva, con respecto a las variables ambientales temporales, cabe destacar cómo para la mayoría de ellas su efecto desaparece cuando se ajusta por las características del conductor. Esto habla a favor de la estrecha relación existente entre la intensidad de exposición con las características de cada tipo particular de conductor. En cualquier caso, y aun tras ajustar por dichas características, se mantiene un incremento de riesgo para la conducción de madrugada, que puede reflejar, aparte de una mayor gravedad intrínseca del accidente a esas horas, como ya hemos apuntado, una deficiencia en la atención sanitaria de las víctimas de los accidentes a las mismas.

Es difícil comparar directamente nuestras estimaciones con las arrojadas por estudios previos, ya que, como se comentó en la introducción, son muy escasos los estudios que analizan específicamente el efecto de los factores ambientales sobre la letalidad en conductores de VDRM víctimas de un AT (no hemos hallado ninguno en España). En Hong Kong, Yau

encuentra una mayor severidad en los accidentes simples de motocicletas que ocurren durante el fin de semana y entre las 20 y las 24 horas, lo que este autor interpreta como el reflejo de una conducción de mayor riesgo (Yau, 2004). Por su parte, Chang, en un trabajo reciente relativo a los factores de riesgo de mortalidad en Taiwan, también en accidentes simples de motocicletas, y a partir de los datos disponibles a través de registros policiales, hace extensivo este mayor riesgo de mortalidad para los lesionados en AT en motocicleta a la franja horaria comprendida entre las 8 de la tarde y las 6 de la madrugada (Chang y Yeh, 2006). En relación con el efecto de los factores ambientales sobre la severidad de otros tipos de AT, y al margen del ya comentado menor riesgo asociado al medio urbano, los hallazgos de estudios previos son bastante consistentes con los descritos en el nuestro; por ejemplo, con respecto al exceso de riesgo asociado a la conducción nocturna (Lam, 2004; Jones, 2003; Yau, 2004) y en autopistas-autovías (Jones, 2003).

3. PROPUESTAS DE FUTURO

3.1. INVESTIGACIÓN

Este estudio, a nuestro juicio, tiene un carácter exploratorio. Y ello es así por las limitaciones, inherentes a las de la base de datos que le sirve de soporte. No obstante, tiene una serie de ventajas no desdeñables:

- Aporta información para el conjunto de la nación.
- Tamaño muestral elevado: permite explorar muchas asociaciones, aun las de pequeña magnitud.
- Su relación coste/beneficio es óptima.

Su carácter exploratorio hace que sus resultados conduzcan, inevitablemente, al planteamiento de nuevas estrategias de diseño y análisis, para responder a muchos de los interrogantes que quedan abiertos. Entre otros, apuntamos los siguientes:

- La estratificación de los resultados para unidades geográficas menores.
- La búsqueda de alternativas para validar el modelo de causalidad planteado.
- La repetición del análisis incorporando las imputaciones múltiples para soslayar el problema que representan los datos perdidos.
- La estimación de las proporciones del riesgo de muerte global atribuibles a cada uno de los dos componentes, y las proporciones con las que cada factor de riesgo analizado influyen sobre el riesgo global de muerte, a través de sus dos componentes.
- El diseño de un modelo multivariante único que incluyera, como variable dependiente la muerte, y como variables independientes el efecto separado de cada factor de riesgo sobre vulnerabilidad y sobre gravedad intrínseca.

- La incorporación del efecto de los factores sanitarios al modelo de gravedad propuesto. Esto sólo será parcialmente posible cuando se puedan enlazar los registros policiales con los asistenciales.
- La realización de los modelos utilizando como variables dependientes otros indicadores de gravedad distintos de la muerte. De nuevo, y puesto que esta información sólo está disponible a partir de los registros asistenciales, sería deseable el enlace de registros para alcanzar este objetivo.
- El diseño de estudios para investigar las razones que justifican el exceso de riesgo detectado para ciertos grupos de conductores y ciertas condiciones ambientales, dando respuestas a preguntas como: ¿Por qué es mayor la vulnerabilidad de la mujer con respecto al varón? ¿Y por qué es menor la gravedad intrínseca de los accidentes en los que ellas se implican? ¿Por qué es mayor la gravedad en zonas urbanas más pequeñas? ¿Por qué el alcohol ejerce un efecto protector? ¿Por qué son más graves de noche que de día?

3.2. INTERVENCIÓN

Con todas sus limitaciones, este estudio aporta una serie de resultados de aplicación a corto, medio y largo plazo:

1) Pone en evidencia las limitaciones de la base de datos de la DGT, muchas de las cuales tienen una solución relativamente fácil: por ejemplo, con respecto a la elevada proporción de datos faltantes para ciertas variables, o la redefinición de otras como las circunstancias psicofísicas o la localización anatómica de las lesiones.

2) El modelo de descomposición propuesto, que puede utilizarse para cualquier base de datos policiales y ser aplicado en otros países. Creemos que permite una mejor comprensión de los mecanismos por los que los factores de riesgo actúan sobre el riesgo de muerte o lesión tras el accidente.

3) Dicho modelo permite reconocer cómo el efecto de ciertos factores estudiados en la bibliografía, puede estar confundido:

- El efecto protector del casco sobre la vulnerabilidad está confundido porque el uso de casco es un marcador de una mayor gravedad intrínseca del accidente.
- El clásico efecto protector del sexo femenino es una falacia: las mujeres son, en realidad, más vulnerables al efecto de la energía.

4) Este estudio es el primero que se realiza en España para estudiar el efecto conjunto de diversos factores de riesgo sobre la mortalidad y lesión en la cabeza de los ocupantes de VDRM. Así, ya podemos decir, con una base empírica razonablemente sólida, que los clásicos factores de riesgo de la severidad de los accidentados en VDRM: no uso de casco y velocidad,

también lo son en nuestro país, lo que justifica, aún más si cabe, la adopción de medidas urgentes para actuar sobre ellos.

5) Es interesante saber que hay grupos de conductores de VDRM “de alto riesgo”, por dos motivos:

- Porque en ellos se superpone el efecto de varios factores de riesgo a la vez: por ejemplo, conducir de noche, a velocidad excesiva y sin casco.
- Porque muchos de esos factores aumentan simultáneamente el riesgo de accidentarse y de que ese accidente, una vez producido, tenga peores consecuencias para la salud.

6) Si realmente los accidentes de VDRM en núcleos pequeños son más graves que en áreas urbanas grandes, ello apuntaría a la existencia de desigualdades en la provisión de recursos sanitarios, que no pueden pasarse por alto.

CONCLUSIONES

VII. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, y como respuesta a los objetivos planteados en el proyecto de Tesis Doctoral, se desprenden las siguientes conclusiones:

1. En relación con el estudio de los factores de riesgo de la mortalidad en los ocupantes de VDRM implicados en un AT, ha sido posible diseñar un modelo explicativo que permite deslindar el efecto de algunos factores dependientes del individuo, como la edad, el sexo o el uso de casco, sobre los dos elementos que teóricamente influyen en dicha mortalidad: la severidad del accidente y la vulnerabilidad de los ocupantes de los VDRM implicados en él. Aunque el presente estudio no está específicamente diseñado para comprobar la validez de dicho modelo, ésta se ve apoyada por diversas evidencias empíricas extraíbles de nuestros resultados.

2. La aplicación del modelo antes referido permite extraer las siguientes conclusiones:

2.1. Con respecto a la edad, el aumento en el riesgo de muerte asociado a un incremento de ésta depende específicamente de la asociación entre dicho incremento y una mayor fragilidad del sujeto al efecto de la energía liberada en el accidente.

2.2. El sexo femenino se asocia con un menor riesgo de muerte tras el accidente. Dicha reducción se debe a que los accidentes de VDRM conducidos por mujeres son intrínsecamente menos graves que aquellos en los que los conductores son varones. Por el contrario, ante accidentes de igual severidad, el sexo femenino se asocia a mayor fragilidad y, en consecuencia, a un mayor riesgo de muerte.

2.3. Aunque el uso de casco se asocia a una reducción a la mitad en el riesgo de defunción, este efecto protector se ve parcialmente enmascarado por el hecho de que dicho uso se comporta como un marcador asociado con la implicación en accidentes de tráfico intrínsecamente más graves.

3. En relación con el efecto de los restantes factores estudiados sobre la mortalidad de los ocupantes de VDRM implicados en accidentes de tráfico, las principales conclusiones son las siguientes:

3.1. Con respecto a los factores dependientes del conductor, la comisión de infracciones y especialmente la velocidad excesiva o inadecuada, influyen de manera determinante sobre el resultado fatal del accidente.

3.2. El riesgo de muerte es mayor para los ocupantes de motocicletas, con respecto a los de ciclomotores. En ambos casos, la vulnerabilidad del conductor es mayor que la del pasajero.

3.3. Los accidentes asociados a un mayor riesgo de muerte son las colisiones frontales, seguidos de la colisión con vehículos parados u otros obstáculos y las salidas de la calzada. El riesgo aumenta a medida que lo hace el número de vehículos implicados.

3.4. La zona donde ocurre el accidente del VDRM y, en menor medida, la hora a la que éste tiene lugar, son las dos variables ambientales más estrechamente asociadas a la letalidad de los conductores implicados en este tipo de accidentes. La conducción de VDRM en vías rápidas como autopistas y autovías entraña un gran riesgo de fallecer, siendo superior al de las zonas urbanas. En estas últimas, la asociación se incrementa conforme disminuye su población. La conducción de noche aumenta el riesgo de defunción.

4. El efecto de los factores estudiados sobre el riesgo de lesión en la cabeza es, en general, de magnitud bastante inferior al observado para el riesgo de muerte, a excepción del no uso de casco, que multiplica por más de tres veces el riesgo de lesión craneal. De los restantes factores destaca el aumento de riesgo asociado a la comisión de infracciones sobre la velocidad, a la conducción de ciclomotores, así como a la conducción en carretera y en el medio rural.

5. El incremento del riesgo de lesión craneal asociado a no usar casco no se modifica de forma importante en función de los restantes factores estudiados, si bien parece apreciarse una ligera interacción negativa entre factores: así, el exceso de riesgo por no llevar casco fue mayor en aquellas categorías de las restantes variables donde el riesgo era menor.

BIBLIOGRAFÍA

Aarts L, Van Schagen I. Driving speed and the risk of road crashes: A review. *Accid Anal Prev* 2006;38:215-224.

Abdalla IM, Raeside R, Barker D, McGuigan DRD. An investigation into the relationships between area social characteristics and road accident casualties. *Accid Anal Prev* 1997;28(5):583-593.

Aguero-Valverde y Jovanis, Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania. *Accid Anal and Prev* 2006;38:618-625.

Albery IP, Strang J, Gossop M, Griffiths P. Illicit drugs and driving: prevalence, beliefs and accident involvement amongst a cohort of current out-of-treatment drug users. *Drug Alcohol Depend* 2000; 58: 197 – 204.

Aldridge B, Himmler M, Aultman-Hall L, Stamatidis N. Impact of passengers on young driver safety. *Transportation Research Record* 1693, 1999; Paper N° 99-0710: 25 – 30.
[Disponible en: <http://nationalacademies.org/trb/bookstore>].

Aljanahi AAM, Rhodes AH, Metcalfe AV. Speed, speed limits and road traffic accidents under flow conditions . *Accid Anal and Prev* 1999; 31:161-168.

Álvarez González FJ. Seguridad vial y medicina de tráfico. Editorial Masson, S.A. Barcelona 1997.

Alsop J, Langley J. Under-reporting of motor vehicle traffic crash victims in new Zealand. *Accid Anal Prev* 2001; 33: 353-9.

Astrain I, Bernaus J, Claverol J, Escobar A, Godoy P. Prevalencia del uso de teléfonos móviles durante la conducción de vehículos. *Gac Sanit* 2003; 17: 66 - 69.

Afukaar FK. Speed control in developing countries: issues, challenges and opportunities in reducing road traffic injuries. *Inj Control Saf Promot* 2003; 10: 77 – 81.

Auman KM, Kufera JA, Ballesteros MF, Smialek JE, Dischinger PC. Autopsy Study of Motorcyclist Fatalities: The Effect of the 1992 Maryland Motorcycle Helmet Use Law. *Am J Public Health* 2002;92:1352-1355.

Ballesteros MF, Dischinger PC. Characteristics of traffic crashes in Maryland (1996-1998): differences among the youngest drivers. *Accid Anal Prev* 2002; 279 – 284.

Bédard M, Guyatt GH, Stones MJ, Hirdes JP. The independent contribution of driver, crash and vehicle characteristics to driver fatalities. *Accid Anal and Prev* 2002;34:717-727.

Beede KE, Kass SJ. Engrossed in conversation: The impact of cell phones on simulated driving performance. *Accid Anal Prev* 2006;38:415-421.

Boletín Epidemiológico Semanal, 1996. [Disponible en: <http://cne.isciii.es>]

Boletín Oficial del Estado número 266, de 6 de noviembre de 1998. Real Decreto 2282/1998, de 23 de octubre.

Baum HM, Wells JK, Lund AK. Motor vehicle crash fatalities in the second year of 65 mph speed limits. *J Safety Res* 1990; 21: 1 – 8.

Braver ER, Whitfield R, Ferguson SA. Seating position and childrens risk of dying in motor vehicle crashes. *Injury Prevention* 1998;4:181-187.

Briem V, Hedman LR. Behavioural effects of mobile telephone use during simulated driving. *Ergonomics* 1995; 38: 2536 - 2562.

Broyles RW, Clarke SR, Narine L, Baker DR. Factors contributing to the amount of vehicular damage resulting from collisions between four-wheel drive vehicles and passenger cars. *Accid Anal Prev* 2001; 33: 673 - 678.

Broyles RW, Narine L, Clarke SR, Baker DR. Factors associated with the likelihood of injury resulting from collisions between four-wheel drive vehicles and passenger cars. *Accid Anal and Prev* 2003;35:677-681.

CARE. Community Database on Accidents on the Road in Europe. Road safety evolution in EU. 2005.[Disponible en: http://ec.europa.eu/transport/roadsafety/road_safety_observatory/doc/historical_evol.pdf . Acceso: 14 de Noviembre de 2006].

Catchpole JE, MacDonald WA, Bowland L. Young driver research program: The influence of age-related and experience-related factors on reported driving behaviour and crashes. Canberra: Federal Office of Road Safety. Contract Report 143. 1994 [Disponible en: <http://www.general.monash.edu.au/muarc/rptsum/escr143.htm>. Acceso: 27 de marzo de 2003]

Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III. Estadísticas sanitarias: Mortalidad y Epidemiología. [Disponible en: <http://www.isciii.es>. Acceso: 17 de noviembre de 2006].

Chang HS, Yeh TH. Risk factors to driver fatalities in single-vehicle crashes: comparisons between non-motorcycle drivers and motorcyclists. *Journal of transportation engineering* 2006; 132(3):227-236.

Charman WN. Vision and driving – a literature review and commentary. *Ophthalmic Physiol Opt* 1997; 17 (5): 371 – 391.

Chipman ML, MacGregor CG, Smiley AM, Lee-Gosselin M. Time versus distance as measures of exposure in driving surveys. *Accid Anal Prev* 1992; 24 (6): 679 – 684.

Christian WJ, Carroll M, Meyer K, Vitaz Tw, Franklin GA. Motorcycle helmets and head injuries in Kentucky, 1995-2000. *Journal of the Kentucky Medical Association* 2003; 101(1):21-6.

Cimbura G, Lucas DM, Bennett RC, Donelson AC. Incidence and toxicological aspects of cannabis and ethanol detected in 1394 fatally injured drivers and pedestrians in Ontario (1982-1984). *J Forensic Sci* 1990;35(5):1035-41.

Clark DE. Effect of population density on mortality after motor vehicle collisions. *Accid Anal Prev* 2003;35:965-971.

Clarke DD, Ward P, Truman W, Bartle C. Motorcycle accidents: preliminary results of an in-depth case-study using police road-accident files. In: *Behavioural research in road safety: Thirteenth seminar proceedings*. United Kingdom: Department of Transport, 2004.

[Disponible en: http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/page/dft_rdsafety024715.hcsp. Acceso: 5 de marzo de 2004].

Comisión de Energía y Transportes de la Unión Europea. Libro Blanco, 2001.[Disponible en: <http://www.elmundomotor.com>. Acceso: 12 de noviembre de 2002]

Comisión Especial de Encuesta e Investigación sobre los problemas derivados del uso del automóvil y de la seguridad vial. Dictamen de la Comisión Especial de Encuesta e Investigación sobre los problemas derivados del uso del automóvil y de la seguridad vial. Madrid, Senado, 1992.

Comisión Europea. Dirección General de Energía y Transporte.

[Disponible en: http://www.europa.eu.int/comm/energy_transport/etif/list_of_tables.html. Acceso: 16 de noviembre de 2006].

Connor J, Whitlock G, Norton R, Jackson R. The role of driver sleepiness in car crashes: a systematic review of epidemiological studies. *Accid Anal Prev* 2001; 33: 31 – 41.

Conroy C, Hoyt DB, Eastman AB, Erwin S, Pacyna S, Holbrook TL, Vaughan T, Sise M, Kennedy F, Velky T. Rollover crashes: predicting serious injury based on occupant, vehicle, and crash characteristics. *Acc Anal and Prev* 2006; 38:835-842.

Consiglio W, Driscoll P, Witte M, Berg WP. Effect of cellular telephone conversations and other potential interference on reaction time in a braking response. *Accid Anal Prev* 2003; 35: 495 - 500.

Cooper PJ, Pinili M, Chen W. An examination of the crash involvement rates of novice drivers aged 16 to 55. *Accid Anal Prev* 1995; 27 (1): 89 – 104.

Council Directive 92/61/EEC of 30 June 1992 relating to the type-approval of two or three-wheel motor vehicles.

[Disponible en: http://ec.europa.eu/enterprise/automotive/directives/motos/dir92_61_cee.html]

Council on Scientific Affairs. Alcohol and the driver. *JAMA* 1986; 255 (4): 522 – 527.

Cummings P, McKnight B, Weiss N. Matched-pair cohort methods in traffic crash research. *Accid Anal and Prev* 2003; 35:131-141.

Cummings P, Rivara FP. Car Occupant Death According to the Restraint Use of Other Occupants: A Matched Cohort Study *JAMA* 2004;291(3):343.

Del Río MC, Álvarez FJ. Illegal drug taking and driving: Patterns of drug taking among Spanish drivers. *Drug Alcohol Depend* 1995; 37: 83-86

Del Río MC, Álvarez FJ. Presence of illegal drugs in drivers involved in fatal road traffic accidents in Spain. *Drug Alcohol Depend* 2000; 57: 177 - 182.

Del Río MC, Gómez J, Sancho M, Álvarez FJ. Alcohol, illicit drugs and medicinal drugs in fatally injured drivers in Spain between 1991 and 2000. *Forensic Sci Int* 2002; 127: 63 - 70.

Delen D, Sharda R, Bessonov M. Identifying significant predictors of injury severity in traffic accidents using a series of artificial neural networks. *Accid Anal and Prev* 2006; 38(3):434-444.

Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Epidemiología y prevención de los accidentes. Accidentes de tráfico. En: Manual de Medicina Preventiva y Social. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Granada., eds. Granada, C.S.V.;2005:232-238.

Desapriya E, Pike I, Raina P. Severity of alcohol-related motor vehicle crashes in British Columbia: case-control study. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* 2006;13 (2):89-94.

DeYoung DJ, Peck RC, Helander CJ. Estimating the exposure and fatal crash rates of suspended/revoked and unlicensed drivers in California. *Accid Anal Prev* 1997; 29 (1): 17 – 23.
Dirección General de Tráfico. Investigación de accidentes de tráfico. Academia de tráfico de la Guardia Civil. Ministerio del Interior. Madrid 1991.

Dirección General de Tráfico. Manual sobre aspectos médicos relacionados con la capacidad de conducción de vehículos. Ministerio del Interior. Madrid 2001.

Dirección General de Tráfico. Anuario de Accidentes 2004 (a). Series estadísticas. [Disponible en: <http://www.dgt.es/estadisticas/anuariogeneral.htm>. Acceso : 14 de noviembre de 2006]

Dirección General de Tráfico. Series estadísticas sobre accidentes y víctimas I. Año 2004 (b). [Disponible en : <http://www.dgt.es/estadisticas/documentos/anuarioaccidente2004.pdf> Acceso: 24 de septiembre de 2006]

Drummer OH, Gerostamoulos J, Batziris H, Chu M, Caplehorn JR, Robertson MD, Swann P. The incidence of drugs in drivers killed in Australian road traffic crashes. *Forensic Sci Int* 2003; 134(2-3):154-62.

Elliott MA, Sexton B, Keating S. Motorcyclists' behaviour and accidents. In: Behavioural research in road safety: Thirteenth seminar proceedings. United Kingdom: Department of Transport.
[Disponible en: http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/page/dft_rdsafety_024714.hcsp . Acceso: 5 de marzo de 2004].

Elvik R, Vaa T. Factors contributing to road accidents. En: *The Handbook of Road Safety Measures*. Oxford, 2004 29-79.

Eurostat publications. *Statistics in focus*. Transport. Transport safety. Theme 7 – 3/2000. [Disponible en: <http://www.europa.eu.int/comm/eurostat>. Acceso: 12 de marzo de 2004].

Eurostat publications. *Statistics in focus*. General Statistics. Road-traffic deaths in the regions of Europe. Theme 1 – 5/2001.

Eurostat publications. *Statistics in focus*. Transport. Highlights of the Panorama of transport 1970-1999. Theme 7 – 3/2002.

[Disponible en: <http://www.europa.eu.int/comm/eurostat>. Acceso: 2 de mayo de 2004].

Evans L. Double pair comparison – a new method to determine how occupant characteristics affect fatality risk in traffic crashes. *Accid Anal and Prev* 1986; 18:217-27.

Evans L, Fick MC. Seating position in cars and fatality risk. *Am J. Public Health*, 1988;78:1456-1458.

Evans L. *Traffic Safety and the driver*. Van Nostrand Reinhold, New York 1991.

Evans L. Comment: The dominant role of driver behavior in traffic safety. *Am J Public Health* 1996; 86 (6): 784 – 786.

Evans L. Safety-belt effectiveness: the influence of crash severity and selective recruitment. *Acc Anal and Prev* 1996; 28(4):423-433.

Evans L. Age and fatality risk from similar severity impacts. *J. Traffic Med* 2001(a);29:10-19.

Evans L. Female compared with male fatality risk from similar physical impacts. *J.trauma*, 2001(b); 50:281-288.

Evans L. *Traffic safety*. Science Serving Society. Bloomfield Hills, MI, 2004

Everett SA, Lowry R, Cohen LR, Dellinger AM. Unsafe motor vehicle practices among substance-using college students. *Accid Anal Prev* 1999; 31: 667 – 673.

Farrow JA. Young driver risk taking: a description of dangerous driving situations among 16- to 19-year-old drivers. *Int J Addict* 1987; 22 (12): 1255 – 1267.

Fergusson D, Swain-Campbell N, Horwood J. Risky driving behaviour in young people: prevalence, personal characteristics and traffic accidents. *Aust N Z J Public Health* 2003; 27:337-42.

Fraile N. Motos: menos siniestralidad. *Tráfico* 2005; 171:33-35.

Gabella B, Reiner KL, Hoffman RE, Cook M, Stallones L. Relationship of helmet use and head injuries among motorcycle crash victims in el paso county, Colorado, 1989-1990. *Accid Anal and Prev* 1995; 27(3):363-369.

Garber S, Graham JD. The effect of the new 65 mile-per-hour speed limit on rural highway fatalities: A state-by-state analysis. *Accid Anal Prev* 1990; 22: 137 – 149.

Garber NJ, Gadiraju R. Impact of differential speed limits on the speed of traffic and the rate of accidents. *Transportation Research Record* 1375, 1992; p.p.: 44 – 52.

Graham JD. Injuries from traffic crashes: Meeting the challenge. *Annu Rev Public Health* 1993; 14: 515 – 543.

Greenland S, Finkle WD. A critical look at methods for handling missing covariates in epidemiological regression analysis. *Am J Epidemiol* 1995;142:1255–64.

Gislason T, Tómasson K, Reynisdóttir H, Björnsson JK, Kristbjarnarson H. Medical risk factors among drivers in single-car accidents. *J Intern Med* 1997; 241: 213 – 219.

Goldenbeld C, Twisk D, de Craen S. Short and long term effects of moped rider training: a field experiment. *Transp Res F: Traffic Psychol Behav* 2004;7:1-16.

González JC, Valdés E, Álvarez FJ. Así es la morbimortalidad de los accidentes de tráfico en España. *Tráfico* 2005; 173:48.

Gonzalez-Luque JC, Rodriguez-Artalejo F. The relationship of different socioeconomic variables and alcohol consumption with nighttime fatal traffic crashes in Spain: 1978-1993. *Eur J Epidemiol* 2000; 16 (10): 955 – 961.

Gopalakrishna G, Peek-Asa C, Kraus JF. Epidemiologic features of facial injuries among motorcyclists. *Annals of Emergency Medicine* 1998;32(4):425-430.

Gregersen NP, Berg HY, Engström I, Nolén S, Nyberg A, Rimmö PA. Sixteen years age limit for learner drivers in Sweden -an evaluation of safety effects. *Accid Anal Prev* 2000; 32: 25 - 35.

Grupo de trabajo sobre la medida del impacto en salud de los accidentes de tráfico en España. Estudio de la mortalidad a 30 días por accidentes de tráfico (EMAT-30). Ministerio de Sanidad y Consumo, 2004.

Haddon W. The changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively based. *Am J Public Health Nations Health* 1968; 58 (8): 1431 – 8.

Haddon W Jr. Advances in the Epidemiology of Injuries as a Basis for Public Policy. *Public Health Rep* 1980; 95: 411 – 421.

Haddon W. Jr. and Baker S.P. Injury Control. En: Clark and MacMahon, eds. *Preventive and Community Medicine*. Second ed. Boston, MA: Little Brown and Company, 1981.

Haddon W Jr. The changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively based. *Inj Prev* 1999; 5: 231 – 236.

Hakamies-Blomqvist L. Aging and fatal accidents in male and female drivers. *J Gerontol* 1994; 49: S286 - S290.

Hakim S, Shefer D, Hakkert AS, Hocherman I. A critical review of macro models for road accidents. *Accid Anal Prev* 1991; 23 (5): 379 – 400.

Hancock PA, Lesch M, Simmons L. The distraction effects of phone use during a crucial driving maneuver. *Accid Anal Prev* 2003; 35: 501 - 514.

Hardin, J., Hilbe, J., 2001. *Generalized linear models and extensions*. Stata Press, College Station, TX.

Haworth N, Smith R, Brumen I, Pronk N. Case-control study of motorcycle crashes. Report CR174. Canberra, Federal Office of Road Safety: Monash University Accident Research Centre 1997.

[Disponible en: <http://www.atsb.gov.au/road/research/crreport.cfm>. Acceso: 5 de marzo de 2004].

Hernán MA, Hernández-Díaz S, Werler MM, Mitchell AA. Causal knowledge as a prerequisite for confounding evaluation: an application to birth defects epidemiology. *Am J Epidemiol* 2002; 155: 176-84.

Herruzo Cabrera R, Villar Álvarez F, Martín Moreno JM. Epidemiología y prevención de los accidentes de tráfico y otros. En: Piédrola Gil. *Medicina Preventiva y Salud Pública*. 10ª edición. Editorial Masson. Barcelona 2001.

Hills BL. Vision, visibility, and perception in driving. *Perception* 1980; 9: 183 – 216.

Horswill MS, Helman S. A comparative approach to investigating differential accident liability. Final report. EPSRC, Swindon 2001.

[Disponible en: <http://www.personal.rdg.ac.uk/~srxrhorsl/motorcyclereport.htm>. Acceso: 10 de mayo de 2004].

Horswill MS, Helman S. A behavioral comparison between motorcyclists and a matched group of non-motorcycling car drivers: factors influencing accident risk. *Accid Anal Prev* 2003; 35: 589 – 597.

Houston DJ. Implications of the 65-mph speed limit for traffic safety. *Eval Rev* 1999; 23 (3): 304 – 315.

Huelke DF, Compton C. The effects of seat belts on injury severity of front and rear seat occupants in the same frontal crash. *Acc Anal and Prev* 1995;27(6):835-838.

Hundley JC, Kilgo PD, Miller PR, Chang MC, Hensberry RA, Meredith JW, Hoth JJ. Non-Helmeted Motorcyclists: A Burden to Society? A Study Using the National Trauma Data Bank. *J Trauma* 2004;57:944-949.

International Road Traffic and Accident Data (IRTAD). Definitions and data availability, Special Report. OECD-RTR. Road Transport Programme, BAST, Bergisch Gladbach, Germany 1992.

International Road Traffic and Accident Data. IRTAD Database. Statistics. [Disponible en: <http://cemt.org/IRTAD/IRTADPUBLIC/we2.html>. Acceso: 12 de septiembre de 2006].

Instituto Nacional de Estadística. Tasas de mortalidad por causa. [Disponible en: <http://www.ine.es>. Acceso: 24 de septiembre de 2006].

Izquierdo J, Rodés G. Accidentes de tráfico. *JANO. Medicina y Humanidades* 1992; XLIII (1016): 75 – 83.

Jacobs G, Aeron-Thomas A, Astrop A. Estimating global road fatalities. TRL Report 445. Berkshire, Transport Research Laboratory, 2000.

James HF. Under reporting of road traffic accidents. *Traffic Engineering and Control* 1991; 32: 573-583.

Janke MK. Accidents, mileage, and the exaggeration of risk. *Accid Anal Prev* 1991; 23 (2 / 3): 183 – 188.

Jarvis R. The speed limit is not the safe speed. Electronic response to the article: Pilkington P. Reducing the speed limit to 20 mph in urban areas. *BMJ* 2000; 320: 1160. [Disponible en: <http://www.bmj.com/cgi/eletters/320/7243/1160#EL1>. Acceso: 27 de septiembre de 2006].

Javouhey E, Guérin AC, Chiron M. Incidence and risk of severe traumatic brain injury resulting from road accidents: A population-based study. *Accid Anal and Prev* 2006; 38:225-233.

Jiménez-Moleón JJ, Lardelli-Claret P, Luna-del-Castillo JD, García-Martín M, Bueno-Cavanillas A, Gálvez-Vargas R. Efecto de la edad, el sexo y la experiencia de los conductores de 18 a 24 años sobre el riesgo de provocar colisiones entre turismos. *Gac Sanit* 2004;18(3):66-76.

Johansson P. Speed limitation and motorway casualties: a time series count data regression approach. *Accid Anal Prev* 1996; 28 (1): 73 - 87.

Joly MF, Joly P, Bergeron J, Desjardins D, Ekoe JM, Ghadirian P, Gravel S, Hamet P, Laberge-Nadeau C. L'exposition au risque d'accident de la route, un paramètre épidémiologique fondamental et difficile à mesurer. *Rev Epidémiol Santé Publique* 1991; 39: 307 – 313.

Jonah BA. Accident risk and risk-taking behaviour among young drivers. *Accid Anal Prev* 1986; 18 (4): 255 – 271.

Jones AP, Jorgensen SH. The use of multilevel models for the prediction of road accident outcomes. *Accid Anal and Prev* 2003; 35:59-69.

Keng SH. Helmet use and motorcycle fatalities in Taiwan. *Accid Anal Prev* 2005;37:349-355.

Kim K, Nitz L, Richardson J, Li L. Personal and behavioral predictors of automobile crash and injury severity. *Accid Anal and Prev* 1994;27(4):469-481.

Kopjar B. Moped injuries among adolescents: a significant forgotten problem? *Accid Anal Prev* 1999;31:473-78.

Krüger HP, Vollrath M. The alcohol-related accident risk in Germany: procedure, methods and results. *Accid Anal Prev* 2004; 36:125-133.

Kyrychenko SY, McCartt AT. Florida's Weakened Motorcycle Helmet Law: Effects on Death Rates in Motorcycle Crashes. *Traffic Injury Prevention* 2006;7:55-60.

Kweon YJ, Kockelman KM, Overall injury risk to different drivers: combining exposure, frequency and severity models. *Accid Anal Prev* 2003;35:441-450.

Laberge-Nadeau C, Maag U, Bourbeau R. The effects of age and experience on accidents with injuries: should the licensing age be raised? *Accid Anal Prev* 1992; 24 (2):107 – 116.

Ladra JR. Los accidentes nos cuestan 15.390 millones. *Tráfico*, 2003; 158:21-23.

Lamble D, Kauranen T, Laakso M, Summala H. Cognitive load and detection thresholds in car following situations: safety implications for using mobile (cellular) telephones while driving. *Accid Anal Prev* 1999; 31: 617 - 623.

Lam LT. Factors associated with fatal and injurious car crash among learner drivers in New South Wales, Australia. *Accid Anal and Prev* 2003;35:333-340.

Lam L. Environmental factors associated with crash-related mortality and injury among taxi drivers in New South Wales, Australia. *Accid Anal and Prev* 2004;36:905-908.

Langley J, Mullin B, Jackson R, Norton R. Motorcycle engine size and risk of moderate to fatal injury from a motorcycle crash. *Accid Anal and Prev* 2000; 32:659-663.

Lardelli Claret P, Luna del Castillo JD, Jiménez Moleón JJ, Bueno Cavanillas A, García Martín M, Gálvez Vargas R. Age and sex differences in the risk of causing vehicle collisions in Spain, 1990 to 1999. *Accid Anal Prev* 2003 (a); 35: 261 - 272.

Lardelli-Claret P, Luna-del Castillo JD, Jiménez-Moleón JJ, Rueda-Domínguez T, García-Martín M, Femia-Marzo P, Bueno-Cavanillas A. Association of main driver-dependent risk factors with the risk of causing a vehicle collision in Spain, 1990-1999. *Ann Epidemiol* 2003 (b);13:509-17.

Lardelli-Claret P, Luna-del-Castillo JD, Jiménez-Moleón JJ, García-Martín M, Bueno-Cavanillas A, Gálvez-Vargas R. Valoración del efecto del uso de casco en los ciclistas sobre el riesgo de sufrir lesiones craneales y de morir en España entre 1990 y 1999. *Med Clin (Barc)* 2003 (c); 120 (3):85-88.

Lardelli-Claret P, Luna-del-Castillo JD, Jiménez-Moleón JJ, García-Martín M, Bueno-Cavanillas A, Gálvez-Vargas R. Risk compensation theory and voluntary helmet use by cyclists in Spain. *Injury Prevention* 2003 (d);9:128-132.

Lardelli-Claret P, Jiménez-Moleón JJ, Luna-del Castillo JD, García-Martín M, Bueno-Cavanillas A, Gálvez-Vargas R. Driver dependent factors and the risk of causing a collision for two wheeled motor vehicles. *Injury Prevention* 2005;11:225-231.

Lardelli-Claret P, Jiménez-Moleón JJ, Luna-del-Castillo JD, Bueno-Cavanillas A. Individual factors affecting the risk of death for rear-seated passengers in road crashes. *Acc Anal and Prev* 2006; 38:563-566.

Lave C, Elias P. Did the 65 mph speed limit save lives?. *Accid Anal Prev* 1994; 26 (1): 49 – 62.

Lee JT, Fazio J. Influential factors in freeway crash response and clearance times by emergency management services in peak periods. *Traffic Injury Prevention*, 2005; 6:331-339.

Levy DT. Youth and traffic safety: The effects of driving age, experience and education. *Accid Anal Prev* 1990; 22: 327 – 334.

Li G, Baker SP, Langlois JA, Kelen GD. Are female drivers safer? An application of the decomposition method. *Epidemiology* 1998; 9 (4): 379 – 384.

Li G, Shahpar C, Grabowski JG, Baker SP. Secular trends of motor vehicle mortality in the United States, 1910 – 1994. *Accid Anal Prev* 2001; 33: 4223 – 432.

Li. G, Braver E, Chen LH. Fragility versus excessive crash involvement as determinants of high reath rates per vehicle-mile of travel among older drivers. *Accid Anal Prev* 2003;35:227-235.

Lin MR, Hwang HF, Kuo NW. Crash severity, injury patterns and helmet use in adolescent motorcycle riders. *Journal of Trauma-Injury Infection & Critical Care* 2001;50(1):24-30.

Lin MR, Chang SH, Pai L, Keyl PM. A longitudinal study of risk factors for motorcycle crashes among junior college students in Taiwan. *Accid Anal Prev* 2003;35:243-52.

Linn S. The Injury Severity Score- Importance and Uses. *Ann Epidemiol* 1995; 5(6): 440-446.

Liu B, Ivers R, Norton R, Blows S, Lo SK. Helmets for preventing injury in motorcycle riders (Cochrane Review). In: *The Cochrane Library*, Issue 2, 2004. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.

Último acceso: 07 junio 2004 <http://212.49.218.203/newgenClibPlus/ASP/printDocument.asp>

López J, Serrano P, Duque B, Artiles J. Los costes socioeconómicos de los accidentes de tráfico en las Islas Canarias en 1997. *Gac Sanit* 2001; 15 (5): 414 – 422.

López M. Sin casco más muertos. *Tráfico* 2003; 160:30-32.

Longo MC, Hunter CE, Lokan RJ, White JM, White MA. The prevalence of alcohol, cannabinoids, benzodiazepines and stimulants amongst injured drivers and their role in driver culpability. Part II: The relationship between drug prevalence and drug concentration, and driver culpability. *Accid Anal Prev* 2000; 32: 623 – 632.

López-Abente G, Pollán M, Aragonés N, Pérez B, Yacer A, Pérez J, Medrano MJ, Boix R, Díez M, González P, Navas A, Almazán J, Jiménez MT, de Pedro J. Tendencias de la Mortalidad en España, 1952 – 1996. Efecto de la edad, de la cohorte de nacimiento y del período de muerte. Lyles RW, Stamatiadis P. Quasi-induced exposure revisited. *Accid Anal Prev* 1991; 23 (4): 275 – 285.

Lyman JM, McGwin G, Sims RV. Factors related to driving difficulty and habits in older drivers. *Accid Anal Prev* 2001; 33: 413 – 421. Instituto de Salud Carlos III. Madrid, 2002.

McKnight AJ, McKnight AS. The effects of motorcycle helmets upon seeing and hearing. *Accid Anal and Prev* 1995; 27(4):493-501.

Magazzù D, Comelli M, Mainoni A,. Are car drivers holding a motorcycle licence less responsible for motorcycle - car crash occurrence? A non-parametric approach. *Accid Anal Prev* 2006; 38: 365-370.

Mannering FL, Grodsky L. Statistical analysis of motorcyclists' perceived accident risk. . *Accid Anal Prev* 1995; 27 (1):21-31.

Massie DL, Campbell KL, Williams AF. Traffic accident involvement rates by driver age and gender. *Accid Anal Prev* 1995; 27 (1): 73 – 87.

Masurel P. Case Study: Investigating explanatory factors in fatality trends and rates between EU countries. Investigating differences in definitions and collection procedures. A comparison of two wheeled motor vehicle fatalities between European Union countries. Transport Statistics: Road Safety, Department for Transport, United Kingdom, 2003.[Disponible en: http://europa.eu.int/comm/transport/care/studies/doc/asteryx/cs2_report.pdf. Acceso: 7 de marzo de 2003].

Mason AP, McBay AJ. Ethanol, marijuana and other drug use in 600 drivers killed in single-vehicle crashes in North Carolina, 1978-1981. *J Forensic Sci* 1984;29(4):987-1026.

Matthews R, Legg S, Charlton S. The effect of cell phone type on drivers subjective workload during concurrent driving and conversing. *Accid Anal Prev* 2003; 35: 451 - 457.

Maycock G, Lockwood CR, Lester JF. Accident liability of car drivers. Crowthorne, Berkshire: Transport and Road Research Laboratory, 1991. Research Report 315.

Maycock G. Accident liability. A key indicator for road safety planning. *Routes/Roads* 1992; 277: 52 – 53.

Mayhew DR. The learner's permit. *J Safety Res* 2003; 34: 35 – 43.

Mayhew DR, Simpson HM. New to the road: young drivers and novice drivers: Similar problems and solutions?. Ottawa: Traffic Injury Research Foundation of Canada, 1990.

McGwin G, Chapman V, Owsley C. Visual risk factors for driving difficulty among older drivers. *Accid Anal Prev* 2000; 32: 735 – 744.

McKnight AJ, McKnight AS. The effect of cellular phone use upon driver attention. *Accid Anal Prev* 1993; 25: 259 - 265.

Mercer GW, Jeffery WK. Alcohol, drugs, and impairment in fatal traffic accidents in British Columbia. *Accid Anal Prev* 1995; 27: 335 – 343.

Meuleners LB, Harding A, Lee AH, Legge M. Fragility and crash over-representation among older drivers in Western Australia. *Accid Anal and Prev* 2006; 38(5):1006-10.

Ministerio de Fomento. Anuario Estadístico 2000.

[Disponible en: http://www.mfom.es/estadisticas/anuario/c11/carreteras_4_1.htm. Acceso: 22 de julio de 2005 y 24 de agosto de 2006].

Moore VM, Dolinis J, Woodward AJ. Vehicle speed and risk of a severe crash. *Epidemiology* 1995; 6:258:262.

Muller A. Florida's Motorcycle Helmet Law Repeal and Fatality Rates. *Am J Public Health* 2004; 94:556-558.

Mullin B, Jackson R, Langley J, Norton R. Increasing age and experience: are both protective against motorcycle injury? A case-control study. *Inj Prev* 2000;6:32-5.

National Highway Traffic Safety Administration. Report to congress: The effect of increased speed limits in the post-NMSL era. Washington 1998, DC: US Department of Transportation.

National Highway Traffic Safety Administration. Traffic safety facts 1999. Overview. National Center for Statistics and Analysis. Washington 2000. [Disponible en: <http://www.nhtsa.dot.gov>].

Noland R, Quddus M. A spatially disaggregate analysis of road casualties in England. *Accid Anal Prev* 2004a; 36:973-984.

Noland RB, Quddus MA, Improvements in medical care and technology and reductions in traffic-related fatalities in Great Britain. *Accid Anal and Prev* 2004b; 36:103-113.

Noordzij PC, Forke E, Brendicke R, Chinn BP. Integration of needs of moped and motorcycle riders into safety measures. Review and statistical analysis in the framework of the European research project promising, Workpackage 3. Leidschendam, 2001.

Norvell DC, Cummings P. Association of helmet use with death in motorcycle crashes: a matched-pair cohort study. *Am J Epidemiol* 2002; 156(5):483-487.

O'Connor PJ. Motorcycle Helmets and Spinal Cord Injury: Helmet Usage and Type. *Traffic Injury Prevention* 2005; 6:60-66.

O'Donnell CJ, Connor DH. Predicting the severity of motor vehicle accident injuries using models of ordered multiple choice. *Accid Anal and Prev* 1996;28(6):739-753.

O'Neill B, Mohan D. Reducing motor vehicle crash deaths and injuries in newly motorising countries. *BMJ* 2002; 324:1142-5.

Olson PL. Problemas de visibilidad en la conducción nocturna. *Revista técnica de la asociación española de la carretera*, nº 52, 1991.

Olson CM, Cummings P, Rivara FP. Association of first-and second-generation air bags with front occupant death in car crashes: a matched cohort study. *Am J Epidemiol* 2006;164:161-169.

Ossiander EM, Cummings P. Freeway speed limits and traffic fatalities in Washington State. *Accid Anal Prev* 2002; 34 (1): 13 – 18.

Ouellet JV, Kasantikul V. Motorcycle helmet effect on a per-crash basis in Thailand and the United States. *Traffic Injury Prevention* 2006;7:49-54.

Owsley C, McGwin G. Vision impairment and driving. *Surv Ophthalmol* 1999; 43 (6): 535 – 550.

Page Y. A statistical model to compare road mortality in OECD countries. *Accid Anal Prev* 2001; 33: 371 – 385.

Paulozzi LJ, Patel R. Trends in motorcycle fatalities associated with alcohol-impaired driving-United States, 1983-2003. *MMWR*, 2004; 53:1103-1106.

Peden M (Ed). Proceedings of WHO meeting to develop a 5-year strategy for road traffic injury prevention. Geneva: World Health Organization, 2001.

Peden M(Ed). *World Report on Road Traffic Injury Prevention*. Geneva: World Health Organization, 2004.

Peek-Asa C, Kraus JF. Injuries sustained by motorcycle riders in the approaching turn crash configuration. *Accid Anal Prev* 1996; 28(5):561-569.

Peiró-Pérez R, Seguí-Gómez M, Pérez-González C, Miralles-Espí M, López-Maside A, Benavides FG. Lesiones por tráfico, de ocio y domésticas y laborales. Descripción de la situación en España. *Gac Sanit*. 2006; 20(Supl 1):32-40.

Petridou E, Moustaki M. Human factors in the causation of road traffic crashes. *Eur J Epidemiol* 2000; 16: 819 – 826.

Pilkington P. Reducing the speed limit to 20 mph in urban areas. *BMJ* 2000; 320: 1160.

Pilkington P, Kinra S. Effectiveness of speed cameras in preventing road traffic collisions and related casualties: systematic review. *BMJ* 2005;330:331-334.

Plasència A. Accidentes de tráfico en España: a grandes males, ¿pequeños remedios?. *Quadern CAPS* 1992; 17: 9 – 32.

Plasència A, Orós M, Diego J. Estadísticas de mortalidad por accidente de tráfico. *Med Clín* 1994; 103: 159.

Preusser DF, Leaf WA. Provisional license. *J Safety Res* 2003; 34: 45 - 49.

Preusser DF, Williams AF, Ulmer RG. Analysis of fatal motorcycle crashes: crash typing. *Accid Anal Prev* 1995; 27(6):845-851.

Quddus MA, Noland RB, Chin HC. An analysis of motorcycle injury and vehicle damage severity using ordered probit models. *Journal of Safety Research* 2002; 33: 445-462.

Redondo-Calderón JL, Luna del Castillo JD, Jiménez-Moleón JJ, Lardelli-Claret P, Gálvez-Vargas R. Evolución de la mortalidad por accidentes de tráfico en España, 1962 – 1994. *Gac Sanit* 2000; 14 (1): 7 – 15.

Redondo Calderón JL. Tendencia temporal y distribución geográfica de los accidentes de tráfico en España. Tesis Doctoral 1997. Universidad de Granada.

Redondo Calderón JL, Luna del Castillo JD, Jiménez Moleón JJ, Lardelli Claret P, Gálvez Vargas R, Variabilidad geográfica de la gravedad de los accidentes de tráfico en España. *Gac Sanit* 2000;14(1):16-22.

Regidor E, Reoyo A, Calle ME, Domínguez V. Fracaso en el control del número de víctimas por accidentes de tráfico en España. ¿La respuesta correcta a la pregunta equivocada?. *Rev Esp Salud Pública* 2002; 76: 105 – 113.

Richter ED, Barach P, Friedman L, Krikler S, Israeli A. Raised speed limits, speed spillover, case-fatality rates, and road deaths in Israel: a 5-year follow up. *Am.J.Public Health* 1994; 4:568-74.

Richter ED, Berman T, Friedman L, Ben-David G. Speed, Road Injury and Public Health. *Annu Rev Public Health* 2006; 27:125-52.

Robertson LS. *Injury Epidemiology. Research and Control Strategies*. Second edition. New York: Oxford University Press. 1998.

Rodríguez JI. Las consecuencias de tres casos de exceso de velocidad, más allá de la multa. *Tráfico* 2001; 146:25-27.

Rodríguez JI. El reto de sobrevivir. *Tráfico* 2005; 175:12-18.

Rodríguez JI. Los puntos ya salvan vidas. *Tráfico* 2006; 180:19-25.

Romano P, McLoughlin E. Helmet use and fatal motorcycle injuries in California, 1987-1988. *Journal of Head Trauma Rehabilitation* 1991; 6(2):21-37.

Rosman DL. The Western Australian Road Injury Database (1987-1996): ten years of linked police, hospital and death records of road crashes and injuries. *Accid Anal Prev* 2001; 33: 81-88.

Rosman DL, Knuiman MW. A comparison of hospital and police road injury data. *Accid Anal Prev* 1994; 26: 215-222.

Rosman DL. The feasibility of linking hospital and police road crash information without names. *Accid Anal Prev* 1996; 28: 271-274.

Rothman KJ, Greenland S. *Modern Epidemiology*, 2nd Ed. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998.

Rowland J, Rivara F, Salzberg P, Soderberg R, Maier R, Koepsell T. Motorcycle helmet use and injury outcome and hospitalisation costs from crashes in Washington State. *American Journal of Public Health* 1996;86(1):41-45.

Ryan GA, Legge M, Rosman D. Age related changes in drivers' crash risk and crash type. *Accid Anal Prev* 1998; 30 (3): 379 – 387.

Rutledge R, Stutts J. The association of helmet use with the outcome of motorcycle crash injury when controlling for crash/injury severity. *Accid Anal and Prev* 1993;25(3):347-353.

Rutter DR, Lyn Q. Age experience in motorcycling safety. *Accid Anal and Prev* 1996; 28(1):15-21.

SafetyNet. National Technical University of Athens (NTUA). Traffic Safety Basic Facts 2004 Motorcycles and Mopeds. Project co-financed by the European Commission, Directorate-General Energy and Transport [Disponible en: <http://safetynet.swov.nl>]

Sánchez J. El casco se pone de campaña. *Tráfico* 2002; 154:18-19.

Schafer JL. *Analysis of incomplete multivariate data*. New York: Chapman & Hall, 1997.

Shibata A, Fukada K. Risk factors of fatality in motor vehicle traffic accidents. *Accid Anal and Prev* 1994;26(3):391-397.

Singleton M, Qin H. Factors associated with higher levels of injury severity in occupants of motor vehicles that were severely damaged in traffic crashes in Kentucky, 2000-2001. *Traffic Injury Prevention*, 2004;5:144-150.

Smink BE, Ruiters B, Lusthof KJ, De Gier JJ, Uges DRA, Egberts ACG. Drug use and the severity of a traffic accident. *Accid Anal and Prev* 2005;37:427-433.

Smith KM, Cummings P. Passenger seating position and the risk of passenger death or injury in traffic crashes. *Accid Anal and Prev* 2004; 36:257-260.

Smith KM, Cummings P. Passenger seating position and the risk of passenger death in traffic crashes: a matched cohort study. *Injury Prevention* 2006; 12:83-86.

Soderstrom CA, Dischinger PC, Kerns TJ, Trifillis AL. Marijuana and other drug use among automobile and motorcycle drivers treated at a trauma center. *Accid Anal and Prev* 1995; 27(1)131-135.

Solagberu BA, Ofoegbu CK, Nasir AA, Ogundipe OK, Abdur-Rahman AO, Abdur-Rahman LO. Motorcycle injuries in a developing country and the vulnerability of riders, passengers and pedestrians. *Inj Prev* 2006; 12:266-268.

Stamatiadis N, Deacon JA. Trends in highway safety: effects of an aging population on accident propensity. *Accid Anal Prev* 1995; 27: 443 - 459.

Stata Statistical Software [computer program], Release 8.0, 2003. Stata Corporation, College Station, TX.

Stevens A, Minton R. In-vehicle distraction and fatal accidents in England and Wales. *Acc Anal and Prev* 2001;33:539-545.

Stefan C, Höglinger S, Machata K. Case study: Motorcycle accidents. CARE Community Road Accident Database. European Union, 2003.

[Disponible en: http://europa.eu.int/comm/transport/care/studies/doc/asteryx/cs6_report.pdf. Acceso 17 de diciembre de 2003].

Terán-Santos J, Jiménez-Gómez A, Cordero-Guevara J, and the Cooperative Group Burgos-Santander. The association between sleep apnea and the risk of traffic accidents. *N Engl J Med* 1999; 340 (11): 847 – 851.

Townsend M. Motorists' use of hand held cell phones in New Zealand: An observational study. *Accid Anal Prev* 2006; 38(4):748-50.

Traynor T. The impact of driver alcohol use on crash severity: a crash specific analysis. *Transportation Research* 2005; part E(41): 421-437.

Tsai YJ, Wang JD, Huang WF. Case-Control study of the effectiveness of different types of helmets for the prevention of head injuries among motorcycle riders in Taipei, Taiwan. *American Journal of Epidemiology* 1995; 142 (9):974-81.

Turner C, McClure R. Age and gender differences in risk-taking behaviour as an explanation for high incidence of motor vehicle crashes as a driver in young males. *Inj Control Saf Promot* 2003;123-130.

Turner C, McClure R, Pirozzo S. Injury and risk-taking behavior- a systematic review. *Accid Anal and Prev* 2004;36:93-101.

Ulleberg P. Motorcycle safety-a literature review and meta-analysis. TOI report 681 / 2003. Oslo. Institute of Transport Economics.

Unidad de Seguridad Vial. Dirección de vialidad. "Análisis estadística de accidentes 1997-1999" de Chile. [Disponible en: [http://www.viabilidad.cl/webvial/USV/publicaciones/Informe % Rutas](http://www.viabilidad.cl/webvial/USV/publicaciones/Informe%20Rutas) . Acceso: 14 de marzo de 2004].

University of Vermont. Environmental Safety Facility. Department of Risk Management. [Disponible en: <http://esf.uvm.edu/index.html>. Acceso: 10 de mayo de 2004].

Van Beeck EF, Mackenbach JP, Looman CWN, Kunst AE. Determinants of traffic accident mortality in the Netherlands: A geographical analysis. *Int J Epidemiol* 1991; 20 (3): 698 – 706.

Villalbí JR, Pérez C. Evaluación de las políticas regulatorias: prevención de las lesiones por accidentes de tráfico. *Gac Sanit.* 2006;20(Supl 1):79-87.

Violanti JM. Cellular phones and fatal traffic collisions. *Accid Anal Prev* 1998; 30: 519 - 524.

Violanti JM, Marshall JR. Cellular phones and traffic accidents: an epidemiological approach. *Accid Anal Prev* 1996; 28: 265 - 270.

Waller PF, Elliot MR, Shope JT, Ragnathan TE, Little RJA. Changes in young adult offense and crash patterns over time. *Accid Anal Prev* 2001; 33: 117 -128.

Watson G, Zador P, Wilks MA. The repeal of helmet use laws and increased motorcyclist mortality in the United States, 1975-1978. *AJPH* 1980;70(6):579-585.

Wells S, Bernadette M, Norton R, Langley J, Connor J, Lay-Yee R, Jackson R. Motorcycle rider conspicuity and crash related injury: case-control study. *BMJ* 2004;328:857-62.

White WT. Does periodic vehicle inspection prevent accidents?. *Accid Anal Prev* 1986; 18 (1): 51 – 62.

Williams AF, Peat MA, Crouch DJ, Wells JK, Finkle BS. Drugs in fatally injured young male drivers. *Public Health Rep* 1985;100(1):19-25.

Williams AF. Teenage drivers: patterns of risk. *J Safety Res* 2003(a); 34: 5 - 15.

Williams AF. The compelling case for graduated licensing. *J Safety Res* 2003(b); 34: 3 – 4.

Wladis A, Bostrom L, Nilsson B. Injuries and mortality in motorcycle and moped accidents in Sweden 1987-1994. Advanced age and male sex are risk factors of fatal moped and motorcycle accidents. *Lakartidningen* 2003;14:1238-1241.

Wong TW, Lee J, Phoon WO, Yiu PC, Fung KP, McLean JA. Driving experience and the risk of traffic accident among motorcyclists. *Soc Sci Med* 1990;30:639-40.

Yannis G, Golias J, Papadimitriou E. Driver age and vehicle engine size effects on fault and severity in young motorcyclists accidents. *Accid Anal Prev* 2005;37:327-33.

Yau KKW. Risk factors affecting the severity of single vehicle traffic accidents in Hong Kong. *Accid Anal and Prev* 2004; 36:333-340.

Zhang J, Fraser S, Lindsay J, Clarke K, Mao Y. Age-specific patterns of factors related to fatal motor vehicle traffic crashes: focus on young and elderly drivers. *Public Health* 1998; 112: 289 – 295.

Zhang J, Lindsay J, Clarke K, Robbins G, Mao Y. Factors affecting the severity of motor vehicle traffic crashes involving elderly drivers in Ontario. *Accid Anal Prev* 2000; 32:117-125.

Zwerling C, Peek-Asa C, Whitten PS, Choi SW, Sprince NL, Jones MP. Fatal motor vehicle crashes in rural and urban areas: decomposing rates into contributing factors. *Injury Prevention* 2005;11:24-28.