

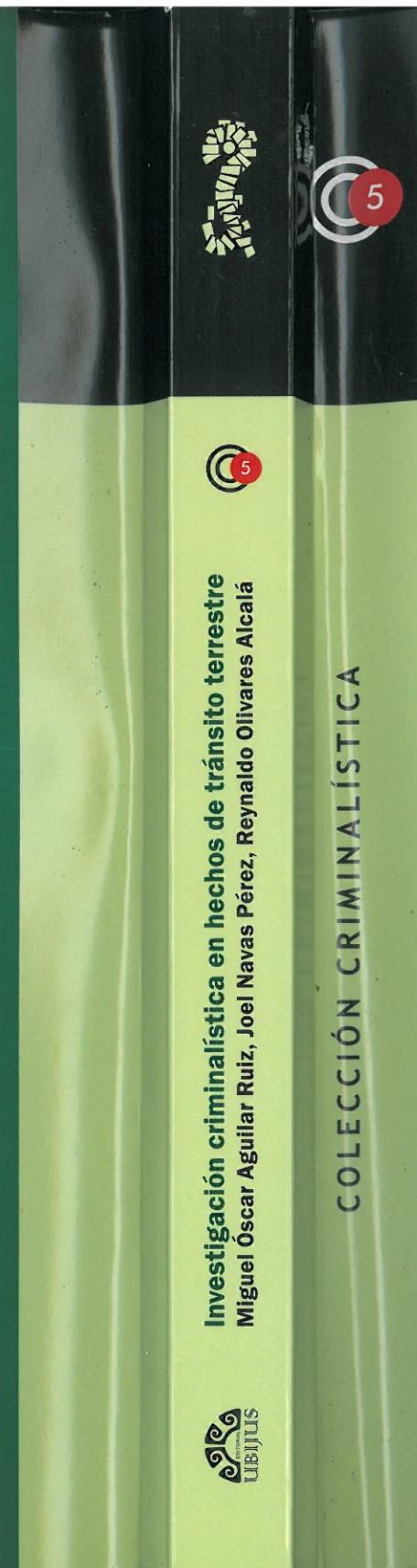
## Investigación criminalística en hechos de tránsito terrestre

Cada año, alrededor de 2 millones de adolescentes sufren lesiones por accidentes de tránsito en México. De hecho, los accidentes de tránsito son el problema de salud que requiere más días de atención hospitalaria por paciente —5.2 días—, con los consecuentes costos al sistema de salud. Las causas de más de la mitad de los accidentes siguen siendo las mismas: el exceso de velocidad y el consumo de bebidas alcohólicas. En el mismo comunicado se advierte que mientras las instituciones de procuración de justicia del país contabilizan 890 000 incidentes viales, las compañías aseguradoras reportan casi 5 millones de percances viales. Por su parte, el Gobierno del Distrito Federal reporta que, en 2008, circularon diariamente en la Ciudad de México un promedio de 4 millones de automóviles y que, en ese mismo periodo, se presentaron 22 000 accidentes de tránsito, de los cuales 5 400 fueron atropellos.

El que existan 890 000 accidentes de tránsito registrados en las procuradurías del país refleja la necesidad de elaborar el mismo número de dictámenes periciales en la materia al año. Tal volumen de estudios criminalísticos justifica plenamente la necesidad de contar con un texto como éste, que sirva de guía y orientación a quienes tienen que emitir una opinión técnico-científica sobre las causas que dieron origen a un incidente vial. Por ello celebro que Miguel Óscar Aguilar Ruiz, Joel Navas y Reynaldo Olivares se hayan dado a la tarea de elaborar y ahora actualizar un texto dotado de rigor científico que oriente a los peritos al momento de identificar y procesar las evidencias de los hechos de tránsito.

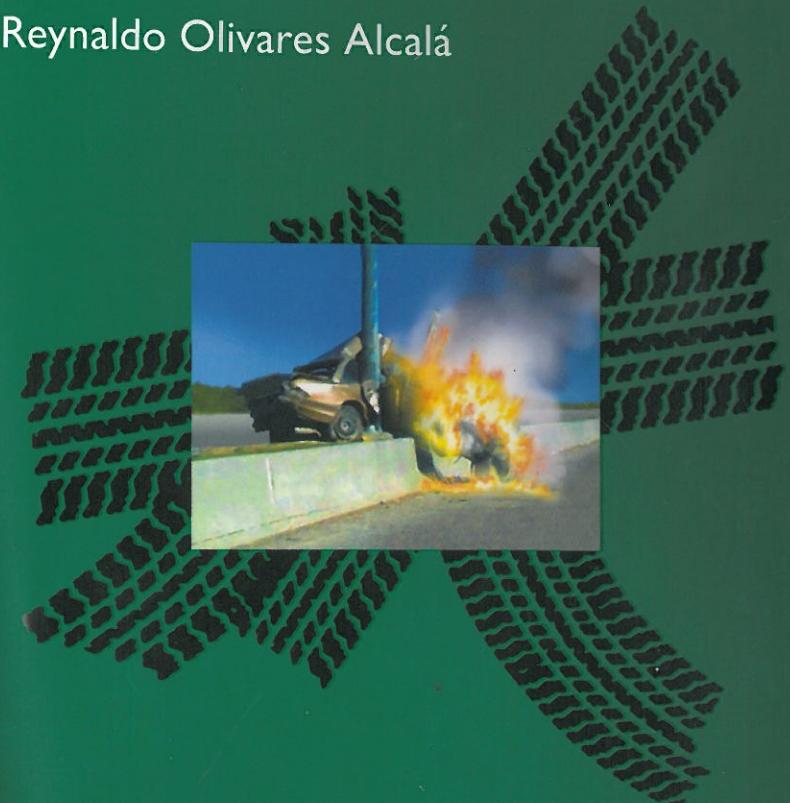
En *Investigación criminalística en hechos de tránsito terrestre* —ahora en una segunda edición actualizada con nuevas fotografías y datos— no sólo el perito avezado en física y matemáticas encontrará respuestas. Los peritos médicos podrán explicarse las diferentes lesiones corporales provocadas por el tránsito de vehículos. Los abogados, por su parte, podrán disponer de una herramienta fundamental al contar con una interpretación criminalística y finalmente, los servidores públicos dedicados al combate al robo de vehículos y quienes trabajan en compañías aseguradoras, podrán estudiar las diferentes técnicas de identificación de vehículos.

ÁLVARO VIZCAÍNO ZAMORA



## Investigación criminalística en hechos de tránsito terrestre

Miguel Óscar Aguilar Ruiz  
Joel Navas Pérez  
Reynaldo Olivares Alcalá



SEGUNDA EDICIÓN

## DIRECTORIO

ARTURO CHÁVEZ CHÁVEZ

*Procurador General de la República*

*y Presidente de la H. Junta de Gobierno del INACIPE*

JUAN MIGUEL ALCÁNTARA SORIA

*Subprocurador Jurídico y de Asuntos Internacionales de la PGR*

*y Secretario Técnico de la H. Junta de Gobierno del INACIPE*

GERARDO LAVEAGA

*Director General*

*del Instituto Nacional de Ciencias Penales*

ÁLVARO VIZCAÍNO ZAMORA

*Secretario General Académico*

RAFAEL RUIZ MENA

*Secretario General de Profesionalización y Extensión*

CITLALI MARROQUÍN

*Directora de Publicaciones*

MIGUEL ÓSCAR AGUILAR RUIZ

*Coordinador de la Unidad de Investigación y Desarrollo*

*del Instituto de Ciencias Penales*

JOEL NAVAS PÉREZ

*Coordinador de la Unidad de Investigación y Desarrollo*

REYNALDO OLIVARES ALCALÁ

# INVESTIGACIÓN CRIMINALÍSTICA EN HECHOS DE TRÁNSITO TERRESTRE

Este libro es el resultado de la investigación y desarrollo de la Unidad de Investigación y Desarrollo del Instituto de Ciencias Penales, que se realizó en el marco de la estrategia de profesionalización y extensión del Instituto, así como de la vinculación con la sociedad.

Este libro es el resultado de la investigación y desarrollo de la Unidad de Investigación y Desarrollo del Instituto, así como de la vinculación con la sociedad.

Este libro es el resultado de la investigación y desarrollo de la Unidad de Investigación y Desarrollo del Instituto, así como de la vinculación con la sociedad.

Este libro es el resultado de la investigación y desarrollo de la Unidad de Investigación y Desarrollo del Instituto, así como de la vinculación con la sociedad.



Primera edición, 2006  
Segunda edición, 2009

# ANÁLISIS CRIMINAL OTRO ÁREA DE INVESTIGACIÓN TERRESTRE

Edición y distribución a cargo del  
Instituto Nacional de Ciencias Penales  
[www.inacipe.gob.mx](http://www.inacipe.gob.mx)  
[publicaciones@inacipe.gob.mx](mailto:publicaciones@inacipe.gob.mx)

D. R. © 2009 Instituto Nacional de Ciencias Penales  
Magisterio Nacional 113, Tlalpan  
14000 México, D. F.

D. R. © 2009 de la presente edición, ubijus Editorial,  
Av. Jardín núm. 592, Col. Euskadi,  
Del. Azcapotzalco, 02660 México, D. F.

Se prohíbe la reproducción parcial o total, sin importar el medio,  
de cualquier capítulo o información de esta obra,  
sin previa y expresa autorización del  
Instituto Nacional de Ciencias Penales,  
titular de todos los derechos.

ISBN 978-607-7882-04-6

Diseño de portada: *Victor Hugo Garrido Soto*

Impreso en México • *Printed in Mexico*

## CONTENIDO

<i>Prólogo, por Álvaro Vizcaíno Zamora</i> .....	15
<i>Introducción</i> .....	23
<i>I. El método científico y procedimientos de estudio</i> .....	27
Generalidades .....	27
El método científico, 28; Procedimiento analítico y sintético, 29; Procedimiento inductivo y deductivo, 30; Principios fundamentales de la Criminalística, 31; Concepto de hechos de tránsito terrestre, 32.	
<i>II. Técnicas empleadas en la investigación de los hechos de tránsito terrestre</i> .....	35
“Accidente” o “hecho de tránsito” .....	35
Características técnicas a considerar .....	36
Observación documental .....	37
Observación del lugar de los hechos .....	39
Tipos de cruceros .....	41
Cruceros regulares, 41; Cruceros irregulares, 41.	
Superficie de rodamiento .....	41
Localización de huellas e indicios .....	42
Huellas de frenado, 43; Huellas de arrastre, 44; Huellas de desplazamiento, 45; Huellas de rodamiento, 45; Huellas de cuerpo duro, 45.	
Escala .....	47
Revisión de los vehículos .....	49
Identificación general, 49; División básica del vehículo, 50; Daños en el interior del vehículo, 50; Características de deformación y sentido, 52; Daños causados por cuerpo blando, 52; Accesorios o partes dañadas, 53; Avalúo de daños, 54.	

Fijación fotográfica .....	55	Conceptos básicos .....	83
Fijación fotográfica del lugar de los hechos, 57; Fijación fotográfica de los vehículos, 57.		Cinemática y Dinámica, 84.	
Tipos de acontecimiento .....	57	Sistema de unidades .....	88
Colisión entre vehículos, 57; Colisión de vehículo contra objeto fijo, 60; Salida de camino y volcadura, 62; Colisión de vehículo-peatón (atropellamiento), 63; Caída de persona de un vehículo en movimiento, 63; Colisión contra bicicleta y motocicleta, 65; Colisión contra semoviente, 65.		Método para calcular el grado de inclinación o porcentaje en pendientes .....	91
III. <i>Lesiones provocadas por tránsito de vehículos</i> .....	67	Método de trabajo y energía .....	93
Lesiones provocadas por hechos de tránsito de vehículos en su modalidad de choque .....	67	Trabajo de una fuerza, 93; Energía, 93; Método de impulso y <i>momentum</i> , 94.	
Colisión frontal, 67; Colisión lateral o perpendicular, 67; Colisión posterior, 69; Volcadura, 69; Caída de persona de un vehículo en movimiento, 70; Examen del vehículo, 70; Lesiones del conductor, 71.		Cantidad de movimiento .....	96
Lesiones provocadas por hechos de tránsito de vehículos en su modalidad de atropellamiento..	71	Fuerzas .....	97
Fases o etapas del atropellamiento, 72.		Clasificación, 98; Medida, 98; Composición, 99; Fuerzas de fricción, 102.	
Otro tipo de lesiones provocadas por tránsito de vehículos no comunes .....	78	Naturaleza y estado de los revestimientos de la carretera .....	104
Arrancamiento, 78; Intoxicación por monóxido de carbono, 78; Muerte por asfixia o por sumersión, 78; Muerte por quemaduras, 79; Lesiones por llanta atropelladora, 79; Lesiones por salientes de carrocería, 80; Lesiones por piedras arrojadas al paso de vehículos, 80; Lesiones por motocicleta, 80.		Naturaleza y estado de los neumáticos .....	107
Atropello ferroviario .....	81	Temperatura del neumático, 108; Presión, superficie de contacto, rozamiento y calor, 109; Superficie de contacto, 110; Rozamiento y coeficiente de fricción, 110.	
El efecto cuneiforme, 82; El efecto o lesión en banda, 82.		Los frenos y su evolución .....	112
IV. <i>Aplicaciones de la Física en la reconstrucción de los hechos de tránsito terrestre</i> .....	83	Frenos de contacto interno, 113; Frenos antibloqueo, 114; Ventajas de los frenos antibloqueo, 116.	
Generalidades .....	83	V. <i>Métodos y técnicas para determinar la velocidad de circulación de los vehículos y su aplicación en los atropellamientos</i> .....	117
		Velocidad deducida por características e intensidad de daños .....	117
		Deducción de la fórmula para el cálculo de la velocidad .....	119
		Deducción de la fórmula para el cálculo de la velocidad en pendientes .....	122
		Ecuaciones para el cálculo de velocidad por energía de movimiento .....	125
		Aplicación de las ecuaciones de la energía de movimiento .....	127

Dinámica de la colisión, 129; Velocidades de circulación, 130.	
Velocidad promedio de marcha de las personas (peatones).....	136
Tiempo de percepción y reacción del conductor ....	138
Primera etapa: detección, 138; Segunda etapa: identificación, 138; Tercera etapa: evaluación, 139; Cuarta etapa: decisión, 139; Quinta etapa: respuesta, 139.	
Estudio criminalístico y análisis físico-matemático de un atropellamiento.....	141
Datos aportados por el conductor, 141; Datos aportados por el peatón, 141; Datos obtenidos de la revisión del vehículo, 142; Datos aportados por la observación del terreno, 142; Desarrollo técnico, 142.	
<b>VI. Metodología del dictamen pericial .....</b>	<b>149</b>
El método científico aplicado a la investigación criminalística de los hechos de tránsito terrestre... ..	149
Fases del método científico para la elaboración de un dictamen .....	149
Planteamiento del problema, 149; Observación, 150; Hipótesis, 151; Experimentación, 152; Investigación y comprobación, 153; Epílogo, 153.	
Guía metodológica para la elaboración de un dictamen.....	153
Propuesta .....	154
Consideraciones técnicas, 157; Conclusiones, 159.	
Ejemplo de estudio de la investigación metodológica de un hecho de tránsito terrestre en un caso por atropellamiento .....	160
Observación general del lugar de los hechos, 160; Mecanismo de lesiones, 164; Conclusiones (resultado de la investigación), 172.	
<b>VII. Interpretación criminalística del reglamento de tránsito en carreteras federales .....</b>	<b>175</b>
Reglamento de tránsito .....	175
Aplicación e interpretación criminalística de los artículos del Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales.....	176
Reglas de circulación, 176; Conducción de vehículos de motor, 178; Circulación por la derecha, 182; Obligación de ceder el paso, 184; Reducción de velocidad y cambio de dirección, 186; Límites de velocidad, 188; Parada y estacionamiento, 192; Privilegios para vehículos de emergencia, 200; Conducción de bicicletas y motocicletas, 202; De los peatones y pasajeros, 204; Señales, 207; Marcas, 207.	
El exceso de velocidad .....	210
El estado de ebriedad .....	212
VIII. <i>Prevención de accidentes .....</i>	<b>213</b>
Generalidades .....	213
Conducción a la defensiva .....	214
Espacio de conducción, o “colchón de seguridad”....	216
Comparta el espacio, 216; Confluya con precaución, 218; Atraviese las intersecciones con precaución, 218; Rebase con precaución, 218.	
Espacio para situaciones peligrosas y conductores problemáticos .....	219
Gente que no le puede ver, 219; Personas distraídas, 219; Personas confundidas, 219; Conductores en problemas, 220.	
Estos gestos permitirán el movimiento fluido y seguro del tráfico .....	220
Escudriñe el camino y el tráfico en busca de reacciones defensivas, 220; Escudriñe adelante, 220; Escudriñe a los lados, 221; Busque pistas, 221; Tenga cuidado en las zonas rurales, 221; Antes de entrar en una intersección, revise de izquierda a derecha, 221; Mire atrás, 221; Comuníquese con los demás conductores, 222; Ajuste su velocidad a las condiciones del camino, 222; Transija, 223; Conocimiento y experiencia, 223.	

Evite ser un conductor distraído.....	223
Los conductores distraídos contribuyen a muchos accidentes, 223; Los adolescentes son los conductores novatos con mayor riesgo, 224.	
Concéntrese y se mantendrá seguro y vivo .....	225
¿Qué son las distracciones?, 225; Tres tipos de distracción, 225; ¿Cómo afectan las distracciones el desempeño del conductor?, 226.	
Los peligros de conducir adormilado .....	231
Causas de la conducción con somnolencia, 232; Poblaciones de alto riesgo por la somnolencia, 232; Cómo prevenir la conducción con somnolencia, 233; ¿Tiene problemas para mantenerse despierto? ¿Necesita tomar un descanso?, 233; Advertencias especiales que debe tomar en cuenta el conductor, 234; Conducción agresiva o “ira del camino”, 237; ¡Antes de encender su motor, apague su enojo!, 239; No se enoje, ¡mejore!, 240; Haga la diferencia manteniendo los caminos seguros para todos. ¡Actúe con responsabilidad!, 240; ¿Cuáles son las influencias más peligrosas en el camino?, 240; ¿Cuáles son las precauciones más importantes en el camino?, 240; ¡Sin excepciones! ¡Actúe con responsabilidad!, 241.	
IX. <i>Identificación de vehículos</i> .....	243
Generalidades.....	243
Antecedentes .....	244
Sistemas de identificación .....	245
Calcomanías, engomados o etiquetas .....	246
Marcajes, número de motor y caja de transmisión ...	248
Vehículos alterados en sus sistemas de identificación .	249
Alteraciones más comunes en sistemas de identificación .....	251
Formas más comunes de alteración .....	252
Borrado total y parcial de dígitos, 252; Injertos, 252; Relleno con soldadura de estaño, 252; En la placa NIV metálica, 253.	

Metodología para la identificación de vehículos.....	253
Material utilizado para la identificación de vehículos alterados en su sistema de identificación (remarcados), 255; Remaches, 255.	
Métodos para la restauración de los números de identificación vehicular alterados o manipulados .....	256
Por calentamiento, 256; El proceso eléctrico, 257; Indicadores de posibles alteraciones, 259.	
Localización genérica para la identificación alfanumérica vehicular .....	260
Verificación de autenticidad de documentos .....	262
Dígito verificador .....	263
Pasos para calcular el dígito verificador, 263.	
Ejemplo de identificación de vehículo de la marca Chrysler .....	264
Descripción del número de serie, 265.	
<i>Conclusiones y recomendaciones</i> .....	269
<i>Glosario</i> .....	273
<i>Bibliografía</i> .....	289

## PRÓLOGO

En 2006 se publicó la primera edición del libro *Investigación criminalística en hechos de tránsito terrestre*. Ahora, en 2009, tengo el privilegio de actualizar el prólogo que redacté para aquella edición. Se trata de una actualización y no de un prólogo a la segunda edición porque el estado del arte y la técnica en la materia prácticamente no han cambiado. No obstante y como es debido, los autores Miguel Óscar Aguilar Ruiz, Joel Navas y Reynaldo Olivares han actualizado algunos datos y han adicionado fotografías que enriquecen el texto. Lamentablemente, entre las cosas que no han cambiado nos encontramos con que los accidentes de tránsito continúan siendo la primera causa de muerte de los jóvenes de 15 a 29 años de edad en México; así lo expresa el Centro Nacional para la Prevención de Accidentes (Cenapra) de la Secretaría de Salud, mediante el Comunicado de Prensa 290 de agosto de 2009. Tan funesta circunstancia, enmarca una vez más la enorme actualidad y pertinencia de este libro.

El Cenapra agrega que cada año, alrededor de 2 millones de adolescentes sufren lesiones por accidentes de tránsito en México. De hecho, los accidentes de tránsito son el problema de salud que requiere más días de atención hospitalaria por paciente —5.2 días—, con los consecuentes costos al sistema de salud. Las causas de más de la mitad de los accidentes siguen siendo las mismas: el exceso de velocidad y el consumo de bebidas alcohólicas. En el mismo comunicado se advierte que mientras las instituciones de procuración de justicia del país contabilizan 890 000 incidentes viales, las compañías aseguradoras reportan casi 5 millones de percances viales. Por su parte, el Gobierno del Distrito Federal reporta que, en 2008, circularon diariamente en la Ciudad de México un promedio de 4 millones de automóviles y que, en ese mismo periodo, se presentaron 22 000 accidentes de tránsito, de los cuales 5 400 fueron

atropellamientos. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (oms) México es el país con mayor índice de accidentes automovilísticos relacionados con el consumo de bebidas embriagantes, pues siete de cada 10 incidentes se deben al consumo de alcohol y de cada 15 incidentes resulta una persona muerta.

El que existan 890 000 accidentes de tránsito registrados en las procuradurías del país refleja la necesidad de elaborar el mismo número de dictámenes periciales en la materia al año. Tal volumen de estudios criminalísticos justifica plenamente la necesidad de contar con un texto como éste, que sirva de guía y orientación a quienes tienen que emitir una opinión técnico-científica sobre las causas que dieron origen a un incidente vial. Por ello celebro que Miguel Óscar Aguilar Ruiz, Joel Navas Pérez y Reynaldo Olivares Alcalá se hayan dado a la tarea de elaborar y ahora actualizar un texto dotado de rigor científico que oriente a los peritos al momento de identificar y procesar las evidencias de los hechos de tránsito.

Los autores definen esta especialidad criminalística como “el estudio técnico científico del material sensible significativo relacionado con un resultado del movimiento de vehículos a efecto de conocer las causas que lo originaron y que lo llevan a un plano de trascendencia jurídica”. Los tres criminalistas explican que “el perito oficial en hechos de tránsito terrestre interviene a solicitud del agente investigador del Ministerio Público y de las autoridades jurisdiccionales; el perito emite documentos que estarán sustentados en conocimientos criminalísticos auxiliándose de la Física y las Matemáticas con la finalidad de establecer las causas que originan un siniestro”.

*Investigación criminalística en hechos de tránsito terrestre* es una obra, sin duda, didáctica y completa. Inicia con la explicación del método científico y su aplicación en la actividad criminalística, con especial énfasis en la observación cuidadosa, exhaustiva y detallada de los hechos. Lleva de la mano al perito en el camino de observar, formular hipótesis y aplicar las técnicas idóneas empleadas en la investigación de los accidentes de tránsito. Para ello echa mano de numerosas fotografías, ejemplos, gráficos, fórmulas.

En este libro, no sólo el perito avezado en Física y Matemáticas encontrará respuestas. Los peritos médicos podrán explicarse las diferentes lesiones corporales provocadas por el tránsito de vehículos. Los abogados, por su parte, podrán disponer de una herramienta fundamental al contar con una interpretación criminalística, una “traducción gráfica”, artículo por artículo, del *Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales*. Los servidores públicos dedicados al combate al robo de vehículos, y quienes trabajan en compañías aseguradoras, podrán estudiar asimismo las diferentes técnicas de identificación de vehículos.

Mas aún, cualquier conductor de un vehículo automotor podrá conocer los principios de la conducción a la defensiva, para poder establecer precauciones que le ayudarán a evitar a los conductores distraídos y a manejar situaciones de potencial riesgo a su vida. Para muestra de lo anterior, bastan algunos datos tomados del capítulo correspondiente a la prevención de accidentes:

- 1) de los accidentes automovilísticos, 85% son causados por errores del conductor.
- 2) De estos accidentes, 25% están relacionados con alguna forma de falta de atención del conductor.
- 3) Un conductor toma aproximadamente 150 decisiones por cada kilómetro que conduce.
- 4) Al viajar a 95 kilómetros por hora, si voltea hacia abajo por tan solo dos segundos, por ejemplo para seleccionar un CD o ajustar el clima, el conductor viajará 55 metros a ciegas, distancia casi tan grande que la longitud de un campo de fútbol.
- 5) Al conducir, 92% de los conductores manipula la radio, 71% come o bebe, 46% se arregla, 40% lee e, incluso escribe y, 33% usa el teléfono celular.
- 6) El uso del teléfono celular aumenta en 400% la posibilidad de tener un accidente.

Las cifras anteriores ponen en evidencia que muchas muertes, lesiones y discapacidades pudieron haberse evitado con un poco de precaución al conducir. Es muy satisfactorio que un texto de criminalística no se limite al estudio científico del problema, sino que,

aprovechando la información derivada del mismo, proporcione una serie de medidas preventivas destinadas a reducirlo.

En el prólogo de la primera edición mencionábamos que valdría la pena explorar qué ha funcionado y qué ha fallado en otros países, y señalábamos como experiencia exitosa el llamado “carné de conducir por puntos”, implementado en España a partir del 1º de julio de 2006. Los principales periódicos de ese país reportaban que, a un mes de que se pusiera en vigor, las muertes con motivo de los accidentes de tránsito se redujeron en 25%, si bien los expertos españoles se mostraron prudentes y consideraron prematuro atribuir la reducción exclusivamente a la nueva licencia, pues afirmaron que había que agregar la fuerte presencia de las campañas preventivas en los medios. En la Ciudad de México el sistema de restar puntos por infracciones de tránsito cometidas se introdujo en el año de 2007. Sin embargo, no existen estudios que demuestren el impacto de la implementación de esta medida en la reducción de accidentes viales y sus consecuencias. No obstante, las estadísticas oficiales reflejan que, por lo que se refiere a la instrumentación del alcoholímetro en la Ciudad de México, de 2003 al 13 de junio de 2009, 40 mil 688 personas han sido detenidas por conducir en estado de ebriedad. Podríamos afirmar que con esas detenciones se evitó un buen número de accidentes con los correspondientes heridos y muertos.

La obra que hoy prologamos es producto de la vasta experiencia profesional criminalística de tres destacados ingenieros que no sólo han orientado sus esfuerzos al servicio público y los laboratorios especializados en el estudio científico de la evidencia delictiva, sino, y de manera muy distinguida, a la docencia. Invitar a un abogado a prologar un libro de una especialidad criminalística basada en complejos cálculos de parámetros físicos de aceleración de la gravedad y coeficientes de fricción, sistemas inerciales, leyes de Newton, principios de estática, dinámica y cinemática, así como parámetros de longitud, masa, tiempo, velocidad, aceleración y peso no puede ser más que una muestra de amistad. En lo personal, admiro el esfuerzo que Reynaldo Olivares y, muy especialmente Miguel Óscar Aguilar, han realizado con los alumnos de Criminalística del

Instituto Nacional de Ciencias Penales. Sé que sus alumnos —que hoy se cuentan por miles en todo el país— los reconocen como maestros en toda la extensión de la palabra.

Quizá la explicación que encuentro para haber sido invitado a prologar este libro es que, gracias al interés de Gerardo Laveaga, Director General del Instituto Nacional de Ciencias Penales (INACIPE), en impulsar la Criminalística y la investigación científica del delito, he tenido la oportunidad de colaborar estrechamente con Miguel Óscar Aguilar en la organización y desarrollo de varios congresos internacionales en la materia, así como en la publicación de la Colección Criminalística. Desde el año 2001 y de manera anual, decenas de expertos de todo el mundo han participado en los congresos del INACIPE y la Coordinación General de Servicios Periciales de la Procuraduría General de la República, comentando los últimos avances de la Medicina Legal y Forense, Documentoscopía y Grafoscopía, Toxicología y Química Forense, Genética, Responsabilidad Médica Profesional, Cibercriminalidad y, en 2009 y a raíz de la reforma constitucional al sistema de justicia penal, el papel de los peritos en el Sistema Penal Acusatorio, que progresivamente deberá adoptar México.

En 2002, el INACIPE publicó el primer número de la Colección Criminalística, titulado *Guías metodológicas de las especialidades periciales*, producto del interés de Miguel Óscar Aguilar en profesionalizar a los peritos mexicanos mediante bibliografía nacional vanguardista y del propio interés del Director General del INACIPE en promover la literatura científica en criminalística especializada, dentro del programa editorial del Instituto. A este texto siguieron el *Manual para la investigación del lugar de los hechos* (Colección Criminalística, 2) y el *Manual metodológico para la investigación criminalística de los homicidios de mujeres en Ciudad Juárez* (Colección Criminalística, 3).

Asimismo, en el fondo editorial del INACIPE, durante la administración de Gerardo Laveaga, en materia criminalística se han publicado *Antología de la investigación criminalística*, coordinado por L. Rafael Moreno González (Colección Antologías, 1); *Documentoscopía*, de Tomás Taxis Rojas; *El polígrafo: mitos y realidades*,

de Tuvia Rosen (Colección Conferencias, 2), *Los indicios biológicos del delito*, de L. Rafael Moreno; *Los secretos de Sherlock Holmes en la investigación del delito*, también del querido maestro L. Rafael Moreno (Colección Conferencias, 4) y *Memoria del Congreso Internacional Medicina Legal y Forense en el Siglo XXI* (Colección Memorias, 3).

Como puede advertirse, la Criminalística ha desempeñado un papel destacado en las tareas encomendadas al INACIPE, sin contar a los alumnos que han egresado de la maestría en Criminalística y a los que, cada año, egresan del Curso de Formación Inicial para Peritos Profesionales, con el propósito de engrosar las filas de la rama pericial de la Procuraduría General de la República.

James Graham Ballard, novelista, escritor de cuentos y ensayista inglés, ha explorado en su obra diversas relaciones perturbadoras entre el desarrollo tecnológico y la naturaleza humana. Catástrofes medioambientales así como efectos de algunos de los principales inventos del siglo XX han sido reflejados con crudeza en sus novelas, dentro de un marco en que se confunden la realidad con la ficción. En 1973 publicó *Crash*, obra llevada a la pantalla grande, en 1996, por David Cronenberg. La película causó una polémica que rayó en los límites de la censura en algunos países. En su novela, Ballard retrató la pasión por la velocidad y el peligro al conducir como un impulso erótico, una especie de fetichismo mortal representado por la simbiosis hombre-máquina. En el prólogo de la novela, el autor inglés afirma y se pregunta:

*Crash*, por supuesto, no trata de una catástrofe imaginaria, por muy próxima que pueda parecer, sino de un cataclismo pandémico institucionalizado en todas las sociedades industriales, y que provoca cada año miles de muertos y millones de heridos. ¿Es lícito ver en los accidentes de automóvil un siniestro presagio de una boda de pesadilla entre la tecnología y el sexo?

Mas allá de las explicaciones novelísticas de corte psicológico en torno a las pulsiones humanas orientadas a disfrutar el peligro, materializado en este caso en la conducción muchas veces impudente de una máquina que suele rebasar la tonelada y media de peso, la

novela ficción parece haberse convertido en realidad, la cual es estudiada a lo largo de estas páginas.

El lector podrá advertir que tiene en sus manos una obra que refleja el empeño y la dedicación de sus autores ya que, como muchas de su género, comenzó en forma de apuntes de clase, que fueron mejorando y complementándose con el paso de los años y gracias a la experiencia adquirida. Enhорабуена.

Tlalpan, Distrito Federal, septiembre de 2009

ÁLVARO VIZCAÍNO ZAMORA

Secretario General Académico  
del Instituto Nacional de Ciencias Penales

## INTRODUCCIÓN

La repercusión de los hechos de tránsito terrestre es un problema social de notable importancia. A pesar de la creciente implicación de organismos públicos y privados que promueven campañas de concientización ciudadana, diariamente se repiten colisiones entre vehículos, atropello a peatones, salidas de camino, volcaduras, etcétera. Detrás de cada hecho se inicia un proceso de investigación y esclarecimiento del resultado, que normalmente culmina en una resolución judicial. Para ello, existe un cuerpo de peritos que se encarga de la investigación y reconstrucción de los “hechos de tránsito terrestre”.

La mayoría de los hechos de tránsito terrestre, en los que existen daños personales o materiales de cierta envergadura, se resuelven judicialmente. Para llegar a determinar las causas que los motivaron es preciso identificar e interpretar todos los factores que intervinieron.

Lo primero y más importante es la recopilación de datos, la observación del lugar y la revisión de los vehículos. Los antecedentes, recogidos de forma objetiva e inmediata, servirán de base para la elaboración del peritaje; se recaba información relativa a las personas implicadas, a los vehículos involucrados y a las características geométricas o topográficas del lugar donde se produjo el percance. Además, se deben realizar mediciones de huellas de frenado o de derrape; así como las posiciones finales de vehículos y personas; aspectos imprescindibles para realizar cálculos físicos y matemáticos. Para realizar un dictamen el perito debe contar con procedimientos y técnicas apropiadas.

Las personas involucradas en un hecho de tránsito terrestre están sujetas a la determinación de las causas realizada por un especialista calificado, capacitado y adiestrado, pues será el encargado de investigar el siniestro. El perito, de entrada, dispone entre otros elementos, del informe preliminar elaborado por la primera auto-

ridad (policía preventiva) que tiene conocimiento del hecho; de las declaraciones de los conductores, testigos o peatones en el caso de un atropellamiento; así como del informe de las diferentes especialidades periciales que intervienen en este tipo de hechos.

Por otra parte, el experto analizará los elementos significativos (huellas, indicios, evidencias físicas, etcétera) que proporcione el “lugar de los hechos”, y desde luego, la “revisión de los vehículos”.

Una vez reunida la mayor cantidad de información del caso, y con pleno conocimiento de las características objetivas aportadas por el lugar de los hechos y los vehículos, se realiza una valoración global de las circunstancias que intervinieron en el suceso para establecer las posibles hipótesis de ocurrencia sustentadas objetivamente por el análisis de toda la información aportada, como la realización de cálculos físicos y matemáticos para obtener, entre otros elementos, velocidades de circulación de los vehículos, trayectorias anteriores al impacto de los mismos y la secuencia espacio-tiempo del desplazamiento de los móviles hasta la colisión.

Después de un laborioso trabajo de investigación, documentación y análisis, el perito elabora un reporte técnico-científico (dictamen) que debe responder a criterios de objetividad, rigor científico y claridad en la exposición. Este dictamen y sus conclusiones resultan muy útiles para establecer las causas que dieron origen al siniestro y es un medio documental de apoyo habitualmente utilizado como referente en las resoluciones tomadas por el Ministerio Público o por el juez, a quienes corresponde definir la situación legal de los involucrados.

La finalidad de este documento se centra en conocer, aplicar y ponderar los procedimientos y las técnicas de investigación criminalística para determinar las causas que dieron origen a un hecho de tránsito terrestre y proponer una metodología que sirva para la realización de un dictamen, con la finalidad de llegar a un resultado más firme, con mayor sustento y, con ello, conocer la verdad histórica en cuanto a cómo se produjeron los hechos.

Asimismo, de esta especialidad se mencionan y analizan las diferentes técnicas existentes para la investigación, donde imperan los elementos tangibles que permiten discernir con toda objetividad la

forma como se produjo la colisión y, consecuentemente, las causas que lo originaron. De la misma manera, se plantean propuestas y sugerencias mediante un razonamiento técnico-criminalístico, para proporcionar procedimientos que mejoren el desempeño en la investigación, apoyados en las leyes de la física, relacionadas con el movimiento de los cuerpos.

Con el auxilio de los diferentes procedimientos y técnicas expuestas, se propone una metodología para integrar el contenido y desarrollo del dictamen pericial en un caso real de atropellamiento; apoyado en los principios fundamentales de la Criminalística, considerados trascendentales para la investigación, por estar sujetos al método científico. Por otra parte, se realiza una interpretación minuciosa, y se analiza desde la criminalística, cada uno de los artículos correspondientes a las normas de circulación del reglamento de tránsito en carreteras federales.

También realizamos una serie de recomendaciones y reflexiones orientadas a la importancia que tiene el conducir vehículos automotores, con la finalidad de evitar accidentes automovilísticos, de tal manera que se “conduzca a la defensiva”, asimismo útil para peatones.

Finalmente, dada la importancia que tiene en la actualidad el robo de vehículos, y debido a que en la gran mayoría de las procuradurías del país los especialistas en hechos de tránsito terrestre realizan funciones de “identificación de vehículos”, no podemos omitir hacer mención, en uno de los capítulos de esta obra, de los diferentes métodos y técnicas criminalísticas de tan importante y relevante especialidad como es la identificación de vehículos.

## I. EL MÉTODO CIENTÍFICO Y PROCEDIMIENTOS DE ESTUDIO

### GENERALIDADES

PARA que la investigación sea eficaz, debe realizarse con método. Proceder de acuerdo con él significa evitar los caminos largos y siniuosos. Actuar conforme a un método es equivalente a escoger el camino más apropiado para llegar con éxito a una meta determinada. La palabra método viene del griego *meta*: al lado, fin; y *odós*: camino; y significa al lado del camino o camino para llegar a un fin. Método es pues, el camino o procedimiento adecuado para conseguir un resultado, dados los propósitos u objetivos de la investigación.

Si bien es cierto que cada quien tiene su propio método de trabajo, de acuerdo con su estilo o manera de entender las cosas, también lo es que existen reglas y procedimientos generales y que su desconocimiento o falta de aplicación podrían hacer caer fácilmente al investigador en el laberinto del desorden, del desánimo y de la frustración y, más aún, en determinaciones que pueden influir en resultados contrarios al sentido y fin de la justicia. Hay que pensar por sí mismo, pero no por eso dejar de considerar lo que otros ya han asentado como procedimientos, para alcanzar resultados confiables.

La Criminalística es un apartado fáctico natural, multidisciplinario, de donde han surgido técnicos en diferentes especialidades, cuyos conocimientos, en principio, son elementales e indispensables en la investigación de los delitos. Una virtud y un privilegio que tiene el perito es aplicar sus conocimientos y experiencias para observar, investigar, analizar, sintetizar y dilucidar científicamente fenómenos y mecanismos de hechos presuntamente delictivos, donde se encuentran los hechos derivados por el tránsito de vehículos, en los cuales se aplican procedimientos y técnicas necesarios para realizar una investigación eficaz, seria y profesional, considerando las diferentes fases correspondientes al método científico.

### *El método científico*

Es un procedimiento de estudio sistemático que incluye las técnicas de observación, reglas para el razonamiento y la predicción, ideas sobre la experimentación planificada y los modos de comunicar los resultados experimentales y teóricos.

La ciencia suele definirse por la forma de investigar más que por el objeto de investigación, de manera que los procesos científicos son esencialmente equivalentes en todos los apartados de la naturaleza. Por ello la comunidad científica está de acuerdo en cuanto al lenguaje en que se expresan los problemas científicos, el modo de recoger y analizar datos, el uso de un estilo propio de lógica y la utilización de teorías y modelos. El número y tipo de etapas sobre cómo realizar observaciones y experimentos, formular hipótesis, extraer resultados, analizarlos e interpretarlos van a ser característicos de cualquier investigación.

Las etapas anteriores se pueden adoptar en una disciplina técnico-científica como es la Criminalística, pues está permite utilizar, por ejemplo, un procedimiento formal en cualquiera de sus ramas y, en este caso concreto, contar con una herramienta útil para la investigación de los hechos de tránsito terrestre.

La observación desempeña un papel muy importante en la investigación de los hechos de tránsito terrestre, y consiste en el estudio de un fenómeno que se produce en sus condiciones naturales específicas. La observación debe ser cuidadosa, exhaustiva y detallada; además, el perito debe tener la virtud y la facultad de ser un excelente espectador del lugar donde se presenta un hecho dado, de cuyo análisis y observación se derivará una excelente investigación.

A partir de la observación, se delimita el planteamiento del problema que se va a estudiar, lo que lleva a emitir alguna hipótesis o suposición provisional y del que se intenta extraer una consecuencia. Existen ciertas pautas que han demostrado ser de utilidad en el establecimiento de las hipótesis y de los resultados que se basan en ellas. Estas pautas son: primero, probar las hipótesis más simples; segundo, no considerar una hipótesis como totalmente cierta,

y tercero, realizar pruebas experimentales independientes antes de aceptar un único resultado experimental importante.

En un experimento existe siempre un control o un testigo, que es una parte importante del mismo, no sujeta a modificaciones y que se utiliza para comprobar los cambios que se producen. Todo experimento debe ser reproducible, es decir, debe estar planteado y descrito de forma tal que pueda repetirlo cualquier experimentador que disponga del material adecuado. Relacionando lo anterior, la experimentación en la Criminalística es equivalente a la “reconstrucción de los hechos”, los cuales, como lo indica esta etapa, serán reproducibles.

Los resultados de un experimento pueden describirse mediante tablas, gráficos y ecuaciones, de manera tal que puedan ser analizados con facilidad y permitan encontrar relaciones entre ellos, que confirmen o desechen las hipótesis formuladas. En la investigación de los hechos de tránsito terrestre se cuenta con análisis gráficos, análisis físico-matemáticos, de los que se deducen velocidades por medio de ciertas variables (huellas o indicios) encontradas en el lugar de los hechos. Estas etapas de procedimiento son parte esencial en la pesquisa de *los hechos de tránsito terrestre*.

El sentido lógico lo refiere el método científico, es único pero puede variar la forma específica de cómo abordar un problema dado. Existen muchas clases de procedimientos, incluso es posible considerar sólo algunas divisiones de ellos, aplicables a cualquier rama de la ciencia y de la investigación. En la investigación de los hechos de tránsito terrestre, se emplean diferentes procedimientos, según se enlistan a continuación.

### *Procedimiento analítico y sintético*

Todos los fenómenos que se presentan a la consideración del hombre son demasiado complejos si se les examina con detenimiento. Son simples solamente a primera vista. Si se quiere indagar las causas, es necesario separar en partes el fenómeno para estudiarlo de mejor manera; pero como en esta separación pudieran cometerse

errores, es imprescindible juntar de nuevo las partes del todo separado con el objeto de ver si se pueden volver a integrar de igual forma.

La investigación de los hechos de tránsito terrestre no es ajena a estos procedimientos. El método científico emplea esta descomposición y recomposición. A la descomposición se le llama “análisis” y a la recomposición se le llama “síntesis”. “El análisis es la operación intelectual que considera por separado las partes de un todo; la síntesis reúne las partes de un todo separado y las considera como unidad.”

Los conceptos de “todo” y “parte” se interrelacionan. El todo presupone las partes y las partes suponen el todo.

1) Análisis: consiste en distinguir las partes de un todo y procede a la revisión ordenada de cada uno de esos elementos por separado. Analizar significa observar y penetrar en cada una de las partes de un objeto que se considera como unidad.

En la observación documental este procedimiento es aplicable desde el principio en el momento en que se revisan, uno por uno, los diversos documentos o libros que proporcionan los datos recabados. Un investigador requiere de un agudo espíritu analítico para indagar y encontrar los distintos elementos de los hechos que está investigando. Así, el resultado que se aborda en un problema derivado del tránsito de vehículos será motivo de estudio de sus diferentes componentes.

2) Síntesis: consiste en reunir los diversos elementos analizados anteriormente, a fin de interpretar la unidad de estudio o problema. En general, el análisis y la síntesis son dos fases complementarias en el procedimiento de investigación aplicable a cualquier ciencia.

Cuando un investigador relaciona hechos que parecían desconectados y logra formular una teoría que unifique los elementos distintos, está utilizando el procedimiento sintético.

#### *Procedimiento inductivo y deductivo*

Son las formas de trabajo general de la investigación científica en función de dos direcciones que sigue el razonamiento humano,

en el momento en que se orienta hacia la operación cognoscitiva. La inducción y la deducción son operaciones mentales opuestas. La primera es la que trata de obtener una generalización a partir del análisis de los elementos particulares; por tanto la deducción es la operación inversa.

1) Inducción: es un proceso en el que se razona desde lo particular hasta lo general. La base de la inducción es la suposición de que si algo es cierto en algunas ocasiones, también lo es en situaciones similares, aunque no se hayan observado.

2) Deducción: es una forma de razonamiento donde se infiere una conclusión a partir de una o varias premisas. En la argumentación deductiva válida, la conclusión debe ser verdadera si todas las premisas son asimismo verdaderas. En un juicio en el que se exponen premisas lógicas, debe deducirse una conclusión lógica.

#### *Principios fundamentales de la Criminalística*

Son cuatro los principios que hacen válido el método que utiliza la Criminalística para resolver los problemas que se le plantean en relación con casos concretos y particulares, y que son también aplicables en la investigación de los hechos de tránsito terrestre.

1) Principio de intercambio. Permite demostrar que al cometerse un delito se realiza una cesión múltiple y recíproca de material sensible entre el participante o victimario, el lugar de los hechos y el sujeto pasivo o víctima. En este caso, se tiene el ejemplo del vehículo que se colisiona con un árbol; éste va a presentar residuos de la pintura del vehículo y aquél presentará sobre sus daños fragmentos de corteza de árbol, dándose con ello el intercambio de elementos.

2) Principio de correspondencia de características. Permite deducir, siempre que se encuentre una relación entre las propiedades de correspondencia de características de similitud entre dos objetos que se confrontan y son motivo de estudio. En el caso de una colisión entre dos vehículos, las características de dirección y sentido (hundimiento y corrimiento) que presentarán los daños ocasionados en un vehículo, al asociarlas y compararlas con los daños del

otro vehículo, coincidirán con las peculiaridades citadas, y consecuentemente existirá la correspondencia.

3) Principio de reconstrucción de fenómenos o hechos. Permite inferir mediante el estudio del material sensible significativo encontrado en el lugar de los hechos, tomando en cuenta su ubicación, naturaleza, cantidad, morfología, etcétera, y el cómo se desarrollaron dichos resultados. En este punto, el material sensible significativo (huellas o indicios), asociado a los vehículos, permitirá establecer una “reconstrucción de hechos” en la narración de la dinámica de colisión.

4) Principio de probabilidad. Nos permite deducir, de acuerdo con el número de características encontradas durante el cotejo, la imposibilidad, por ejemplo, de que dos vehículos presenten las mismas características en sus daños al colisionarse en un crucero regular, al circular en diferentes direcciones o, por el contrario, la muy elevada probabilidad de que así haya ocurrido.

#### *Concepto de hechos de tránsito terrestre*

La Criminalística contempla varias especialidades como son: medicina, genética, antropología, química, fotografía, criminalística de campo y de laboratorio, dactiloscopía, documentoscopía, balística, valuación, hechos de tránsito terrestre, incendios y explosiones, entre otras. La especialidad motivo de este trabajo es la de “hechos de tránsito terrestre” y se puede definir de la siguiente manera: “es una parte de la Criminalística que se encarga del estudio técnico-científico del material sensible significativo relacionado con un resultado del movimiento de vehículos a efecto de conocer las causas que lo originaron y que lo llevan a un plano de trascendencia jurídica”.

El perito oficial en hechos de tránsito terrestre interviene a solicitud del agente investigador del Ministerio Público y de autoridades jurisdiccionales; el perito emite documentos que estarán sustentados en conocimientos criminalísticos auxiliándose de la física y las matemáticas, con la finalidad de establecer las causas que originan el siniestro; aplicando los avances técnicos y científicos

que permiten realizar un trabajo eficaz y preciso que coadyuvan en la solución de problemas de carácter pericial.

Concretando, el documento (dictamen) elaborado por el perito forma parte de la integración de la averiguación previa en auxilio del Ministerio Público, así como dicha participación se realiza por mandato de la autoridad jurisdiccional durante el proceso. Es de hacerse notar que el trabajo del perito es de naturaleza exclusivamente científica y técnica, y debe estar exento de toda consideración de índole jurídica.

## II. TÉCNICAS EMPLEADAS EN LA INVESTIGACIÓN DE LOS HECHOS DE TRÁNSITO TERRESTRE

### “ACCIDENTE” O “HECHO DE TRÁNSITO”

UN ACCIDENTE es un suceso inesperado, impremeditado e indeseado, generalmente de consecuencias desagradables: lesiones a las personas y daños en los bienes. En accidentes de tránsito, habitualmente el hecho es de coincidencia donde interviene el binomio “tiempo-espacio” de dos cuerpos en circunstancias fortuitas, imprevistas e involuntarias.

Definido de esta manera, un accidente es una situación dinámica que implica un encadenamiento de circunstancias y sucesos que culminan en él. Esto no significa que esté predeterminada la ocurrencia inexorable del accidente, aunque se asume que la repetición idéntica de todas las circunstancias y procesos producirá idénticos resultados.

Este razonamiento parece condenarnos a buscar las causas del accidente en el principio de los tiempos, lo cual afortunadamente es un sofisma, ya que la variación de alguna de las circunstancias o sucesos aludidos en el entorno de inmediatez del accidente lo habrá modificado, e inclusive podría haberlo evitado.

Concretando, se dice “hecho” y no “accidente” de tránsito en virtud de que el técnico de esta especialidad se aboca al estudio de una realidad fáctica cuyas causas y mecánica de realización desconoce inicialmente. Después, con base en sus investigaciones y estudios, el técnico estará en posibilidad de establecer las causas, evolución y consecuencias del hecho en cuestión, con el fin de que el órgano encargado de administrar justicia determine, a partir de los datos proporcionados por el técnico, si el hecho debe clasificarse de origen fortuito (accidente propiamente dicho) o por el contrario debe ser

considerado como un resultado, que posteriormente deberá ser clasificado como delito intencional o de imprudencia, según el caso.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS A CONSIDERAR

Las técnicas que se utilizan en la investigación de los hechos de tránsito, están relacionadas con las leyes de la física relativas al movimiento de los cuerpos. Para ello, el análisis del material sensible significativo (huellas o indicios) que aporte el lugar de los hechos y la revisión de los vehículos, serán de suma importancia e influirán en los resultados, de donde se deriva lo siguiente: 1) cálculo de la velocidad de los vehículos, cuyo resultado numérico proporciona la rapidez de desplazamiento; 2) características e intensidad de los daños que presentan los vehículos; 3) presencia de huellas de frenado, que permitirá aplicar la fórmula para conocer la velocidad del vehículo; 4) masa de los vehículos involucrados; 5) distancias o desplazamientos de los vehículos después de la colisión hasta su posición final; 6) análisis de las fuerzas resultantes que intervienen en el hecho de tránsito; 7) determinar velocidades de marcha de los peatones, según su edad, condiciones físicas, estado psicofísico, entre otros; 8) tiempos de percepción y reacción del conductor en condiciones normales; 9) establecer si un conductor estuvo en posibilidad de evitar o no la colisión o atropello, considerando las velocidades tanto del vehículo como del peatón y determinar si aquél contó con el tiempo suficiente para evitar el hecho; 10) considerar los parámetros físicos de aceleración de la gravedad y coeficientes de fricción; 11) así como las leyes enunciadas por Newton, sistemas iniciales, tipo y cantidad de movimiento, energía transformada en trabajo y parámetros fundamentales de: longitud, masa, tiempo, velocidad, aceleración y peso, y 12) se emplean los principios fundamentales de la Criminalística (intercambio, correspondencia, reconstrucción de hechos y probabilidad), dado que en forma objetiva y práctica se obtienen resultados tangibles y susceptibles de comprobar.

De esta forma, se aplican varias técnicas en la investigación de



FIGURA II.1.

los hechos de tránsito terrestre, las que, con el tiempo se transforman en habilidades propias del investigador de esta especialidad.

#### OBSERVACIÓN DOCUMENTAL

La observación documental consiste en la recopilación de toda la información precisa que proporciona el expediente de cada caso. Entre otros elementos se cuenta con el parte de accidente o informe de tránsito elaborado por la primera autoridad que interviene en este tipo de hechos, como lo es la policía preventiva (figura II.1).

Se dispone también con declaraciones de conductores, testigos, peatones cuando se trata de un atropellamiento, así como intervenciones de otras especialidades periciales como es el caso del perito en criminalística de campo, quien aporta la posición final de los vehículos o del cadáver cuando se trata de un homicidio, o bien de la ubicación y posición del peatón occiso sobre la zona de rodamiento cuando se trata de un atropellamiento. En otros casos se cuenta con la información del perito en materia de química, que indica en su dictamen toxicológico la cantidad de alcohol contenida en sangre, ya sea del conductor o del peatón; del perito en Fotografía, cuyas impresiones o fijaciones fotográficas servirán para posteriores investigaciones y, en su caso, se puede disponer del informe del perito

en Medicina Forense, quien indica en su opinión y juicio el mecanismo de las lesiones presentadas por las personas involucradas en un hecho de tránsito.

Una cuestión que merece una referencia previa es la consideración en la que el investigador en hechos de tránsito debe dar cabida a los testimonios y declaraciones de protagonistas y testigos.

Dado que un hecho de tránsito es por naturaleza inesperado y usualmente fugaz, las declaraciones de testigos y protagonistas, aun de buena fe, pueden no ser suficientemente correctas; aunque un testigo crea estar diciendo la verdad, su versión puede estar determinada por su subjetividad (para no mencionar posibilidades de falseamiento, ocultación y deformación voluntaria).

Por lo dicho, es el caso que las declaraciones y testimonios no deben ser considerados determinantes en una primera instancia de la investigación. Sin embargo, desecharlas definitivamente *a priori*, puede privar al investigador de datos interesantes o útiles, motivo por el cual debe ubicárseles en el contexto corroborativo de los elementos objetivos en una etapa ulterior de la investigación. Así, se entiende que un dictamen serio y formal en hechos de tránsito terrestre jamás se basa sólo en manifestar con palabras y hechos no corroborados por elementos físicos. Las declaraciones, como cualquier indicio o huella, deberán ser verificados; pues lo que compete al perito es evaluar las implicaciones técnicas de los dichos, analizar la factibilidad física y su contraste con los elementos objetivos.

En realidad, el terreno y los vehículos son los elementos sobre los que se habrá de reconstruir el resultado; los razonamientos técnicos del investigador convencerán plenamente a la autoridad a la que haya de presentar su estudio.

El perito, en nuestra legislación, se encuentra identificado como un testigo de calidad, llamado a opinar en un proceso mediante conocimientos especializados, a diferencia del testigo presencial o conductor; el perito aprecia y analiza los datos, mientras que el testigo sólo los relata.

De lo anterior se desprende la importancia que tiene la información proporcionada en la escena de cualquier hecho, considerada

esta como un testigo silencioso que indica la forma en que ocurrió el percance, y analiza técnicamente lo que las evidencias indican, puesto que los testigos silenciosos aportan más y mejor información, con mayor precisión y credibilidad que cualquier presunto protagonista o testigo ocular.

### OBSERVACIÓN DEL LUGAR DE LOS HECHOS

Al igual que la revisión de los vehículos, la observación del lugar de los hechos es una de las diligencias que se encuentra contemplada en la rutina de la observación monumental del perito, es decir, es imprescindible la práctica de esta fase, toda vez que proporcionará elementos significativos que con la recopilación de otros factores permitirá establecer la mecánica de la colisión y, consecuentemente, las causas que lo produjeron. La observación que se realice debe llevarse a cabo lo más pronto posible con un espíritu técnico-criminalístico y en forma ordenada y minuciosa, de tal manera que no se pierdan las huellas o indicios presentes en el lugar.

Desde el momento en que el perito llega al lugar de los hechos, inicia su trabajo de campo ubicando las evidencias encontradas en el espacio físico, para lo cual orienta el siniestro al Norte magnético. En seguida, con la ayuda de la fijación fotográfica, la descriptiva y gráfica, anota lo observado, tomando en cuenta los siguientes pasos: 1) fecha y hora en que se realiza la observación del lugar; 2) nombre de las calles que conforman el crucero o bien algún punto de referencia; 3) dimensiones de los arroyos; 4) carriles que contiene cada arroyo y sus características; 5) tipo de pavimento (asfalto, concreto hidráulico, terracería, etcétera); 6) estado de pavimento (seco, mojado, con nieve, etcétera); 7) ancho de las banquetas; 8) ancho de los camellones (centrales y laterales); 9) ancho del acotamiento, si se trata de carretera; 10) condiciones meteorológicas (lluvia, neblina, etcétera); 11) luminosidad (natural, artificial); 12) visibilidad (buena, regular, mala); 13) topografía del espacio físico (calle, crucero, glorieta, curva); 14) estado de conservación del piso; 15) forma de las esquinas (redondas, escuadra, *pancoupé*); 16) si existe pendiente,

mencionar los grados de ésta, o bien su porcentaje; 17) si hay peraltes, indicar su altura; 18) la existencia de señalamientos (informativos, preventivos y restrictivos); 19) si existen semáforos, indicar el tiempo del ciclo o fases de sus luces; 20) el sentido de circulación para vehículos; 21) condiciones del tránsito vehicular, es decir volumen de circulación (intenso, regular o escaso), y 22) la existencia de zonas o puentes peatonales, más aún si el hecho se produce por atropellamiento.

La observación es la aplicación de nuestros sentidos, llevando un escrutinio mental activo hacia un área o espacio físico abierto, en forma metodológica, ordenada y minuciosa, con el fin de hacer resaltar los pequeños detalles y describirlos con un objetivo, que servirá como base para normar un criterio y poder conocer la verdad histórica de un hecho para reconstruirlo.

La observación del lugar del suceso en un hecho de tránsito terrestre, la realizan tanto el perito en Criminalística de campo como el perito en hechos de tránsito, en compañía del agente del Ministerio Público, para que le señalen todo aquello que considere como elementos técnicos necesarios, de manera que la autoridad ministerial dé fe de lo señalado, con lo que se legalizará la observación realizada.

Al llegar al lugar de los hechos, se anota la hora de llegada y auxiliándose de una brújula se procede a orientarse en cuanto a los puntos cardinales, se apuntan las medidas con flexómetro o cinta métrica del ancho del arroyo de circulación de la calle, que se toma de guarnición a guarnición, para después medir el ancho de las banquetas laterales, de guarnición a paramentos de construcción y si se trata de un crucero que lo conformen más de dos calles, se miden también para hacer posteriormente el croquis a escala.

Si la calle cuenta con camellón se debe tomar el ancho de éste, ya que la medida será para los efectos de una preferencia de paso por amplitud, es decir, la suma de los anchos de los arroyos de circulación más el del o de los camellones.

En ocasiones, existen obstáculos en el arroyo y accidentes del terreno y pueden ser: 1) materiales: tipo (piedra, cascajo, grava), volumen, espacio que ocupa; 2) obras: excavaciones por drenaje, ca-

bleado, etcétera; 3) puestos: fijos, semifijos, área que ocupan; 4) vehículos: estacionados, en doble fila, en reparación, etcétera; 5) topes: tipo, y 6) baches: localización, diámetro, profundidad.

## TIPOS DE CRUCEROS

### *Cruceros regulares*

1) En cruz, y 2) en equis.

### *Cruceros irregulares*

1) Glorietas; 2) en forma de Y; 3) en forma de T; 4) en forma de K, y 5) desfasados.

## SUPERFICIE DE RODAMIENTO

La superficie de rodamiento puede ser muy variada y es necesario precisar la clase de la misma, pues servirá para el perito en hechos de tránsito cuando realice el cálculo de velocidades, al tomar en cuenta el coeficiente de fricción que es la relación entre las superficies en contacto, en este caso sería el neumático (clase, estado y cantidad de inflado) y superficie (diversos tipos) y con esto variará el coeficiente de fricción y la velocidad a deducir.

Es por ello que se tendrá que señalar la clase de superficie de que se trate: si es de concreto asfáltico o hidráulico o de otro tipo, como adoquinado (colonial o adocreto), pasto, empedrado (losa, piedra grande o chica), arenoso, terracería (suelto, conformado o compactado), si estaba seca o mojada la superficie, si existía algún obstáculo o accidente en el terreno, baches zanjas, materiales, aceite, diesel, estrechamiento, topes, paso de peatones, etcétera.

Las señalizaciones (preventivas, restrictivas e informativas) pueden ser muy diversas y pueden presentarse pintadas sobre el piso: por medio de barras horizontales o verticales, opacas o reflejantes (figura II.2).

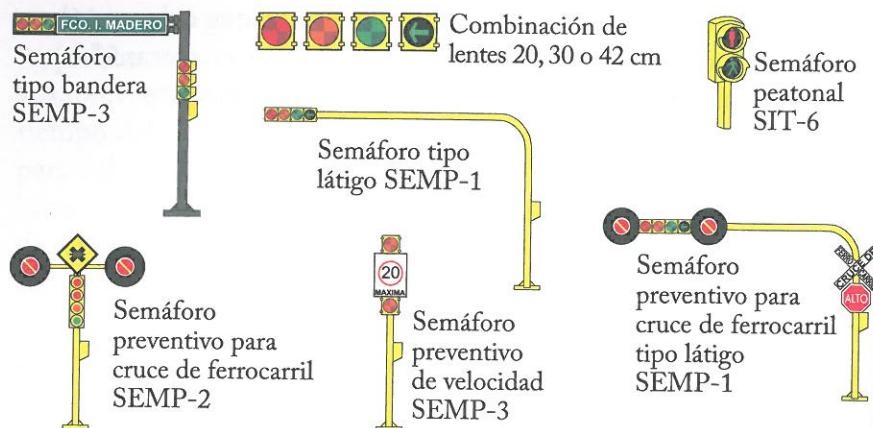


FIGURA II.2. Diferentes tipos de señalamientos (informativos, preventivos y restrictivos que existen, y que tanto su aspecto, color y características generales, se aplican en forma internacional).

#### LOCALIZACIÓN DE HUELLAS E INDICIOS

Esta etapa corresponde a la búsqueda y localización del material sensible significativo relacionado con el siniestro y será de suma importancia para la investigación, entre los cuales se encontrará: 1) huellas de frenado (los neumáticos se marcan en el pavimento por la fricción, debido al bloqueo y a la inercia que lleva el vehículo); 2) señales de desplazamiento (se marcan cuando se pierde la trayectoria normal y el vehículo se desplaza lateralmente); 3) huellas de arrastre (se marcan cuando el vehículo se encuentra parado y es "arrastrado" o impulsado por otro); 4) señales de rodamiento (se producen en superficies fuera del arroyo de circulación y se marcan en lugares de terracería, pasto, arbustos, banquetas, etcétera); 5) fragmentos de cristales; 6) fragmentos de molduras; 7) partes automotrices, manchas de aceite y combustible; 8) esquirlas de pintura; 9) manchas de sangre; 10) agua de radiador y ácido del acumulador (tiende a tener un color amarillo o café sobre la cinta asfáltica e indica la probable zona de contacto); 11) fricciones producidas por cuerpo duro en la zona de rodamiento, y 12) daños a objetos fijos (árbol, poste, muros, etcétera).



FIGURA II.3.

La presencia de huellas de diversos tipos son muy importantes para el perito en hechos de tránsito, pues mediante ellas se podrá identificar al vehículo que las imprimió, conociendo también sobre qué calle circulaba, en qué dirección lo hacía, qué carril ocupaba señalando exactamente su separación de la guarnición más cercana y a qué velocidad se desplazaba, si hubo daños poscolisionales, etcétera (figura II.3).

Tipos de huellas, forma de localización y su descripción: 1) de frenado; 2) de arrastre; 3) de desplazamiento; 4) de rodamiento, y 5) de cuerpo duro.

#### Huellas de frenado

Se forman cuando los neumáticos bloqueados impiden la rotación, entonces al desplazarse el vehículo en su dirección sobre un solo punto de la llanta, ésta queda marcada en el pavimento, es localizable esta marca a simple vista.

Una huella de frenado imprime la forma de la banda de rodamiento del neumático que la produjo, por lo que sus características permitirán comprobar y correlacionarlas para determinar si



FIGURA II.4.

fueron producidas por el vehículo presentado o no; por lo que es importante conocer su longitud así como el tipo de pavimento o superficie y estado de los neumáticos para el cálculo de velocidades (figura II.4).

La fricción que ejerce en esta manera el neumático sobre el pavimento, formando la huella de frenado, tiene un coeficiente matemático que es variable de acuerdo con el estado en que se encuentra la llanta (nueva, media vida o lisa) y el estado del pavimento (rugoso, liso, seco, mojado, etcétera), y la diferencia de este coeficiente hará variar el resultado en el cálculo de la velocidad que a partir de una huella de frenado se obtiene.

#### *Huellas de arrastre*

Se suscita cuando un vehículo que frena es cambiado y arrastrado en distinta dirección a la que tenía cuando se desplazaba frenando (figura II.5).

Estas huellas no dejan características que puedan servir para identificar al vehículo que las produjo al desfigurarse las peculiaridades del dibujo, pero son de igual importancia que las de frenado para la reconstrucción de un hecho, pues señalan el momento exacto del impacto y dan idea de sus velocidades.

#### *Huellas de desplazamiento*

Son las que causan los neumáticos antiderrapantes de los vehículos, precisamente cuando se pierde la trayectoria normal y el vehículo se desplaza lateralmente (figura II.6).

Al igual que las huellas anteriores, no dejan características propias que puedan servir para la localización del vehículo; en su descripción, se indicará su curvatura y su centro de giro hacia donde se localiza.

Las tres huellas descritas son causadas por la fricción de los antiderrapantes sin rodar estando fijos, es decir por la inercia de éstos a su forma normal. Además, las tres huellas pueden ser o no intermitentes, es decir, que son huellas que no tienen una continuidad en su marca.

#### *Huellas de rodamiento*

Son las que se produjeron sobre superficies fuera del arroyo de circulación cuya dureza permite que se marquen, como pisos con pastos, camellones, zonas ajardinadas, banquetas, acotamientos o tierra seca o húmeda, etcétera (figura II.7).

Con estas huellas podemos conocer las trayectorias poscolisionales, que consisten en el desplazamiento desde el primer contacto y las posiciones finales de los vehículos.

#### *Huellas de cuerpo duro*

Son aquellas causadas por las partes metálicas de un vehículo sobre la superficie del piso; se inicián cuando se produce el contacto y fricción de autopartes al ser deformadas, así como también por volcadura y arrastre (figura II.8).

Los daños pueden ser superficiales como en el caso de volcadura de vehículos después de choques, y fricción de cuerpo duro, en algunas ocasiones tenues, apenas perceptibles o muy marcadas cuan-



FIGURA II.5.



FIGURA II.6.



FIGURA II.7.



FIGURA II.8.

do se hacen grandes “surcos” en la superficie de la carpeta asfáltica o concreto hidráulico.

Respecto a este tema, se debe realizar una interpretación gráfica de todo lo observado, acotando a escala adecuada todo lo medido (generalmente se utiliza la escala 1:200). El dibujo, esquema o croquis deberán estar orientados al Norte (figura II.9).

#### ESCALA

Es la relación entre magnitud real y la dibujada. En los planos o croquis, la escala puede expresarse en tres modos distintos: en forma de razón o fracción, es decir: 1:200 o 1/200, lo que significa que un centímetro del plano o croquis equivale a 200 centímetros (dos metros) del terreno; o bien, con escala gráfica que en un plano es un segmento recto expresado en centímetros que indica una distancia del terreno en metros.

También una escala puede expresarse en palabras y cifras, como: un centímetro representa dos metros de la superficie terrestre. Cuanto mayor sea la relación entre magnitud real y la dibujada, más se aproximará al tamaño real de los elementos de la superficie terrestre (figura II.10).

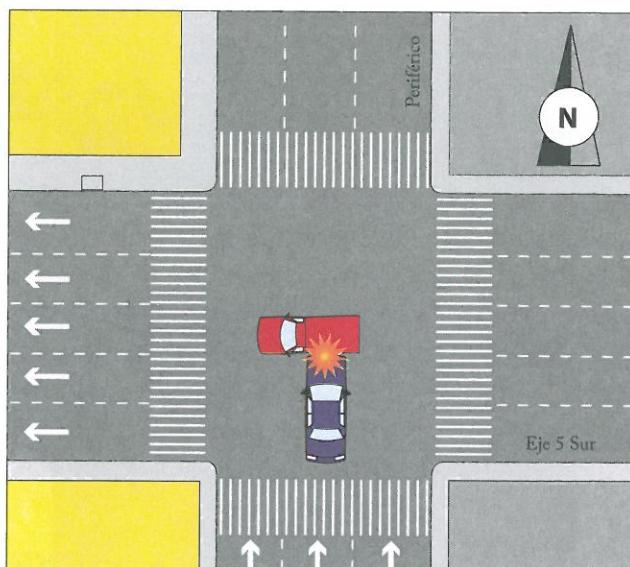


FIGURA II.9.

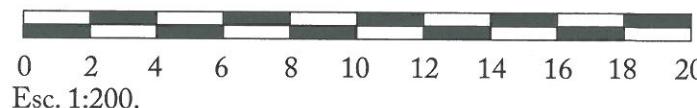


FIGURA II.10.

La observación del lugar nos aporta una cantidad de elementos técnicos que, con seguridad, nos permitirá reconstruir el hecho; pero es menester que cada evidencia de lo observado se transfiera al dibujo de un croquis a escala. Para dibujar lo localizado, se usa en forma regular la escala 1:200, y en pocas ocasiones la escala 1:400, con el Norte hacia arriba y con el auxilio del sistema de ejes cartesianos, para que queden debidamente orientados y acotados cada uno de los elementos que se localizaron.

Por otra parte, no hay que olvidar que el valor de un dibujo reside no sólo en una representación correcta de las formas, sino también en el señalamiento exacto y claro de las dimensiones o acotaciones.



FIGURA II.11.

La omisión de ésta puede invalidar el mejor diseño utilizado, y una acotación equivocada desproporciona el dibujo y conduce a errores.

#### REVISIÓN DE LOS VEHÍCULOS

Al igual que el tema anterior, la revisión de los vehículos es fundamental en el análisis de los hechos de tránsito terrestre. Con certeza puede decirse que ambas acciones van de la mano en la realización de una acertada investigación.

El conocer o saber interpretar la ubicación y características de los daños que presentan los vehículos, permitirá establecer la forma en cómo se desplazaban y el punto de incidencia al colisionarse; pero uno de los aspectos que de manera definitiva se considera importante, es el cálculo de velocidades, tomando en cuenta la deformación de los materiales y las características de hundimiento y corrimiento de los daños presentes en los vehículos colisionados.

#### *Identificación general*

La identificación general del vehículo consiste en hacer mención de sus características generales, tales como: marca, modelo, tipo, color y placas de circulación. En este rubro no es necesario indicar los números de serie ni de motor, toda vez que esto se analiza en otro tipo de investigaciones (figura II.11).

### *División básica del vehículo*

La división básica consiste, primordialmente en conocer la ubicación donde el vehículo presenta los daños al ser colisionado; para ello, el vehículo se dividirá en tercios mediante dos líneas imaginarias, tanto en forma transversal como en manera longitudinal, tal como se muestra en la figura II.12.

Es de hacerse notar que otra de las finalidades de este trabajo, es la de plantear la unificación de criterios en cuanto a los términos técnicos tratados en este documento, ya que en años anteriores las partes mencionadas como A, B, C y D, se conocían como esquinas. En la actualidad, algunos peritos les llaman ángulos; pero si se hace referencia a la definición de este componente geométrico: ángulo es la distancia que existe entre dos líneas que surgen a partir de un punto llamado "vértice", de donde, si se atiende a dicho concepto, las partes referidas serían el vértice y las partes laterales del vehículo serían los costados. Por otro lado, para ubicar la zona izquierda o derecha del auto, es con respecto al lugar del conductor o posición de éste al volante.

### *Daños en el interior del vehículo*

Es importante realizar la revisión interna del vehículo, ya que al asociar los daños que presenta el mismo en su interior, con las lesiones que sufren los ocupantes que viajan en éste, se puede establecer la ubicación o la posición que guardaban cada una de las personas dentro del vehículo (figura II.13).

Lo anterior es de gran utilidad e importancia, toda vez que se ha dado el caso que cuando hay una persona que resulta con lesiones que le provocaron la muerte, el conductor se esconde en el anonimato y refiere que el occiso era quien conducía, sin tomar en cuenta que con una correspondencia de daños y lesiones, se puede determinar si el occiso conducía o no el vehículo.

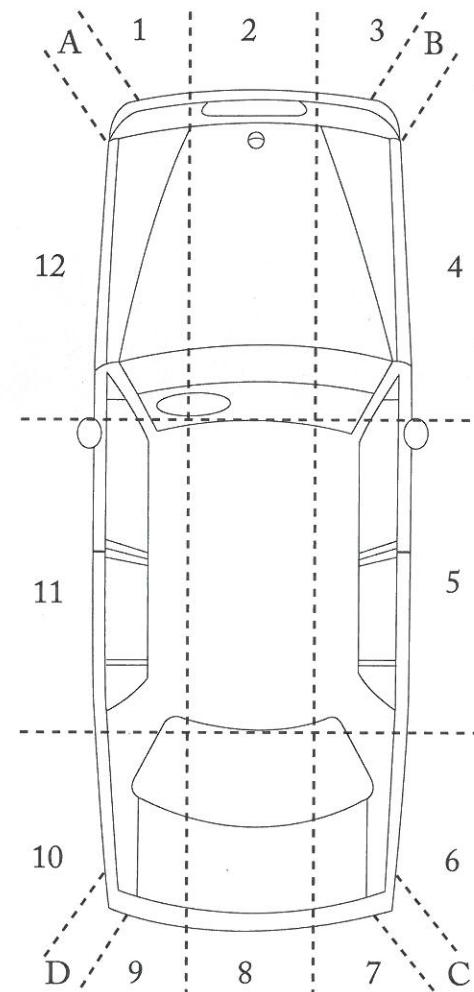


FIGURA II.12.

- 1. Parte frontal izquierda
- 2. Parte frontal media
- 3. Parte frontal derecha
- 4. Costado delantero derecho
- 5. Costado medio derecho
- 6. Costado posterior derecho
- 7. Parte posterior derecha
- 8. Parte posterior media
- 9. Parte posterior izquierda
- 10. Costado posterior izquierdo
- 11. Costado medio izquierdo
- 12. Costado delantero izquierdo
- A. Vértice delantero izquierdo
- B. Vértice delantero derecho
- C. Vértice posterior derecho
- D. Vértice posterior izquierdo



FIGURA II.13.

#### *Características de deformación y sentido*

Las características de deformación y sentido se refieren a los daños causados en los vehículos, y comúnmente se conocen como de “hundimiento y corrimiento”, las cuales se representan mediante vectores o flechas, tanto en forma transversal a la parte afectada del vehículo que indicará el hundimiento y en modo longitudinal a los daños del automotor que señalan el corrimiento. Lo anterior permite conocer la incidencia de cómo se produjeron los daños; es decir, existe una correspondencia de deformación entre uno y otro vehículo; además, debe indicarse la existencia de algún otro indicio en los daños, como son residuos de pintura, de neumático o algún material diferente o que no pertenezca al vehículo que se revisa (figura II.14).

Es necesario aclarar que al indicar las características de los daños, debe señalarse la intensidad cualitativa de éstos, mediante la terminología específica de “ligero, mediano o intenso”, “hundimiento y corrimiento”.

#### *Daños causados por cuerpo blando*

Los daños que se presentan en un vehículo cuando éste se colisiona con un peatón, se conocen como “daños causados por cuerpo



FIGURA II.14.

blando”, cuyas características serán únicamente de hundimiento y en forma roma, es decir que no presentarán aristas, serán redondeados y la pintura sólo se desprenderá y, en muchos casos, estas deformaciones presentarán manchas de sangre, tejido adiposo, fricciones de fibra textil, cabellos, etcétera (figura II.15).

#### *Accesorios o partes dañadas*

Los accesorios o partes dañadas que presentan los vehículos cuando son colisionados serán referidos en lo individual, y esto se indicará al final de la revisión general.

Se hace mención de dichos accesorios que lleven un orden a partir del punto de incidencia de la zona afectada hacia la impregnación de los materiales dañados; se hace la aclaración que el contorno de la carrocería del vehículo debe ser revisado. Resumiendo: en la revisión de vehículos, primero se indica la identificación general, después la ubicación y las características generales de los daños producidos y, finalmente, las partes o accesorios afectados.

Por otra parte, después de narrar todo lo referente a los daños que presenta un vehículo, el perito realizará un croquis de éste,



FIGURA II.15.

visto en planta, en el cual debe señalar la zona de los daños que presenta, indicándose con flechas (vectores) las características de hundimiento y corrimiento.

#### *Avalúo de daños*

Con los datos mencionados y su descripción detallada, el perito realiza un avalúo en el que sólo toma en cuenta los daños que presentan el o los vehículos, debiendo estar actualizado en cuanto a las cotizaciones de agencias automotrices autorizadas de los precios del mercado, o bien asesorarse en revistas sobre precios de vehículos y sus aditamentos e incluso en periódicos, con la finalidad de que pueda elaborar su avalúo, aunque es mejor contemplar la intervención de un especialista en valuación, y que el especialista en tránsito terrestre se apegue en su participación estrictamente al campo técnico que le corresponde.

En cuanto a la determinación del valor de los daños del vehículo que realiza el perito en una colisión, surgen muchas inconformidades por parte de los participantes, argumentando los bajos costos indicados en el avalúo, razón por la cual se sugiere que el personal involucrado en la cotización de los precios de las partes afectadas de un vehículo, se auxilie con la tecnología que aporta la empresa

CESVI México, cuyas siglas significan: "Centro de Experimentación y Seguridad Vial" en México, el cual cuenta con un sistema para valuación de daños en vehículos denominado AUDATEX, cuyos datos son proporcionados directamente por los fabricantes de automóviles, así como con tabuladores de tiempos de reparación de carrocería y pintura. Este centro ha configurado la más completa base con millones de registros obtenidos mediante la toma de datos identificados por los peritos, cuyos daños se capturan en un documento electrónico, el cual los procesa mediante cálculo remoto o local, con lo que se obtiene un informe del resultado de la valorización que aporta datos detallados sobre la identificación del vehículo, piezas sustituidas, con su referencia de tiempo de reparación y acabados de pintura, así como el resumen con los costos finales de la valoración de los daños del vehículo.

#### FIJACIÓN FOTOGRÁFICA

En la investigación de un hecho de tránsito es común que haya elementos perdurables de los daños, huellas e indicios que presentaron los vehículos y el camino. Lo anterior suele perderse debido a que el propietario, al recuperar el vehículo, lo más probable es que repare las partes afectadas para evitar más pérdidas económicas y utilizarlo en el servicio para el que está destinado. Lo anterior trae como consecuencia un desvanecimiento irreversible de los daños o indicios que presentaba el vehículo producidos durante la colisión.

Esto también ocurre con los daños provocados al camino, ya sean huellas por cuerpo duro, señalamientos o barras de contención afectados, taludes o tramos de carpeta dañados, señales de frenado, etcétera, que debido a diferentes factores, como el mantenimiento que se proporciona a los caminos, por ejemplo al recubrir con asfalto la carretera, se provoca la pérdida de indicios importantes para determinar las causas de la colisión, lo que limita la reconstrucción de los hechos.



FIGURA II.16.

Si los daños infringidos al camino a pesar de su fuerte presencia física se desvanecen, con mucha mayor razón se pierden los indicios o huellas de menor durabilidad como son las de neumáticos, hemáticas, aceite o combustible sobre la carpeta, posiciones finales marcadas sobre la terracería y la vegetación circundante, etcétera, indicios que se desvanecen por el continuo tránsito de vehículos o por condiciones naturales como lluvia, vientos, cambios de temperatura, entre otros.

Para contrarrestar lo anterior y aplicando los avances tecnológicos, existe una serie de técnicas de fijación, como el video y la fotografía, que permiten preservar de esta manera las huellas, indicios o daños para su posterior utilización en la investigación de un hecho de tránsito en particular (figura II.16).

Al imprimir una fotografía es necesario que cumpla ciertos requisitos para que proporcione, sin lugar a dudas, información básica del hecho en particular con el fin de obtener la información necesaria de los vehículos y de la carretera, mismas que apoyan técnicamente el dictamen final.

A continuación se proporcionan los criterios que deben seguirse para la impresión de fotografías, tanto de los vehículos como del lugar de los hechos, señalándose los puntos más importantes que deben tomarse en cuenta.

### *Fijación fotográfica del lugar de los hechos*

- 1) Tres vistas generales anteriores tomadas, respectivamente, desde la parte media del arroyo y extremos derecho e izquierdo del mismo.
- 2) Tres panoramas generales posteriores tomados, respectivamente, desde la parte media del arroyo y extremos derecho e izquierdo del mismo.
- 3) Una foto desde cierta altura, de ser posible subiéndose para ello sobre un vehículo, a un poste, a la azotea de una casa, etcétera; debe procurarse que en esta toma salgan los entrecruces de las calles, si acaso tuvieran relación con el hecho que se investiga.
- 4) Acercamientos medios de los indicios y del área del impacto, al igual que el de la víctima, señalándose su situación y posición.

### *Fijación fotográfica de los vehículos*

Las fotografías tomadas a los vehículos involucrados comprendrán las siguientes vistas: de frente, lado izquierdo, lado derecho, parte posterior y parte inferior (chasis) en casos de aplastamiento. También deberán tomarse las siguientes precauciones: 1) que la placa que identifica el vehículo aparezca claramente, y 2) tomar medios acercamientos de los puntos de contacto o colisión.

### **TIPOS DE ACONTECIMIENTO**

Hay una gran variedad de daños en las colisiones de vehículos, las que dependerán de la forma y de las zonas que coincidan en el contacto o incidencia que ocasionan los daños en alguna parte del contorno de sus carrocerías; para ello, se elabora una clasificación de los diferentes tipos de colisión como se indica a continuación:

### *Colisión entre vehículos*

- 1) Colisión frontal: es el caso donde se encuentran involucrados dos vehículos que tienen contacto violento de frente (figura II.17).



FIGURA II.17.

2) Colisión posterior: es el caso cuando uno de los vehículos es chocado o se colisiona en la parte posterior del otro, ya sea por “alcance”, por proyección contra el que está estacionado o bien cuando un vehículo se encuentra realizando maniobras de reversa (figura II.18).

3) Colisión perpendicular: este tipo de hecho se ocasiona cuando uno de ellos colisiona su parte frontal con alguno de los costados del otro, generalmente se lleva a cabo en un crucero regular (figura II.19).

4) Colisión lateral: pudiera ser similar al anterior, toda vez que uno de ellos o ambos presentarán los daños en alguno de sus costados y no precisamente deben estar en forma perpendicular.

Tenemos el ejemplo de un contacto que se presenta a partir de un corte de circulación, donde ambos vehículos presentarán daños en sus costados.

5) Colisión de vehículo y convoy de ferrocarril: se lleva a cabo cuando en el evento participan un vehículo y un tren; éste puede ser de forma perpendicular o lateral (figuras II.20 y II.21).

La característica principal en este tipo de sucesos es que el vehículo colisionado por el ferrocarril queda muy dañado de su carrocería, debido a la gran masa de aquél.

6) Colisión de convoy de ferrocarriles: es un evento donde dos trenes se colisionan entre sí, y traen como resultado el descarrila-



FIGURA II.18.



FIGURA II.19.



FIGURA II.20.



FIGURA II.21.



FIGURA II.22.

miento, y puede producirse por colisión frontal o por colisión posterior (figura II.22).

7) Descarrilamiento de ferrocarriles: es un suceso donde el convoy, al desplazarse por las vías y generalmente debido al aumento de velocidad y por circular en una curva, se sale de los rieles, así como también cuando el piso se encuentra con mucha humedad por efecto de la lluvia, éste se reblandece y los componentes de la vía no soportan el peso suficiente para sostener el tren, conociéndosele a este fenómeno como "aguachinamiento" (figura II.23).

8) Colisión superior e inferior: este tipo de eventos no son comunes, pero se han llevado a cabo cuando uno de los vehículos al circular en un paso a desnivel se desploma desde éste y cae sobre la parte superior de los que circulan en la parte inferior del paso a desnivel, produciéndose daños en sus partes inferiores y superiores respectivamente (figuras II.24 y II.25).

#### *Colisión de vehículo contra objeto fijo*

Es el caso en que un vehículo en circulación se impacta contra un objeto fijo, ya sea por circunstancias debidas al conductor o ajenas a él. Debe tener mayor cuidado en el intercambio de indicios presentes entre el objeto y el vehículo involucrado (figuras II.26 y II.27).



FIGURA II.23.



FIGURA II.24.



FIGURA II.25.

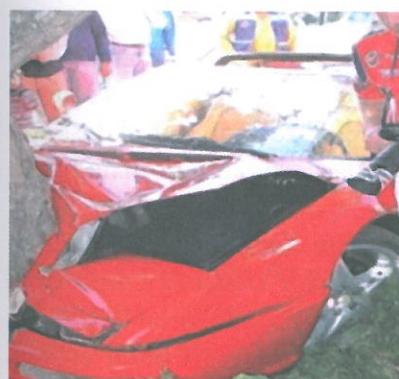


FIGURA II.26.



FIGURA II.27.



FIGURA II.28.



FIGURA II.29.

Una de las características primordiales que prevalece en este tipo de colisión es la manera o conformación del objeto fijo con el cual aquél hizo contacto, pues se marcan o quedan plasmados en los daños que presentará el vehículo.

#### *Salida de camino y volcadura*

Es un suceso donde un vehículo en circulación abandona la zona de rodamiento; puede darse por circunstancias debidas al conductor o ajenas a él, presentándose, entre otras, por una falla mecánica de carácter previsible o imprevisible, o debido a la falta de mantenimiento preventivo o correctivo. En estos casos se daña la mayor parte de la carrocería en el proceso de la volcadura (figura II.28).

Se hace la observación de que al indicar que es de carácter previsible, se refiere a que el conductor tiene conocimiento de alguna posible falla mecánica de su vehículo como es el caso de los frenos por falta de mantenimiento, de la dirección por el desgaste de sus elementos o de una de sus rótulas, o de una ponchadura o rotura de neumático por desgaste, entre otros (figura II.29).

En cuanto a lo imprevisible, se refiere a alguna falla mecánica la cual no está al alcance del conductor conocer, como es el caso de la fatiga del material prematuro e incluso en vehículos nuevos, ponchaduras y roturas de neumáticos en buen estado, etcétera.

#### *Colisión de vehículo-peatón (atropellamiento)*

Este es un evento en que un vehículo en circulación entra en colisión con un ser humano. Por la naturaleza del suceso, el perito debe considerar aspectos importantes como la edad, condiciones físicas, estado psicofísico, que permitan establecer el tiempo que ocupa el desplazamiento del peatón (ya sea corriendo o caminando), y para el conductor se consideran los tiempos de percepción, reacción y tiempo mecánico de frenado.

Por tanto, la observación del lugar de los hechos debe hacerse de manera personal, y poner un especial cuidado en los elementos significativos (huellas, indicios, evidencias físicas, etcétera) y determinar si el conductor contó con el tiempo suficiente para evitar el hecho.

Es importante analizar el fenómeno que se suscita cuando el conductor realiza maniobras de frenado, la parte frontal tiende a bajar debido a que el centro de gravedad cambia hacia adelante producto por el cambio de peso, y al hacer contacto con sus partes anteriores debajo del centro de gravedad del peatón, éste es proyectado hacia adelante y simultáneamente es girado en forma vertical para quedar sus extremidades inferiores en la parte superior, y la razón que hace ver que el cuerpo de la persona se desplace atrás del vehículo, es porque el vehículo después del contacto proyecta al peatón hacia adelante y hacia arriba continúa con velocidad “alcanzando” al peatón en el aire, para hacer contacto con las partes superiores del vehículo (figura II.30).

#### *Caída de persona de un vehículo en movimiento*

En general este tipo de acontecimientos se suscitan cuando los vehículos, sobre todo de pasajeros del servicio público, circulan con las puertas abiertas y las personas viajan en los estribos o en las partes exteriores del mismo, y por distintos factores (velocidad, giros, frenados) el pasajero pierde el punto de sujeción y se precipita al exterior o interior del vehículo o bien simplemente se cae.



FIGURA II.30.



FIGURA II.31.



FIGURA II.32.

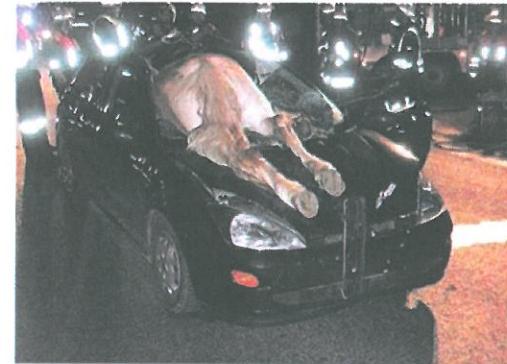


FIGURA II.33.

#### *Colisión contra bicicleta y motocicleta*

Independientemente de la forma o modalidad en que se lleve a cabo una colisión entre un vehículo automotor y una bicicleta o motocicleta, esto se denominará “colisión entre vehículos” en virtud de que una bicicleta o motocicleta son un vehículo, situación mal llamada como “atropellamiento” cuando intervienen estos vehículos en una colisión (figuras II.31 y II.32).

Si bien es cierto que el ciclista o el motociclista no se encuentran protegidos por la estructura o carrocería tal como el conductor de un vehículo, también es verdad que la bicicleta o la motocicleta son un vehículo, como lo marca el Reglamento de Tránsito.

#### *Colisión contra semoviente*

La colisión con animales es un hecho común en la circulación de automotores por las zonas rurales. El medio ambiente está constituido de manera normal por explotaciones agrícolas y ganaderas, por lo cual no es de extrañar el encuentro con animales vacunos, equinos o porcinos que permanecen en las rutas ya sea pastando o simplemente atravesando (figura II.33).

Cabe señalar que por su peso y masa causan mucho daño a la carrocería del vehículo y lesiones considerables a sus ocupantes,

pues suelen quedar moviéndose después de la colisión con parte de su cuerpo dentro del vehículo. Otra característica importante que resulta en este tipo de eventos es que los daños que presentará el vehículo serán tanto de cuerpo duro como de cuerpo blando, es decir, existirá una combinación de ambos, debido a las características propias del animal.

### III. LESIONES PROVOCADAS POR TRÁNSITO DE VEHÍCULOS

#### LESIONES PROVOCADAS POR HECHOS DE TRÁNSITO DE VEHÍCULOS EN SU MODALIDAD DE CHOQUE

DENTRO de los diversos mecanismos de lesiones por hechos de tránsito, los más frecuentes son los siguientes.

##### *Colisión frontal*

Si la persona que maneja el vehículo durante una colisión entre dos vehículos resultara lesionada, la ubicación anatómica de sus lesiones podrían ser las siguientes: equimosis por contusión directa en la cara anterior del tórax y en zona abdominal, ocasionadas generalmente por la proyección del cuerpo del conductor contra el volante lo que le produjo la figura contusa del mismo, junto con excoriaciones, hematomas y aun heridas cortocontundentes sobre la región faciofrontal (figura III.1).

Cuando el conductor de un vehículo automotor se impacta de frente con otro cuerpo fijo o móvil, también se aprecian lesiones diversas, como excoriaciones dermoepidérmicas, heridas en las rodillas y tobillos, producidas por las partes inferiores del tablero y los pedales; múltiples heridas cortantes sobre la región facial o frontal causadas por la fragmentación del parabrisas del vehículo, con presencia de astillas del material incrustadas en la piel o en la ropa (figuras III.2 y III.3).

##### *Colisión lateral o perpendicular*

Cuando el vehículo es impactado en su parte lateral por otro, suelen encontrarse lesiones sobre el conductor y acompañantes, las que se



FIGURA III.1.



FIGURA III.2.



FIGURA III.3.



FIGURA III.4.



FIGURA III.5.



FIGURA III.6.



FIGURA III.7.

manifiestan según el lado que sufre el impacto, junto con otras que resultan del contacto de portezuelas y objetos interiores del vehículo (figuras III.4 y III.5).

#### *Colisión posterior*

Cuando los ocupantes de un vehículo automotor son impactados por otro en la parte posterior, se origina el rebote de los tripulantes delanteros ya sea sobre el tablero, el volante, el parabrisas, y en los que viajan en la parte posterior del vehículo se origina también el rebote sobre el respaldo del asiento delantero (figuras III.6 y III.7).

En todos los casos, la fuerza del golpe y sus lesiones son consecuencias que pueden ser incluso mortales debido al violento sacudimiento cefálico que se produce en el nivel cervical.

#### *Volcadura*

Es posible encontrar aquí todo tipo de contusiones, en atención a la mecánica que se presenta. El vehículo, al volcarse, origina que las personas que van dentro se vean impactadas, estén sufriendo desplazamientos y consecuentemente golpes contra las diferentes partes internas del móvil. Así, se producen: equimosis, excoriaciones, heridas contusas o contusiones profundas de cavidades.

Se puede decir que si en la volcadura el sujeto no utiliza los cinturones de seguridad, va "girando" dentro del vehículo.



FIGURA III.8.

Ahora bien, si las puertas se abren por motivo de la colisión y él o los ocupantes son expulsados del vehículo, frecuentemente se presentan lesiones típicas de aplastamiento cuando el vehículo cae sobre los ocupantes lanzados al exterior.

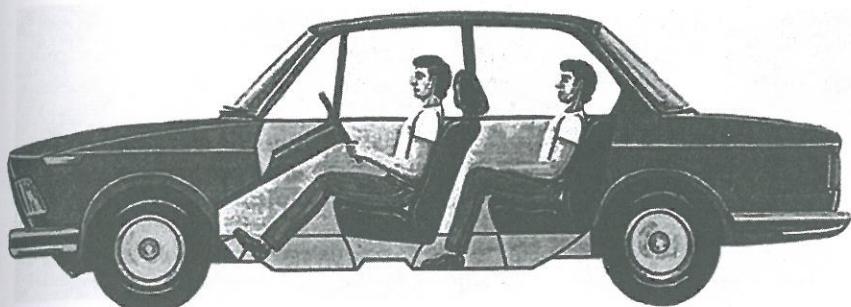
#### *Caída de persona de un vehículo en movimiento*

En ocasiones el pasajero de un vehículo en marcha se verá proyectado hacia afuera, resultado de un mal cierre de la puerta, o bien como consecuencia de un choque; sobre todo si éste es lateral. Tratándose de camiones de carga, cuando la persona viaja en el área destinada a materiales, éstos caen debido a un efecto súbito derivado del mecanismo de frenado; también con motivo de un viraje brusco, los resultados son similares a lo referido (figura III.8).

En este tipo de hechos de tránsito, las contusiones correspondientes a la caída se localizan casi siempre sobre la mitad superior del cuerpo, básicamente en la extremidad cefálica. Se puede encontrar también la fase de machacamiento causada por el paso de los neumáticos posteriores del vehículo sobre el cuerpo.

#### *Examen del vehículo*

Se debe proceder a elaborar una descripción de daños en su estructura externa e interna y determinar su correspondencia con las le-



**FIGURA III.9. Traumatismos en los ocupantes de un vehículo.**  
El conductor se golpea la cara en el parabrisas, el tórax en el volante y las rodillas en el panel de instrumentos, el acompañante del asiento posterior se golpea la cara y las rodillas en el respaldo del asiento delantero.

siones que la víctima presenta. Asimismo, debe realizarse la búsqueda de indicios en su exterior e interior, tales como manchas hemáticas, tejido blando, cabellos, etcétera; sin omitir e incluir su búsqueda en las partes bajas del vehículo.

#### *Lesiones del conductor*

Su importancia radica en identificar al conductor del vehículo debido a la responsabilidad penal y civil que pueda tener, así como determinar la ubicación y descripción de cada una de las lesiones que presente, sin olvidar los daños que en la parte interior de la estructura se observen sobre el automotor, lo que permitirá inferir la posición y ubicación que la o las víctimas guardaban dentro del vehículo, previo al hecho investigado (figura III.9).

### LESIONES PROVOCADAS POR HECHOS DE TRÁNSITO DE VEHÍCULOS EN SU MODALIDAD DE ATROPELLAMIENTO

Esta modalidad tiene como consecuencia el encuentro violento entre un cuerpo humano y un vehículo en movimiento.



FIGURA III.10.



FIGURA III.11.

### *Fases o etapas del atropellamiento*

Como proceso traumático, se presentan varias etapas que pueden estar presentes total o parcialmente, lo que permite determinar si las lesiones son el resultado de: 1) atropellamiento completo y 2) atropellamiento incompleto.

#### *El atropellamiento completo*

Consta de varias fases o tiempos, a saber: 1) choque o impacto; 2) proyección y caída; 3) deslizamiento sobre el cofre; 4) machacamiento; 5) desplazamiento o arrastre, y 6) mutilación.

#### *Fases de choque o impacto*

Consiste en el encuentro entre la víctima y el vehículo generalmente por sus partes anteriores; la localización de las lesiones en ella dependerán de la altura de las estructuras anteriores del automotor en contacto con la víctima, como la defensa, que puede ser baja o con el cofre que puede ser media o de gran altura; por tanto, las lesiones correspondientes a esta fase del atropellamiento de personas adultas frecuentemente se localizan en la mitad inferior de su cuerpo, a nivel de piernas, muslos, regiones glúteas o en la parte inferior de la región lumbar; las lesiones resultantes en la región del

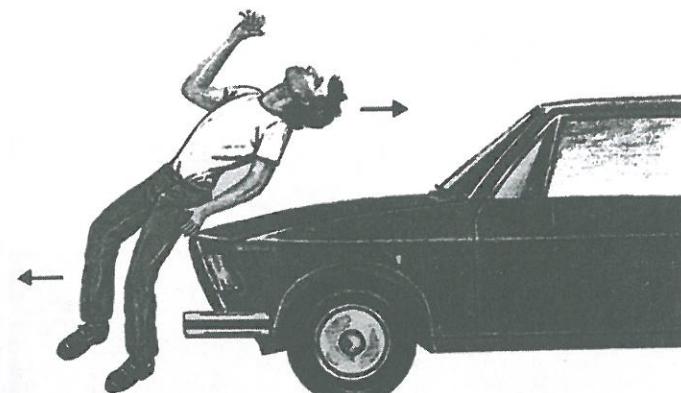


FIGURA III.12. *Fase de choque o impacto primario. En un primer tiempo el peatón es golpeado por las partes anteriores del vehículo por debajo del centro de gravedad.*

impacto pueden ser equimosis, excoriaciones, heridas contusas, punzantes o punzocontundentes, fracturas directas subyacentes, en la región del golpe, cuyas características coincidirán con el agente vulnerante, como la defensa del vehículo, las salpicaderas, los faros, el cofre, etcétera (figuras III.10 y III.11).

El mecanismo de lesiones es el resultado del impacto primario durante la fase de contacto o choque. Esta fase del contacto se divide en traumatismos de impacto primario y secundario, este último sería consecuencia del primario dado que la víctima, en la etapa de proyección y caída, gira o es desplazada y presenta, por lo regular, lesiones asociadas con el vehículo.

*Traumatismo de choque o impacto primario.* Se suscita por el contacto violento entre la víctima y las estructuras anteriores o laterales del vehículo. La altura de los traumatismos localizados en las piernas de ella debe medirse con relación a sus talones. Si las lesiones están ubicadas a diferente altura, debe inferirse que la víctima iba corriendo al momento de ser atropellada, o bien la parte delantera del vehículo tiende a bajar al momento de estar en proceso de frenado (figura III.12).

*Traumatismo de choque o impacto secundario.* Se lleva a cabo por el contacto violento entre la víctima ya sea con las estructuras ante-



FIGURA III.13. *Fase de choque o impacto secundario. El peatón, como consecuencia del impacto primario, pierde el equilibrio y es proyectado hacia la parte superior posterior del vehículo, causándole lesiones, principalmente en la cabeza, con el parabrisas.*

riores, superiores o laterales del vehículo, en un momento inmediato posterior al primer impacto y la consecuente proyección de la víctima. El o los miembros inferiores del atropellado, que soportan el peso de su cuerpo, actúan como un eje sobre el cual él mismo gira y sufre trauma adicional, resultado del contacto directo, violento y por segunda ocasión con los guardafangos, cofre, parabrisas, etcétera. Estas contusiones se localizan en la cadera, muslos, glúteos, espalda y cabeza, en ocasiones no hay lesiones externas o éstas son mínimas. El impacto secundario puede causar fracturas con exposiciones óseas a nivel de la pelvis; la forma de la fractura recuerda el estallido de un anillo de madera cuando se le comprime por ambos lados.

No confundir este tipo de lesiones como resultado de la fase de impacto o choque con defensas o partes frontales en el caso de vehículos pesados, como camionetas, camiones, autobuses, etcétera. En atropello por autobuses, camiones u otros vehículos de gran masa, las víctimas son propulsadas hacia adelante o a los lados en vez de hacerlo hacia arriba (figura III.13).

### Fases de proyección y caída

La proyección es la trayectoria que sigue el cuerpo de la víctima en el espacio. La caída se produce cuando el atropellado, luego de sufrir el impacto primario y quizás el secundario, es lanzado o proyectado contra el suelo. En esta fase predominan los traumatismos o lesiones por contragolpe sobre la carpeta asfáltica, banqueta, camellón, etcétera, pueden ser lesiones en la modalidad de contusiones, excoriaciones y heridas cuya localización se verifica principalmente en las partes salientes del cuerpo tales como cabeza, cadera, hombros, codos, rodillas, etcétera, por lo general son lesiones localizadas en la mitad superior del cuerpo, las que por su ubicación anatómica demuestran el punto de apoyo o caída de la víctima contra la cinta asfáltica.

### Fase de deslizamiento sobre el cofre

Existe cierta relación entre la velocidad del vehículo y la naturaleza de los traumatismos. Si la víctima es golpeada por debajo de su centro de gravedad, es proyectada hacia arriba y cae sobre la cubierta del motor con lesiones en hombros, codos y cabeza; acto seguido cae sobre la cinta asfáltica y recibe el impacto en la extremidadcefálica ya que es la parte más saliente y vulnerable en contragolpes, el resultado son fracturas acompañadas de hematomas, también se observan fracturas y luxaciones en el nivel cervical de la columna. Cuando la velocidad del vehículo es mayor, la víctima puede ser lanzada a considerable altura para caer posteriormente sobre el techo del vehículo y aun sobre el pavimento (figura III.14).

### Fase de aplastamiento, compresión o machacamiento

Se presenta cuando el cuerpo de la víctima es comprimido entre dos superficies contundentes que pueden ser los neumáticos, si éstos pasan por encima de ella compriméndola contra el suelo; pudiera también presentarse, en caso de que la víctima sea presionada contra un poste, muro u otro vehículo. Las lesiones pueden carac-

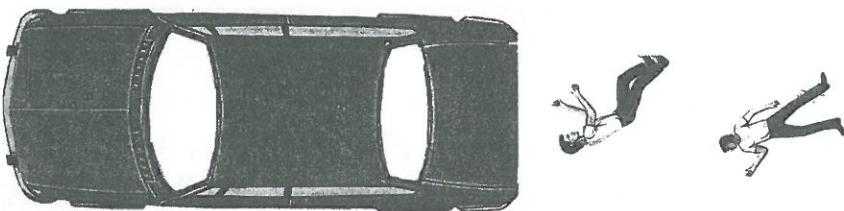


FIGURA III.14. Continuando con este proceso, el peatón —al ser proyectado hacia la parte superior posterior del vehículo, resultado de la velocidad de éste, y al término de su viaje por la parte superior— se produce las lesiones correspondientes a esta fase. Asimismo, es factible que el peatón, al caer, se desplace y se produzca las lesiones por deslizamiento.



FIGURA III.15.



FIGURA III.16.

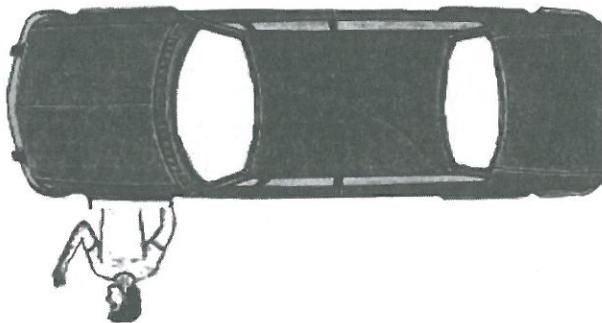


FIGURA III.17. Fase de aplastamiento. Cuando el peatón está en el suelo y los neumáticos del vehículo pasan encima de su cuerpo, causándole las lesiones características por aplastamiento, compresión o machacamiento; inclusive, en la piel suelen producirse equimosis que reproduce el dibujo de la banda de rodadura de las llantas del vehículo.



FIGURA III.18.

terizarse ya sea por trauma cutáneo escaso, leve, moderado o severo (figuras III.15 y III.16).

El trauma es profundo si abarca planos anatómicos relevantemente de columna vertebral y, en especial, contusión profunda de tórax y abdomen o fractura de parrillas costales. La extremidad cefálica suele presentar fracturas expuestas con hundimientos y aplastamientos (figura III.17).

#### Fase de desplazamiento o arrastre

Cuando el cuerpo de la víctima, además de las etapas anteriores, queda enganchado al vehículo y es arrastrado sobre la cinta asfáltica, le causan excoriaciones dermoepidérmicas en estrías, desgarros de ropa que incluyen restos de tierra del lugar, lesiones resultantes del pellizcamiento de los neumáticos (figura III.18). Otras en forma de deslizamientos con desprendimientos de piel, huellas de tallamiento contuso y escoriativo, etcétera, pudiéndose dar esta fase también, al momento de caer la víctima al piso y debido a la inercia ser desplazado sobre el pavimento, produciéndose las lesiones de arrastre o escoriativas (figura III.19).

#### Fase de mutilación

Esta fase no es común en los atropellos; pero cuando llega a darse causa cortes principalmente en las extremidades inferiores de la víctima con alguna estructura anterior o superior del vehículo, cuya característica de la lesión será cortocontundente.

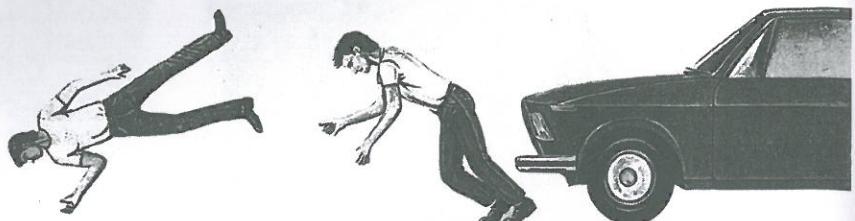


FIGURA III.19. Al igual que en la penúltima figura mostrada, también las lesiones por deslizamiento o arrastre se dan en la fase posterior a la caída, ya que el peatón al ser impulsado o proyectado, sufre un desplazamiento o deslizamiento sobre el piso causándole dichas lesiones.

#### OTRO TIPO DE LESIONES PROVOCADAS POR TRÁNSITO DE VEHÍCULOS NO COMUNES

##### *Arrancamiento*

No son lesiones frecuentes, pero en ocasiones ocurre que el conductor o algún pasajero viaje con el brazo y el antebrazo apoyados sobre la portezuela y por fuera del vehículo, y al pasar rozando otro automotor, un poste, un muro o cualquier otro objeto, se provoque una lesión en la parte saliente de los miembros citados, incluso el arrancamiento de éstos.

##### *Intoxicación por monóxido de carbono*

Cuando por algún motivo el monóxido de carbono penetra al interior del vehículo al estar éste cerrado o con mala ventilación, causa la intoxicación y aun la muerte de sus ocupantes. Se determina si es una mecánica accidental o intencional.

##### *Muerte por asfixia o por sumersión*

Pérdida de control y caída del vehículo con sus ocupantes en un río, lago, mar, etcétera; puede ser precedido de choque o colisión.



FIGURA III.20.



FIGURA III.21.

#### *Muerte por quemaduras*

Ocurre en personas atropelladas, resultado del contacto con el tubo del escape o mofle. Otra forma sería cuando el vehículo se incendia accidentalmente sin ir precedido de colisión o cuando el incendio es resultado de colisión o volcadura (figuras III.20 y III.21).

##### *Lesiones por llanta atropelladora*

Con relativa frecuencia, algún neumático se desprende del vehículo en circulación y debido a la inercia resultante del movimiento o velocidad que lleva el vehículo, la llanta adquiere velocidad y trayectorias impredecibles, la cual puede producir contacto con el peatón y lesiones que algunas veces son mortales (figuras III.22 y III.23).

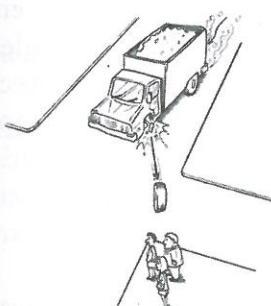


FIGURA III.22.



FIGURA III.23.

### *Lesiones por salientes de carrocería*

Sucede cuando a un vehículo se le abre la portezuela al circular, con lo cual causa daño o lesión; igual que una moldura semidesprendida o una saliente normal y casual que provoca un hecho al pasar por algún lugar con congestionamiento de tránsito de peatones.

### *Lesiones por piedras arrojadas al paso de vehículos*

Como consecuencia de que el neumático de un vehículo pase por encima de una piedra, ésta puede salir disparada hacia los costados si se oprime de lado lo cual ocasiona daños y lesiones, aun la muerte, a peatones y también daños al vehículo que circula por detrás y lesiones a sus ocupantes.

### *Lesiones por motocicleta*

Se producen por conducir a gran velocidad y a pesar del uso de casco protector. Consta de las siguientes etapas: 1) etapa o fase de colisión; 2) etapa o fase de caída; 3) etapa de aplastamiento, y 4) etapa de arrastre.

#### *Etapa o fase de colisión*

Traumatismo craneoencefálico manifestado por contusión en región frontal y zonas temporales, con hemorragia subaracnoidea y a veces con fractura de la base del cráneo, resultante de la proyección de la extremidad cefálica hacia abajo, y a los lados con impacto contra algún obstáculo. Contusiones en las extremidades inferiores, resultado del golpe contra el manubrio o el arnés, especialmente a nivel de muslos al extenderse en el impulso hacia delante y arriba, por la energía cinética que lleva el ímpetu.

Traumatismos torácico-abdominal e hiperextensión cervical. Al ser lanzado contra el obstáculo, la superficie anterior del tronco del

conductor va a sufrir fracturas del esternón y arcos costales, compresión de tórax y laceración de víscera cardiaca y grandes vasos, y, por transmisión del vector de fuerza, lesiones en diafragma, hígado, riñón y aúñ bazo.

Al mismo tiempo, el impulso de la extremidad cefálica hacia arriba causa luxación o fracturas de las primeras vértebras cervicales, incluso sección medular, resultado de la hiperextensión del cuello.

Lesiones debidas al uso del casco: 1) excoriación lineal o herida contusa horizontal en la frente; 2) excoriaciones lineales finas y paralelas en el rostro en el nivel ascendente del maxilar inferior; 3) asfixia por estrangulación al quedar la víctima suspendida del casco mediante las fajas de sostén, y 4) fractura del hueso hioideo.

#### *Etapa o fase de caída*

Al precipitarse sufrirá lesiones de peatón (excoriaciones o equimosis en cuello y mentón) en forma de dos bandas paralelas en las mejillas, resultado del casco protector. Traumatismo craneoencefálico por rebote contra el obstáculo.

#### *Etapa de aplastamiento*

Similar al peatón, si el vehículo contra el cual colisiona, lo atropella, mientras yace en el suelo.

#### *Etapa de arrastre*

Similar o igual al peatón.

### **ATROPELLO FERROVIARIO**

El atropello por ferrocarril puede causar dos lesiones características: 1) el efecto cuneiforme, y 2) el efecto o lesión en banda.



FIGURA III.24.

### *El efecto cuneiforme*

Los tejidos son seccionados por la acción antagónica de las ruedas y de la arista interna de la superficie de rodaje del riel. Consiste en una solución de continuidad de los tejidos, la cual es mejor reproducida en el hueso (figura III.24).

Tiene dos vertientes, una ancha que corresponde a la superficie que soportó la presión de la rueda, y otra angosta, correspondiente a la superficie de la víctima que se apoyó sobre el riel.

### *El efecto o lesión en banda*

Se observa cuando no hay ruptura de la piel. Tiene dos variedades, a saber: 1) banda de enjugamiento; es negruzca y viscosa, se debe a lubricantes propios de la rueda, y 2) banda de presión; es rojiza y brillante, se debe a la compresión de la piel contra la superficie de rodaje del riel.

Además, se pueden encontrar amputaciones, decapitación, astricción.

Las lesiones suelen tener bordes ennegrecidos.

## IV. APLICACIONES DE LA FÍSICA EN LA RECONSTRUCCIÓN DE LOS HECHOS DE TRÁNSITO TERRESTRE

### GENERALIDADES

EN EL análisis de la colisión de vehículos se recurre a las leyes de la Física, como acciones relativas al movimiento de los cuerpos, por lo que es imprescindible hacer mención de dichas acciones con la finalidad de comprobar la estrecha relación que tienen con la investigación de los hechos de tránsito.

La Física es la ciencia que estudia las propiedades de la materia, de la energía, y postula leyes que rigen los fenómenos que no modifican la estructura íntima de los cuerpos.

La Mecánica, a su vez, se divide en dos campos: la Estática y la Dinámica. La primera se ocupa del análisis de los cuerpos en reposo, mientras que la segunda trata del análisis de los cuerpos en movimiento. De esta manera, para el investigador en hechos de tránsito es importante conocer los principios básicos de la Dinámica que le permitan establecer técnicamente el comportamiento de los cuerpos en movimiento, dado que todo estudio que no incluya datos cuantitativos al respecto es puramente descriptivo y cualitativo.

### CONCEPTOS BÁSICOS

Algunos de los conceptos fundamentales de la Dinámica, de uso frecuente en el estudio de los cuerpos en movimiento, se muestran en el cuadro IV.1.

### CUADRO IV.1.

<i>Mecánica.</i> Parte de la Física que estudia el comportamiento de la materia bajo la acción de fuerzas.
<i>Estática.</i> Parte de la Mecánica que estudia el equilibrio de las fuerzas.
<i>Cinemática.</i> Parte de la Mecánica que estudia el movimiento de los cuerpos.
<i>Dinámica.</i> Parte de la Mecánica que estudia las leyes del movimiento en relación con las fuerzas que lo producen.
<i>Tiempo.</i> Duración de las cosas sujetas a mudanza o cambio.
<i>Fuerza.</i> Agente externo capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo.
<i>Cuerpo.</i> Materia que ocupa un lugar en el espacio.
<i>Inercia.</i> Propiedad general de los cuerpos de su incapacidad para modificar el estado de reposo o de movimiento en que se encuentran.
<i>Peso.</i> Fuerza que ejerce la Tierra sobre un cuerpo.
<i>Masa.</i> Cantidad de materia que forma un cuerpo.
<i>Velocidad.</i> Relación entre el espacio recorrido y el tiempo empleado, numéricamente igual al espacio recorrido en la unidad de tiempo.
<i>Aceleración.</i> Cambio instantáneo de la velocidad en el intervalo de tiempo.
<i>Unidad.</i> Magnitud de la misma especie que otra a la que sirve de medida cuando se le compara con otra.

En los hechos de tránsito terrestre intervienen cuerpos en movimiento (vehículos) dotados de energía y que dependen del conductor para su control. Conscientes de las limitaciones del que conduce y de la complejidad de algunas partes o conceptos aplicables, se han seleccionado las leyes y expresiones físicas idóneas para determinar las variables que intervienen en los hechos de tránsito, tales como segunda ley de Newton, impulso y cantidad de movimiento, trabajo, energía, coeficiente de fricción, tipos de movimiento (uniforme, rectilíneo y retardado), etcétera.

### *Cinemática y Dinámica*

El hecho de que la velocidad, aceleración, fuerzas, momentos, etcétera, son elementos de carácter vectorial, es decir, que además de su

magnitud (módulo) se definen también por su dirección, sentido y punto de aplicación; en función de lo cual, deben considerarse de esta manera cada vez que se plantea la interacción de los mismos.

### *Cinemática*

Trata del movimiento de los cuerpos desde el punto de vista de sus características externas, o sea, sin considerar las causas que lo producen o lo modifican. Establece la relación entre los conceptos de desplazamiento, velocidad y aceleración, que se refieren a la trayectoria, por cuya razón se la menciona a veces como una geometría del movimiento que incluye el concepto de tiempo.

### Movimiento rectilíneo uniforme

En este movimiento la velocidad y la dirección no varían en el transcurso del tiempo, esto es, que el movimiento se encuentra animado por una velocidad constante a la cual circula un móvil que recorre una distancia determinada en un lapso de tiempo, por tanto:

$$v = d/t$$

Donde:  $v$  = velocidad constante (unidades: km/h, m/s).

$d$  = distancia que recorre el móvil que circula a velocidad constante (unidades: km, m, cm).

$t$  = tiempo que emplea el móvil en recorrer determinada distancia a una velocidad constante (unidades: h, min, s).

### Movimiento rectilíneo variado

Este movimiento se caracteriza por sufrir modificaciones de velocidad en su magnitud, aunque su dirección permanece constante.

Cabe aclarar que los conceptos de velocidad media y los de constante son esencialmente distintos, sea esta última una dimensión que no se modifica con el tiempo, mientras que la velocidad media resulta del promedio ponderado de las distintas velocidades instantáneas a las que pudo circular el vehículo.

La variación de velocidad ocurrida en un lapso determinado se denomina aceleración, por lo que:

$$a = (vf - vi)/t$$

Donde:  $a$  = aceleración ( $m/s^2$ ).

$vf$  = velocidad final.

$vi$  = velocidad inicial.

$t$  = tiempo.

Si la aceleración es positiva, el movimiento se está acelerando; por lo contrario, si es negativa se está retardando (la aceleración se toma con su signo); está denominando a este último *movimiento uniformemente retardado, o bien, movimiento con aceleración negativa*; esto último ocurre cuando un vehículo está en proceso de frenado.

Se aclara que en este trabajo sólo se hace referencia a los movimientos citados dada la importancia que tienen en los hechos de tránsito, sin menospreciar los otros tipos de movimiento.

### Dinámica

Es el estudio de las causas del movimiento. Leyes de Newton: 1) Primera ley, principio de la inercia: "Todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme si no se ejerce ninguna fuerza sobre él"; 2) Segunda ley, principio fundamental de la dinámica: "La fuerza es directamente proporcional a la aceleración que produce sobre el cuerpo en que obra", y 3) Tercera ley, principio de acción y reacción: "Si sobre un cuerpo se ejerce una fuerza (acción), éste reacciona produciendo una fuerza igual y de sentido contrario, a la anterior (reacción)."

### Principio de la inercia

Es una de las leyes fundamentales de la mecánica; se puede enunciar como sigue: "todo cuerpo es incapaz de ponerse en movimiento por sí mismo o, estando en movimiento, de modificar la velocidad o dirección del mismo sin la intervención de una causa llamada fuerza".

Una fuerza es, pues, toda acción susceptible de producir un movimiento o de modificarlo, y puede ser motriz si es producida por un motor o de otro tipo, como una pendiente descendente o por el empuje del aire; las fuerzas resistentes normales se deben a la resistencia al rodamiento, a una pendiente ascendente o a la resistencia interna del vehículo, especialmente del motor.

### Principio fundamental de la dinámica

Esta ley establece: "si la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo no es cero, el cuerpo tendrá una aceleración proporcional a la magnitud de la resultante en la dirección de ésta". Experimentalmente se demuestra que el valor constante que se obtiene al relacionar las magnitudes de la fuerza y la aceleración es una característica del cuerpo llamada masa. Por tanto, la expresión matemática de esta ley es:

$$F = ma$$

Donde:  $F$  = fuerza.

$m$  = masa.

$a$  = aceleración.

Como esta ley cuantifica el efecto que una fuerza produce al obrar sobre un cuerpo, se dice que es cuantitativa.

### Principio de acción y reacción

Cualquier fuerza, sea motriz o de resistencia, puede tener acción sobre el movimiento del vehículo; por ejemplo, cuando se desarro-

lla una reacción al contacto de las llantas con el suelo, es decir, cuando el conjunto neumático y el firme de la zona de rodamiento ofrecen una adherencia suficiente. Sólo la resistencia del aire y la acción del viento son excepción a esta regla.

### SISTEMA DE UNIDADES

Es un conjunto de unidades con las que se pueden medir diferentes eventos físicos con las unidades propias del sistema; o sea, cada unidad del sistema sirve para medir una magnitud física de su misma clase; así, la unidad de masa sólo sirve para medir magnitudes de masa, la de fuerza, solamente sirve para medir magnitudes de fuerza, la de velocidad sólo sirve para medir velocidades, etcétera.

Para el propósito de la medición en la Física se reconocen cantidades fundamentales y derivadas, cada una de ellas con sus unidades propias. El físico reconoce cuatro cantidades fundamentales independientes: longitud, masa, tiempo y carga eléctrica. Cada una de ellas tiene su unidad de medida, por lo cual en el Sistema Internacional (MKSC), adoptado por los físicos en la onceava Conferencia General sobre Pesas y Medidas realizada en París, Francia, en 1960, se determinó que la longitud es medida en metros, la unidad de medida de la masa es el kilogramo, la unidad de tiempo es el segundo, y la unidad de carga eléctrica es el coulomb; con estas unidades es posible determinar las unidades de las cantidades derivadas; por ejemplo, en el Sistema Internacional:

1) Las unidades de *momentum* están en

$$\frac{kg_m m}{s}$$

2) Las unidades de fuerza están en

$$\frac{kg_m m}{s^2} = 1 \text{ Newton}$$

3) Las unidades de energía están en

$$\frac{kg_m m^2}{s^2} = 1 \text{ joule}$$

4) La unidad del potencial eléctrico está en

$$\frac{kg_m m^2}{s^2 \text{ coulomb}} = 1 \text{ volt}$$

De esta manera podemos comprobar dimensionalmente cada una de las operaciones realizadas en la Física y sus aplicaciones.

Una clasificación de los sistemas de unidades puede ser: 1) *Sistemas absolutos* (unidades fundamentales de longitud, masa y tiempo), y 2) *Sistemas gravitacionales o gravitatorios* (unidades fundamentales de longitud, fuerza y tiempo).

Es evidente que los sistemas absolutos igual tienen unidades de fuerza y que los gravitacionales también poseen de masa, sólo que en tales casos dichas unidades no son elegidas arbitrariamente, sino que se derivan de las fundamentales del sistema correspondiente.

Por otra parte, las dimensiones de una unidad son las expresiones que indican la manera como deben variar las unidades fundamentales para obtener la unidad derivada que se considere. Las dimensiones de ésta son tan importantes que si no se llevan a cabo en sus expresiones de acuerdo con la magnitud correspondiente, propiciarían caer en el error.

Por ejemplo, para obtener las unidades de fuerza ( $F = ma$ ) en el sistema absoluto, del producto de la masa por la aceleración, y así obtener las unidades derivadas de fuerza de los sistemas absolutos MKS se tiene:

$$(kg_m) \left( \frac{m}{s^2} \right) = 1 \frac{kg_m m}{s^2} = 1 \text{ Newton}$$

Si se considera que la unidad de masa es la masa a la cual la unidad de fuerza le produce la unidad de aceleración, entonces se llega a  $m = \frac{f}{a}$ , se obtienen las dimensiones de las unidades derivadas de masa de los sistemas gravitacionales como lo es el cociente de la

CUADRO IV.2.

Unidades de masa		
Sistema	De absoluto a gravitacional	De gravitacional a absoluto
MKS	$1 \text{ kg}_m = \frac{1}{9.81} \text{ geokilo}$	$1 \text{ geokilo} = 9.81 \text{ kg}_m$

Unidades de fuerza		
MKS	$1 \text{ Newton} = \frac{1}{9.81} \text{ kg}_f$	$1 \text{ kg}_f = 9.81 \text{ Newtons}$

fuerza por la aceleración y al definir las unidades de masa de los sistemas gravitacionales MKS se tiene:

$$\frac{(\text{kg}_f)}{\text{m/s}^2} = \frac{\text{kg}_f \text{s}^2}{\text{m}} = 1 \text{ geokilo}$$

Conocidas las unidades anteriores, se puede establecer la relación entre las unidades de masa y fuerza de los sistemas correspondientes como se muestra en el cuadro IV.2.

En cuanto a las unidades del momento y del trabajo de una fuerza respecto a un eje, el trabajo de una fuerza es el producto de la magnitud de la fuerza por la de una longitud; sus dimensiones son:

En el sistema absoluto:

$$1 \frac{\text{kg}_m \text{m}^2}{\text{s}^2} = 1 \text{ joule}$$

En el sistema gravitacional:

$$(1 \text{ m})(1 \text{ kg}_f) = 1 \text{ kg}_f \text{ m}$$

Como se expresó en este trabajo, sólo se hace referencia a las unidades antes mencionadas, dada su aplicación en la ingeniería de los hechos de tránsito terrestre, ya que son de suma importancia, pues ha sido un mal hábito o costumbre la no aplicación correcta de las unidades en los cálculos que se realizan por energía y cantidad de movimiento.

Se tiene el ejemplo cuando se proporciona el dato del peso de un vehículo al cual se le va a calcular su masa, donde con error se divide en forma directa el peso del vehículo entre la gravedad ( $m = w/g$ ) y simplemente se aplica la relación sin tener en cuenta que el peso está dado en kilogramos fuerza ( $\text{kg}_f$ ) que son unidades gravitacionales; en consecuencia, se debe trabajar con kilogramos masa ( $\text{kg}_m$ ). Para ello, por necesidad tales unidades deben ser convertidas del sistema de unidades gravitacionales al de absolutas, y lo único que se puede hacer es convertir los kilogramos fuerza ( $\text{kg}_f$ ) a kilogramos masa ( $\text{kg}_m$ ), y multiplicar por el factor de conversión  $9.81 \text{ m/s}^2$  para obtener Newtons.

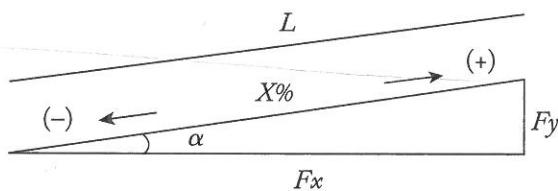
Es muy importante recordar que el kilogramo masa ( $\text{kg}_m$ ) es una unidad de masa, y el kilogramo fuerza ( $\text{kg}_f$ ) es una unidad de fuerza.

El kilogramo fuerza se define como el peso de una masa igual a un kilogramo; así, de la fórmula  $w = m/g$ , si la masa = 1 kg y la aceleración debida a la gravedad  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ , y de acuerdo con la definición, tenemos:

$$1 \text{ kg}_f = (1 \text{ kg}_m)(9.81 \text{ m/s}^2); \\ 1 \text{ kg}_f = 9.81 \text{ kg m/s}^2 = 9.81 \text{ Newtons}$$

Un cuerpo de masa  $m = 1$  kilogramo masa ( $\text{kg}_m$ ), a nivel del mar y a  $45^\circ$  de latitud pesa 1 kilogramo fuerza ( $\text{kg}_f$ ), ello no significa estrictamente que la masa sea igual al peso.

#### MÉTODO PARA CALCULAR EL GRADO DE INCLINACIÓN O PORCENTAJE EN PENDIENTES



Donde:  $X\%$  = porcentaje en pendiente.

$L$  = longitud directa.

$\alpha$  = ángulo de inclinación (pendiente).

$F_y$  = componente vertical.

$F_x$  = componente horizontal.

Los factores  $L$  y  $\alpha$  deben ser siempre conocidos.

Al descomponer  $F_y$  y  $F_x$  en sus proyecciones, en los planos vertical y horizontal para trabajarlos como vectores, se tendrá:

$$F_y = L (\operatorname{sen} \alpha)$$

$$F_x = L (\cos \alpha)$$

Una vez que se conocen las magnitudes de las componentes  $X$  y  $Y$ , se calcula el grado de pendiente de la vía, en porcentaje.

Si se realiza el procedimiento con cinta para medir las componentes  $X$ , entonces:

$$X\% = (f_y / f_x) 100\%$$

Si se toma la medida del ángulo  $\alpha$  con el transportador para pendientes, entonces:

$$X\% = \tan (\alpha) 100\%$$

CUADRO IV.3. *Equivalencias grados-pendiente.*

Grados de inclinación	Porcentaje en pendiente ( $X\%$ )	En 100 m $f_y =$	En 1 m $f_y =$
1°	1.7	1.7 m	1.7 cm
2°	3.5	3.5 m	3.5 cm
3° <sup>a</sup>	5.2	5.2 m	5.2 cm
4°	7.0	7.0 m	7.0 cm
5°	8.7	8.7 m	8.7 cm
6° <sup>b</sup>	10.5	10.5 m	10.5 cm
7°	12.2	12.2 m	12.2 cm

<sup>a</sup> Pendiente máxima para ferrocarril.

<sup>b</sup> Pendiente máxima para carretera.

## MÉTODO DE TRABAJO Y ENERGÍA

Este método relaciona directamente la fuerza, la masa, la velocidad y el desplazamiento y se basa en los conceptos de trabajo de una fuerza y de energía.

### Trabajo de una fuerza

“Se dice que una fuerza efectúa un trabajo  $T$  al actuar sobre un cuerpo, y bajo su acción el cuerpo se mueve o se deforma, desplazándose una distancia bajo la aplicación.”

La expresión matemática para el trabajo se define como:  $T = F$  donde siendo  $d$  el desplazamiento lineal (distancia) y  $F$  la fuerza o la componente de la fuerza que actúa en la dirección del desplazamiento. Debiéndose aclarar que en estas condiciones el trabajo puede ser positivo o negativo, según que  $F$  tenga o no la misma dirección.

### Energía

Definida como “la capacidad para realizar un trabajo, y que puede presentarse a su vez en dos formas: energía cinética, debida al movimiento del cuerpo y energía potencial (gravitacional o elástica) a causa de la posición del cuerpo”. En este estudio sólo consideramos la energía cinética, cuya expresión matemática es:

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2$$

Donde:  $E_c$  = energía cinética.

$m$  = masa del cuerpo.

$v$  = velocidad.

Con estos conceptos y aplicando la segunda ley de Newton puede obtenerse el principio de trabajo y energía, el cual establece que: “cuando un cuerpo se mueve desde una posición 1, hasta una po-

sición 2, bajo la acción de una fuerza  $F$ , el trabajo de dicha fuerza es igual al cambio de la energía cinética del cuerpo”; por medio de símbolos, este principio se expresa como:

$$T_{1 \rightarrow 2} = E_2 - E_1$$

Donde:  $T_{1 \rightarrow 2}$ , es el trabajo desarrollado por la fuerza  $F$  para llevar al cuerpo de la posición 1 a la posición 2.  $E_1$  es la energía cinética del cuerpo en la posición 1 y  $E_2$  es la energía correspondiente a la posición 2.

De la misma manera, si un cuerpo de masa  $m$  dotado de una velocidad  $v$ , para detenerlo, se debe aplicar una fuerza  $F$  de sentido contrario comunicando así una aceleración negativa, lo que convierte al movimiento retardado. La fuerza  $F$  aplicada producirá, hasta detener el cuerpo, un trabajo que mide la cantidad de energía cinética inicial, pero con signo contrario.

#### *Método de impulso y momentum*

El método de impulso y *momentum* es básico para la solución de problemas referentes al movimiento de los cuerpos. En este método —además de los conceptos de fuerza, masa y velocidad—, se involucra el concepto de tiempo, que es de gran utilidad en la solución de problemas referentes al movimiento debido al impulso y al impacto.

Al resolver la ecuación fundamental de la dinámica:

$$F = \frac{d}{dt} (P)$$

Donde:  $P$  = *momentum*.  
 $t$  = tiempo.

Realizando una primera integración tenemos:

$$\int_{t_0}^t F dt = \int_{P_0}^P dP$$

y considerando  $F = \text{constante}$ :

$$\begin{aligned} F \int_{t_0}^t dt &= P - P_0 \Rightarrow F \int_{t_0}^t dt = F(t - t_0) = I \\ &\Rightarrow I = P - P_0 \end{aligned}$$

La cual nos dice que: “el impulso es igual al cambio de *momentum* de un cuerpo”. El impulso, para el caso sencillo de una fuerza constante durante un intervalo de tiempo, puede definirse como el producto de la fuerza  $F$  por la amplitud del espacio de tiempo, una fuerza intensa que actúe por un tiempo muy corto puede causar un cambio de *momentum* comparable al de una fuerza débil, que actúe por un tiempo muy largo; es decir:

$$I = F t$$

Donde:  $I$  = impulso.  
 $F$  = fuerza.  
 $t$  = tiempo.

De nuevo, con estos principios y la aplicación de la segunda ley de Newton, se obtiene el método de impulso y *momentum*, el cual puede enunciarse de la siguiente manera: Cuando se ejerce una fuerza  $F$  sobre un cuerpo durante un intervalo de tiempo, el *momentum* final ( $mv_2$ ) del cuerpo puede obtenerse al sumar su *momentum* inicial ( $mv_1$ ) y el impulso de la fuerza  $F$  durante el intervalo de tiempo considerado. Simbólicamente se tendría que:

$$I = P_2 - P_1$$

Donde:  $P_1 = mv_1$ .  
 $P_2 = mv_2$ .

Por tanto:

$$I_{1 \rightarrow 2} = mv_2 - mv_1$$

Despejando tenemos:

$$mv_1 + I_{1 \rightarrow 2} = mv_2$$

Donde:  $I_{1 \rightarrow 2}$  = impulso de la fuerza  $F$  durante el tiempo que tarda el cuerpo en ir de la posición 1 a la posición 2.

$v_1$  y  $v_2$  = velocidades respectivas del cuerpo en las posiciones 1 y 2.

Es importante señalar que existen principios que garantizan que tanto la cantidad total de inercia como la de movimiento presentes en un sistema aislado, permanezcan siempre constantes. Esto es, que tanto la energía como el *momentum* de un sistema aislado no se pierden, aunque pueden manifestarse de formas diferentes.

#### CANTIDAD DE MOVIMIENTO

Si un cuerpo de masa  $m$  desarrolla una cierta velocidad  $v$ , su *momentum* o cantidad de movimiento se define como el producto de la masa por la velocidad, es decir:  $mv$ ; por otro lado, el método de impulso relaciona directamente la fuerza, la masa, la velocidad y el tiempo.

Cuando una fuerza  $F$  actúa sobre una masa  $m$ , le transmite una aceleración:  $a = F/m$ ; de donde:  $F = ma$ .

Mas si la fuerza actúa durante un tiempo  $t$ , se llama impulso al producto de la fuerza por el tiempo durante el cual actúa.

$$\text{Impulso} = Ft$$

Remplazando:  $Ft = mat$ .

Siendo:  $at = v$ .

Resulta:  $Ft = m(v_2 - v_1)$ .

El producto  $(mv)$  es la cantidad de movimiento; por tanto, el impulso es igual a la cantidad de movimiento.

La definición de cantidad de movimiento referida a un cuerpo puede extenderse a un sistema formado por dos o más cuerpos dotados de velocidades distintas; así, la cantidad de movimiento de un sistema formado por dos masas  $m_1$  y  $m_2$  que se mueven con las velocidades  $v_1$  y  $v_2$  valdrá:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2$$

Es necesario destacar que dado el carácter vectorial de la velocidad, los dos cuerpos del sistema anterior podrán tener direcciones y sentidos de movimiento distintos. Si estos sistemas no están sujetos a una fuerza exterior, o, como se dice físicamente, constituyen un sistema aislado, puede aplicarse a los mismos un importantísimo principio general llamado principio de la conservación de la cantidad de movimiento, cuyo enunciado es: "En un sistema aislado, la cantidad de movimiento total es constante."

$$\Sigma (mv) = \text{constante}$$

Aplicando el caso a la ecuación anterior, se tendría:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = \text{constante}$$

#### FUERZAS

Al sostenerse un cuerpo se hace un esfuerzo muscular. Esta observación conduce al concepto de fuerza. "Fuerza es toda causa capaz de modificar el estado de reposo o de movimiento de un cuerpo o de producir una deformación en el mismo."

Del análisis de una amplia lista de ejemplos de fuerzas aplicadas es posible deducir sus elementos: 1) si se mueve un mueble o si un lápiz es apoyado sobre una mesa, se realizan esfuerzos distintos; lo que diferencia estas dos fuerzas es su intensidad; 2) si se eleva un cuerpo y se desliza otro, apoyado sobre una superficie, las fuerzas aplicadas tendrán distintas direcciones, y 3) si se desplaza un mueble por uno de sus costados y luego otro por el costado opuesto, y se aplican en ambos casos fuerzas de igual intensidad, y se llevan

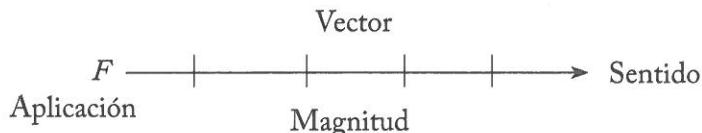


FIGURA IV.1.

los muebles a su ubicación inicial, las dos fuerzas aplicadas tienen sentido contrario.

En cada uno de los ejemplos anteriores la fuerza fue aplicada en un punto determinado llamado: punto de aplicación.

Para representar gráficamente una fuerza se emplean vectores, que son segmentos orientados. La longitud del segmento representa la intensidad de la fuerza, su dirección, sentido y punto de aplicación, que corresponden a la misma fuerza (figura IV.1).

### Clasificación

Las fuerzas y su interacción con los cuerpos se pueden establecer mediante la siguiente clasificación: 1) fuerzas por contacto: son todas las tratadas en el apartado anterior, y 2) fuerzas a distancia: son aquellas que actúan entre los cuerpos que no están en contacto; a esta clase pertenecen las fuerzas gravitatorias, las electrostáticas y las magnéticas.

Siempre que se traten fuerzas a distancia se tendrá presente el concepto de campo de fuerza, definido como el lugar o espacio donde un cuerpo cualquiera ejerce una fuerza a distancia sobre otros cuerpos, con lo que se puede afirmar que: 1) la Tierra crea en sus inmediaciones un campo gravitatorio; 2) una carga eléctrica crea a su alrededor un campo eléctrico de fuerzas, y 3) un imán origina un campo magnético de fuerzas.

### Medida

Para medir las fuerzas en el laboratorio se utilizan los dinamómetros. Estos aparatos se fundamentan en la propiedad de elasticidad que tienen sus componentes (resortes).

La elasticidad se presenta en los cuerpos o materiales que se deforman al ser sometidos a la acción de fuerzas y recuperan su forma original cuando cesa la fuerza deformadora (Ley de Hooke).

Los dinamómetros más comunes están basados en el alargamiento de un resorte en espiral por acción de las fuerzas, o bien, en el flexionado de láminas de acero, para medir su alargamiento, que será proporcional a la fuerza aplicada. Los dinamómetros están graduados de acuerdo con la acción de pesos conocidos, y con ellos se mide la fuerza o peso a que son sometidos los cuerpos.

Hay que tener presente que las fuerzas aplicadas no pueden ser superiores a la carga máxima que soporta cada tipo de dinamómetro. En caso contrario, se corre el peligro de sobrepasar el límite de elasticidad, con cuyo motivo el resorte no recupera la forma original y el instrumento queda inutilizado.

### Composición

Si al pesar un cuerpo se colocan en el platillo de la balanza pesas de 500 gramos, 250, 200 y 50 gramos, en ese platillo concurren varias fuerzas (sistema de fuerzas); pero si se coloca en el platillo una sola pesa de 1 000 gramos, entonces se aplicará una fuerza con el mismo resultado. La última pesa es equivalente en peso a todas las anteriores.

Si varias fuerzas se aplican a un mismo cuerpo, pueden ser remplazadas por una sola, que es la resultante de las anteriores. Para resolver un problema con fuerzas concurrentes de distintas direcciones, se dispone de dos métodos gráficos: 1) del paralelogramo, y 2) de la poligonal.

### Método del paralelogramo

Dadas las fuerzas  $F_1$  y  $F_2$  concurrentes (tienen un origen común), la resultante  $R$  del sistema es la fuerza determinada por la diagonal del paralelogramo que tienen como lados consecutivos a  $F'_1$  y  $F'_2$ , tiene el mismo origen y extremo en el vértice opuesto (figura IV.2).

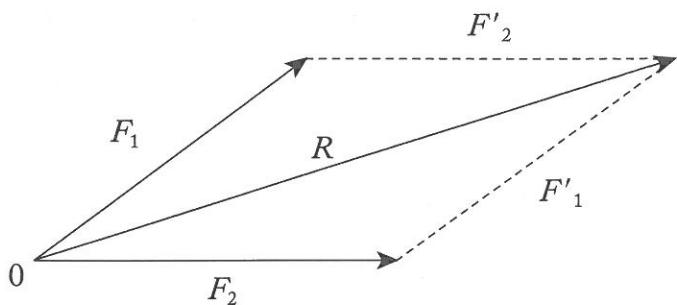


FIGURA IV.2.

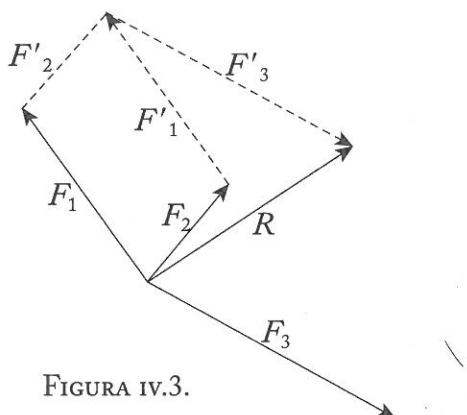


FIGURA IV.3.

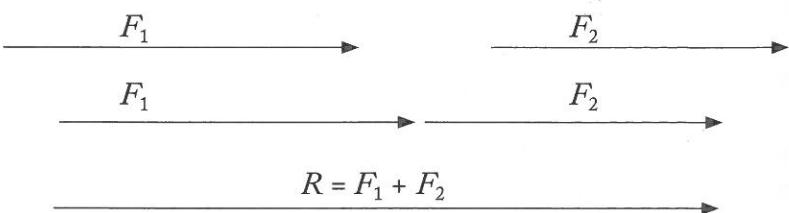


FIGURA IV.4.

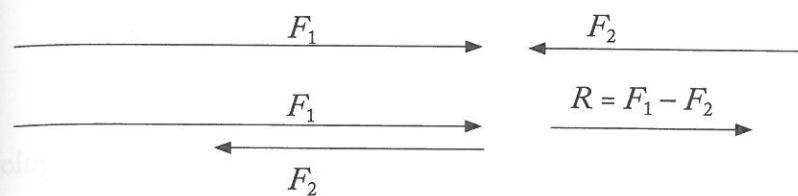


FIGURA IV.5.

### Método de la poligonal

Dadas las fuerzas concurrentes  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$ , la resultante del sistema se obtiene al transportar paralelamente cada fuerza, de manera que una tenga origen en el extremo de la anterior, lo cual forma una poligonal (figura IV.3).

La fuerza resultante  $R$  es la que tiene su raíz en el origen del sistema el extremo de la última.

### Fuerzas que actúan en la misma dirección

Fuerzas de igual sentido; en este caso la intensidad de la fuerza resultante es igual a la suma de las intensidades de las componentes y su sentido es el de las componentes (figura IV.4).

### Fuerzas de sentido contrario

La magnitud de la resultante será la diferencia de las magnitudes de las componentes y el sentido será el de la de mayor fuerza (figura IV.5).

### Fuerzas perpendiculares

En este caso el valor de la intensidad de la resultante se calcula por el teorema de Pitágoras (figura IV.6).

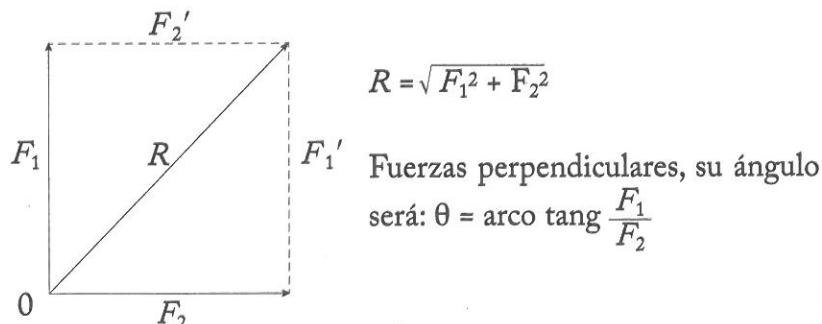


FIGURA IV.6.

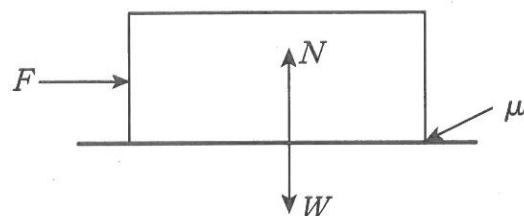


FIGURA IV.7.

### Fuerza de fricción

Si se considera un cuerpo de peso  $W$  en contacto con una superficie plana horizontal, éste está en equilibrio bajo la acción de su peso y de la resultante  $N$  de la reacción del plano. Si a este cuerpo, en el plano de apoyo, se le aplica una fuerza horizontal  $F$  que corta la vertical del centro de gravedad, el cuerpo permanece inmóvil en tanto  $F$  no exceda de cierto valor (figura IV.7).

La fricción puede definirse como “la fuerza que se opone al movimiento de deslizamiento entre superficies en contacto”. Esta fuerza de fricción es variable, denominándose fuerza de fricción estática hasta cuando el deslizamiento está a punto de producirse, y fuerza de fricción cinética cuando ocurre el movimiento.

Se ha definido que “la magnitud de la fuerza de fricción estática máxima es directamente proporcional a la rugosidad de las superfi-

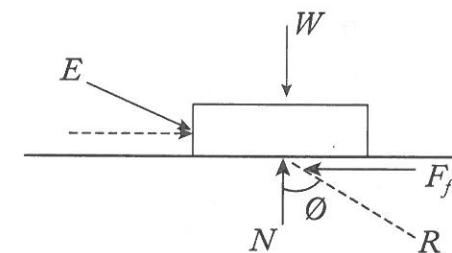


FIGURA IV.8.

cies en contacto y a la magnitud de la reacción normal”. Esta condición se expresa como:

$$F_f = \mu N$$

Donde:  $F_f$  = fuerza de fricción.

$\mu$  = constante de proporcionalidad conocida como coeficiente de fricción.

$N$  = reacción normal.

También puede obtenerse el coeficiente de fricción como el valor de la tangente del ángulo de fricción, ángulo que depende de las características de las fuerzas actuantes sobre el cuerpo (figura IV.8), donde:

$W$  = peso del cuerpo.

$E$  = resultante de fuerzas actuantes.

$N$  = reacción normal de la superficie sobre el cuerpo.

$F_f$  = fuerza de fricción.

$R$  = resultante de las fuerzas de reacción.

$\theta$  = ángulo de fricción.

Experimentalmente se ha obtenido que para el caso de que los materiales en contacto sean hule y concreto, el coeficiente de fricción estática  $\mu$  puede variar de 0.6 a 0.8 en condiciones normales (figura IV.9).



FIGURA IV.9.

Se considera que aún no es posible enunciar leyes de fricción de validez absoluta, dado que, por ejemplo, para el presente estudio, la fuerza de fricción es afectada por condiciones como la presión de inflado y características generales de las llantas del vehículo, el estado del camino, la velocidad del vehículo, el sistema de frenos, etcétera.

#### NATURALEZA Y ESTADO DE LOS REVESTIMIENTOS DE LA CARRETERA

Los revestimientos carreteros utilizados en general corresponden a un ambiente seco, con un coeficiente de adherencia suficiente, lo que no acontece con los húmedos debido a que existen entre ellos grandes diferencias, especialmente si además están grasiertos.

Estas diferencias provienen sobre todo de la forma, de las dimensiones de los granos que condicionan las presiones entre las asperezas y el neumático, de la resistencia al desgaste de los granos —a fin de que conserven su forma el mayor tiempo posible— y del material ligante, que no debe ser abundante puesto que se erosiona más rápido que los granos.

De acuerdo con ensayos difundidos por el suplemento mensual (núm. 896) que publica la empresa Westinghouse, el coeficiente de adherencia medio que prudentemente se puede considerar, según la naturaleza del suelo, es que esté seco, húmedo y limpio, o húmedo y grasierto; que los neumáticos estén en buen estado, inflados a la presión óptima y no sobrecargados; que la velocidad y la temperatura

CUADRO IV.4.

	Seco	Húmedo	
		Limpio	Grasierto
Cemento, adoquines de granito	0.7	0.6	0.4
Alquitrانado	0.6	0.5	0.3
Asfaltado	0.6	0.5	0.25
Adoquines de piedras azules	0.55	0.3	0.1 a 0.2
Nieve	0.2		0.1
Escarcha	0.1		0.01 a 0.1

CUADRO IV.5.

Clase de piso	Coeficiente			
	Deslizamiento longitudinal		Deslizamiento transversal	
	Seco	Mojado	Seco	Mojado
Asfalto duro	0.75	0.50	0.85	0.55
Asfalto suave	0.75	0.35	0.85	0.40
Concreto	0.80	0.50	0.90	0.60
Tierra	0.60	0.20	0.65	0.25
Revestimiento	0.60	0.60	0.65	0.65

sean pequeñas y, en conclusión, que el esfuerzo tangencial aplicado a la rueda en aceleración no provoque deslizamientos importantes. Los coeficientes de adherencia se muestran en el cuadro IV.4.

En el mismo sentido, Miguel López Muñiz, en *Accidentes de tráfico*, nos ofrece los resultados de pruebas —respecto a los coeficientes de adherencia— hechas en Madrid, España (cuadro IV.5).

Por otra parte, en pruebas realizadas por peritos de la Procuraduría General de la República en un curso de “Hechos de Tránsito Terrestre, Fase II”, en julio de 2002, cuyo instructor Warren Clark explicó la forma para determinar el coeficiente de fricción realizando prácticas de campo donde se pudo comprobar que los valores que arrojaron los diferentes tipos de vehículos con sus neumáticos en buen estado (camioneta tipo *pick-up*, vehículo mediano tipo *Stratus*, y más ligero como un *Volkswagen* tipo *Caribe*), ejecutados en varias pruebas tuvieron un promedio de 0.7, 0.75 y 0.8, respectivamente, en piso de asfalto en buen estado y seco, razón por la cual, son paráme-



FIGURA IV.10.

CUADRO IV.6.

Coeficiente de fricción	Características
$\mu = 0.8$	Se aplica cuando exista huella de frenado, con neumáticos y piso en buen estado.
$\mu = 0.7$	Aplicar sin huella de frenado, en vehículos con menos de cinco años de uso.
$\mu = 0.6$	Aplicar sin huella de frenado, en vehículos con más de cinco años de uso.
$\mu = 0.5$	Aplicar para vehículos pesados (tractocamión, camiones, autobuses, etcétera).

tos a considerar para el estudio de casos en similares condiciones, dada la diversidad de valores que se muestran en los cuadros citados y que son referencias de estudios que se hicieron en otros países. De las pruebas referidas, se deduce que la eficiencia de los frenos de cada vehículo afecta al coeficiente de fricción (figura iv.10).

De la misma manera, debido al uso constante de los frenos, éstos tienen un desgaste que disminuye su eficiencia, y por ello se tienen en cuenta todas las características del vehículo que participa en una colisión, principalmente su año modelo, por lo que se norma un criterio para establecer una cifra aproximada del coeficiente de fricción, como lo señala el ingeniero Sergio Armenta y García en sus apuntes de la especialidad en esta materia (cuadro iv.6).

Respecto a este último punto, en donde los vehículos pesados tienen un coeficiente de fricción menor, aun cuando sus características de peso, masa, dimensiones, centro de gravedad, etcétera, son independientes de la velocidad, los vehículos pierden eficiencia en su sistema de frenos, ya que dependen mucho de la capacidad para generar calor en su proceso de frenado: 1) pavimento mojado, disminuir 0.1 al efecto de frenado; 2) pendiente descendente, disminuir 0.1 por cada 10% de pendiente al efecto de frenado, y 3) pendiente ascendente, aumentar 0.1 por cada 10% de pendiente al efecto de frenado.

Es conveniente aclarar que en la literatura y en la práctica se considera el coeficiente de fricción ( $\mu$ ) como una constante y le dan un valor de 0.82 o 0.8, situación que se considera errada ya que el coeficiente de fricción, como ya se mencionó, dependerá de varios factores; en consecuencia, este valor puede variar en cada caso.

#### NATURALEZA Y ESTADO DE LOS NEUMÁTICOS

Al accionar los frenos en forma efectiva y dejarlos aplicados, origina un contacto de las llantas con el piso, lo que ocasiona una frenada, por lo que se debe superar la fricción sobre el pavimento para detener el vehículo. El calor producido se restringe a una pequeña área de la rueda, la que se desliza sobre el piso. En este caso se pierde más tiempo al frenar y se pierde el control del vehículo, además de que es mayor el desgaste de la llanta.

Los dibujos o relieves de la banda de rodamiento tienen una cierta importancia en tiempo seco y una gran importancia en tiempo de lluvia, especialmente si no favorecen la salida de la capa de agua que tiende a interponerse entre el suelo y el neumático y a producir el fenómeno de patinado o *aquaplaning*, ya que en este caso las fuerzas que determinan la adherencia empiezan a ser muy débiles. El resultado de ello es que el grado de desgaste tiene una gran influencia en el coeficiente de adherencia, como se muestra en la figura iv.11.

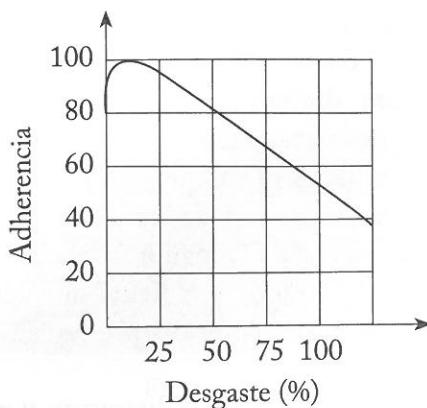


FIGURA IV.11.

Normalmente, al comienzo del uso de un neumático, el coeficiente de adherencia aumenta con ligereza, pero empieza a disminuir cuando el desgaste alcanza alrededor de 12.5 porciento.

Un estudio minucioso efectuado por la firma Dunlop en neumáticos que presentan relieves de nueve milímetros en estado nuevo y de seis a tres milímetros en estado de usado, ha permitido constatar que a una velocidad de 96 kilómetros por hora en una calzada cubierta de tres milímetros de agua, la llanta nueva conserva 82% de la adherencia, mientras que la de los neumáticos usados desciende a 50 y 25%, según el grado de desgaste.

#### *Temperatura del neumático*

El coeficiente de adherencia disminuye cuando el calor aumenta; esta reducción en función en la temperatura se debe a la disminución simultánea de las fuerzas.

De algunas de las consideraciones expuestas se desprende que el coeficiente de adherencia está condicionado por numerosos factores, cuyos efectos generalmente se suman.

De cualquier modo, se tiene en cuenta la influencia de todos estos factores, la adherencia utilizable constituye un límite superior para las fuerzas tangenciales que se pueden desarrollar entre el

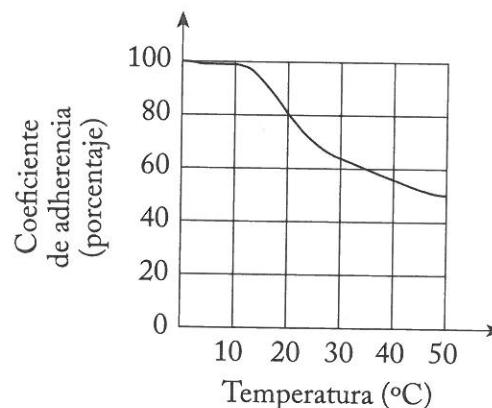


FIGURA IV.12.

neumático y el piso y, por consiguiente, un límite superior para el conjunto de las fuerzas retardatrices que contribuyen a frenar un vehículo por acción directa entre la llanta y el suelo (figura IV.12).

#### *Presión, superficie de contacto, rozamiento y calor*

Como se mencionó antes, el rozamiento es la resistencia al movimiento relativo entre dos cuerpos cualquiera en contacto y varía no sólo con diferentes materiales, sino también con la condición de los mismos.

Cuando se aplica una fuerza para detener un cuerpo en movimiento, y conociendo o no el campo automotriz, surge la pregunta: ¿cómo frenar? La presión, superficie de contacto y el calor son importantes en el aumento del roce, y un cuarto factor es el resultado del rozamiento.

#### *Presión*

Un primer factor es la presión de frenado. Cuando ésta se aplica en dos superficies en contacto, una superficie asegura a la otra fuertemente para resistir cualquier movimiento entre ellas (figura IV.13).

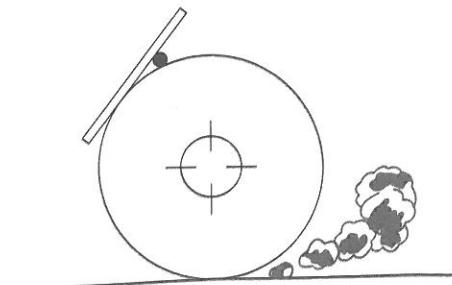


FIGURA IV.13.

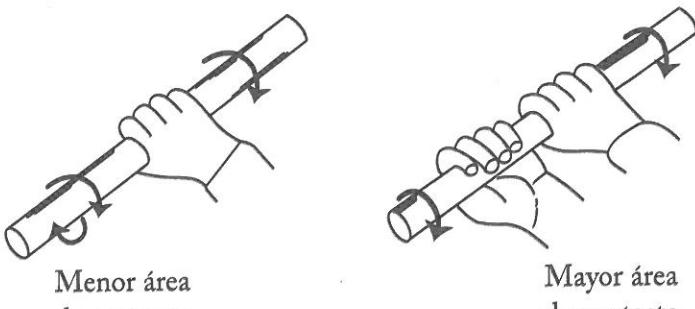


FIGURA IV.14.

### *Superficie de contacto*

Un segundo factor es el aumento de la superficie de contacto. Por ejemplo, en 100 centímetros cuadrados de extensión de contacto es dos veces más efectivo que en 50 centímetros cuadrados de tal superficie (figura iv.14).

Es decir, si un neumático es angosto, la superficie de contacto estará limitada a su anchura; en cambio, si éste es más amplio, habrá más firmeza y tendrá mayor área de contacto; en consecuencia, habrá amplia oposición al movimiento, ya que tendrá mayor fuerza de fricción.

### *Rozamiento y coeficiente de fricción*

Este factor se refiere al material usado en la superficie de contacto. Algunos materiales requieren más fuerza para moverse que otros,

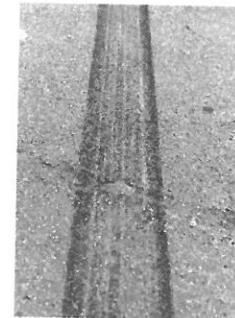


FIGURA IV.15.

lo que significa que diferentes materiales tienen distintas características en su área de contacto, lo cual se conoce como coeficiente de fricción y se define como: "La fuerza requerida para mover un objeto sobre la superficie, entre la fuerza normal que ejerce la superficie donde se desliza el objeto, dará como resultante el coeficiente de fricción" (figura iv.15).

$$\Rightarrow \mu = \frac{F_f}{N}$$

De la misma manera, el coeficiente de fricción es la constante de proporcionalidad obtenida estadísticamente que representa una cantidad macroscópica, y que depende de las propiedades microscópicas, como la cohesión y adhesión de los materiales que interactúan.

Cuando un vehículo se desplaza a alta velocidad y frena de improviso, su coeficiente de roce es alto, por lo que se presenta un desgaste prematuro en las llantas; por otro lado, con un coeficiente de rozamiento bajo, se necesita una presión mayor para detener un vehículo (figura iv.16).

### *Calor*

Otro factor que resulta del rozamiento es el calor. Los frenos utilizados en un vehículo transforman la energía cinética en calorífica

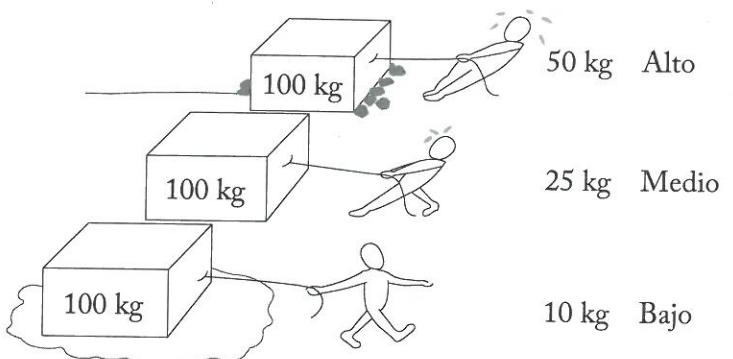


FIGURA IV.16.

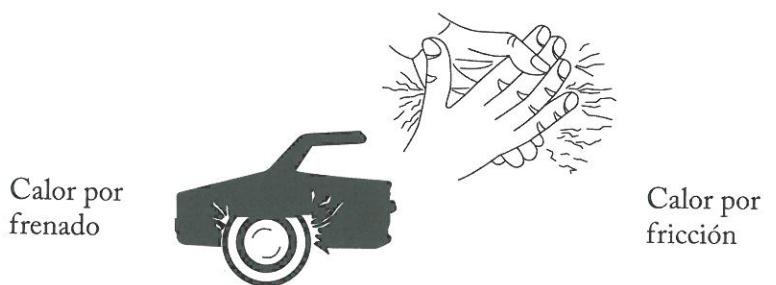


FIGURA IV.17.

(calor). Por tanto, los frenos deben ser diseñados para absorber y disipar el calor que se genera durante el frenado (figura IV.17).

#### LOS FRENO Y SU EVOLUCIÓN

Los frenos que se instalan en los vehículos deben ser capaces de controlar la fricción. La energía motriz (cinemática) se convierte en calor. Durante intervalos de frenado, el calor que se produce debe ser absorbido por el ambiente lo más rápido posible.

El sistema de frenos es una de las partes más importantes y vitales de los vehículos. Conservado y ajustado correctamente, éste

proporciona garantía y seguridad al frenar en diversas condiciones de tránsito y en situaciones de emergencia; sus componentes están sujetos a intensos esfuerzos y altas temperaturas, debido a que el sistema de frenos está sujeto a un accionar continuo.

Los primeros frenos utilizados tenían dos cintas flexibles de acero alrededor de un tambor, también de acero. Cada punta de las cintas estaban unidas por pernos y sujetas a una palanca de manejo, la que al ser accionada apretaban las cintas contra el tambor. Este tipo de frenos era ineficiente y tenía un desgaste muy rápido, por lo cual se sustituyó ese material por uno de mayor fricción, como bloques de madera y otros semejantes a las cintas de apriete. La eficiencia de éstos aumentó y, como resultado, este tipo de frenos fue usado en las ruedas traseras. Este sistema tenía el inconveniente de estar en el exterior y los tambores estaban expuestos a todo tipo de impurezas, como la arena, lodo, etcétera; así, con el aumento de la velocidad y el peso de los vehículos, los frenos eran sometidos a grandes esfuerzos causando un gran desgaste de los materiales de fricción y de los tambores.

#### *Frenos de contacto interno*

Los primeros modelos de frenos de tipo de expansión interna mejoraron el desarrollo en la acción del frenado. Los vehículos aumentaron su potencia y, en consecuencia, alcanzaron mayores velocidades, y el uso de los frenos en dos ruedas, se tornó inadecuado.

En 1923 se introdujeron los primeros frenos en las cuatro ruedas, que fueron rápidamente incorporados por las industrias automotrices; tal mecanismo es conocido como "sistema de frenos en las cuatro llantas".

Todos estos tipos eran mecánicos, accionados por sistemas de palancas y varillas, por lo que se requería un gran esfuerzo físico para frenar los vehículos. Además, tenían la desventaja de que era muy difícil cualquier frenado simultáneo en las cuatro ruedas. Ello dio origen a utilizar dos tipos distintos de sistema de frenos: el hidráulico y el de aire comprimido, por lo que actualmente pocos vehículos utilizan los frenos mecánicos.

### *Frenos antibloqueo*

La tecnología ha evolucionado y avanza al grado de que existen vehículos con sistema de frenos antibloqueo, es decir, que el contacto entre el neumático y el piso ya no se limita a una pequeña área sobre él, pues al no bloquearse en su totalidad la llanta presenta diferentes partes o áreas de ésta en contacto con el piso ya que, según los técnicos, cada segundo el neumático presenta de 10 a 20 caras diferentes de su envolvente. Actualmente, los principales sistemas de frenado son: 1) *Anti-lock Braking System* o *Antiblokiersystem* (ABS); 2) *Brake Assistance System* (BAS); 3) *Dynamic Brake Control* (DBC); 4) *Electronic Brake-force Distribution* (EBD); 5) *Electronic Brake-force Variable* (EBV); 6) *Hill Descend Control* (HDL), y 7) *Nissan Brake Assistance* (NBA).

#### *Anti-lock Braking System o Antiblokiersystem (ABS)*

Sistema antibloqueo de frenos. Evita el bloqueo de las ruedas en frenadas de urgencia, que mantiene el control del vehículo.

#### *Brake Assistance System (BAS)*

Sistema de asistencia a la frenada. Desarrollado por la marca Mercedes. Refuerza y acelera la presión sobre el pedal del freno al detectar un pisotón violento. Aumenta la eficacia del sistema ABS, y reduce la distancia de frenado.

#### *Dynamic Brake Control (DBC)*

Sistema electrónico utilizado por BMW, similar al sistema BAS de Mercedes. Refuerza la presión de frenado y acorta las distancias de dicha acción.

### *Electronic Brake-force Distribution (EBD)*

Distribución electrónica de la fuerza de frenado. Es un sistema de seguridad activa que distribuye la fuerza de frenado entre cada eje en función de la carga del vehículo o el estado de la calzada. Generalmente actúa, en combinación con el ABS.

### *Electronic Brake-force Variable (EBV)*

Sistema de reparto de frenada variable. Su funcionamiento es equivalente al EBD.

### *Hill Descend Control (HDL)*

Control de descenso de pendientes. Actúa conjuntamente con el ABS para evitar pérdidas de tracción en descensos pronunciados.

### *Nissan Brake Assistance (NBA)*

Sistema de asistencia en frenada de Nissan. Cumple la misma función que el sistema BAS y reduce el esfuerzo a realizar sobre el pedal del freno durante frenadas de urgencia; mejora la eficacia del ABS.

En algunos de los sistemas mencionados existen mínimas modificaciones en relación con el sistema ABS, pero el objetivo de éstos es el mismo ya que no bloquean totalmente el neumático. La lista mencionada son nombres establecidos por los fabricantes de diferentes líneas, pero con el mismo propósito tecnológico de frenos antibloqueo.

Cuando las ruedas dejan de girar durante una parada, la fricción-tracción entre la superficie del camino y los neumáticos disminuye en casi 40%. En el área, una rueda bloqueada produce calor que generalmente ablanda el hule del neumático y pierde su agarre de tracción sobre la superficie del camino. Un vehículo con sistema

de frenos ABS aplica y libera los frenos por pulsaciones entre 10 y 20 veces por segundo. Esto es más rápido de lo que los conductores son capaces de realizar.

#### *Ventajas de los frenos antibloqueo*

1) Con este sistema de frenos, el vehículo se detendrá a una menor distancia de la que normalmente empleaba para hacerlo, y el conductor tiene mayor control de la dirección del vehículo durante el frenado.

2) Los sistemas de frenos antibloqueo se proyectaron para limitar la cantidad de resbalamiento de los neumáticos, que sirve para aplicar y liberar por pulsaciones el freno de las ruedas hasta 20 veces por segundo.

3) El control de la dirección de los vehículos es posible durante una parada con frenos ABS si los neumáticos mantienen la tracción con la superficie.

4) Las tres etapas de operación del sistema ABS son acumulación, retención y reducción de presión.

5) El corazón de un sistema de frenado antibloqueo es el controlador electrónico (computadora). Los sensores de velocidad de la rueda producen una frecuencia eléctrica proporcional a la velocidad de la misma. Si una llanta está disminuyendo su velocidad con demasiada rapidez, el controlador gobierna la presión para el frenado de la rueda por medio de una unidad electrohidráulica.

6) Los sistemas de frenado antibloqueo —tanto integrales como no integrales— controlan sólo las ruedas traseras; las delanteras se regulan de modo individual y las traseras como una unidad, o gobernan los cuatro frenos de la rueda de manera independiente.

7) El sistema de frenado antibloqueo que controla los frenos de las ruedas se puede también usar para regular la tracción de la aceleración.

## V. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN DE LOS VEHÍCULOS Y SU APlicACIÓN EN LOS ATROPELLAMIENTOS

### VELOCIDAD DEDUCIDA POR CARACTERÍSTICAS E INTENSIDAD DE DAÑOS

SE HA mencionado que al indicar las características de los daños, es necesario señalar la intensidad cualitativa (ligero, mediano o intenso) para darnos una idea de la velocidad aproximada con que se desplazan los vehículos. Respecto a esto, uno de los aspectos técnicos importantes en hechos de tránsito es el cálculo de las velocidades de acuerdo con la deformación de sus materiales, según las peculiaridades de hundimiento y corrimiento, lo que nos remonta a lo enunciado en la Ley de Hooke o en la Ley de la Resistencia de los Materiales, que establece: "La deformación que experimenta un cuerpo bajo la acción de una fuerza es directamente proporcional a la magnitud de dicha fuerza."

Para obtener el rango de velocidad con que circulaba cada uno de los vehículos participantes en una colisión, se consideran todos los aspectos que representan los elementos objetivos, como las características de hundimientos y corrimientos basándose en su intensidad; en este rubro es importante la capacitación y adiestramiento (experiencia y práctica) obtenida en la especialidad, pues podrán ser utilizados al máximo. Por otra parte, mediante el análisis de la resistencia de materiales y sus deformaciones se podría llegar a un cálculo casi exacto de la velocidad, pero debido a la gran diversidad de materiales utilizados en las autopartes, a la diferencia

de calidad, espesores y resistencia, generaría un sinfín de problemas al realizar un análisis pieza por pieza y material por material, lo que haría que el cálculo de velocidad por deformación fuera sumamente tardado y complejo. Al lado de lo anterior, la falta de equipo o laboratorios con los que debe contar el perito para sus estudios o pruebas complicaría más aún la investigación, por lo que es honesto reconocer que resulta cuestionable calcular la velocidad sólo por los daños que presentan los vehículos, sin contar con algún otro elemento técnico.

Ahora bien, en el Centro de Experimentación y Seguridad Vial (CESVI México) existen laboratorios de pruebas y ensayos donde se realizan indicios de choque de vehículos, midiendo antes de los impactos varios puntos de referencia de la carrocería y verificándolos después del impacto por medio de algunos sistemas de medición sobre un banco de estiraje, así como otros equipos con los que cuenta CESVI México, y verifica las medidas antes y después del impacto a velocidad controlada. El procedimiento anterior es una herramienta muy importante para calcular velocidades por el método de daños o deformación de los materiales que constituyen la carrocería; cuenta para ello con un registro de homologación de los daños de los vehículos a diferentes velocidades, además de contar con información al respecto de otros centros de investigación ubicados en otros países pertenecientes a la misma corporación. Sería de mucha utilidad tener en cuenta este tipo de información mediante la capacitación por parte de esta organización para un mejor desempeño de las funciones como perito en la materia.

Por otra parte, habemos estudiosos (peritos) en la materia que nos preocupamos en desarrollar investigaciones donde fundamentar técnica y científicamente la velocidad de los daños debido a la deformación de sus materiales, y hacer uso de los diferentes modelos de distintos autores e investigadores, como es el caso del método de Campbell, el de McHenry, el de Prasd y de Word, entre otros, será el tema de otro documento de investigación, dado que se tienen que analizar minuciosamente dichos modelos o métodos para ser aplicados en nuestras pesquisas.

### DEDUCCIÓN DE LA FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DE LA VELOCIDAD

Para deducir la ecuación conocida como “fórmula universal o internacional de la velocidad” (erróneamente llamada “internacional” ya que las fórmulas conocidas en la física son internacionales) y determinar la rapidez de desplazamiento de un vehículo, es necesario auxiliarse de los principios del método de “trabajo y energía”. Para ello, conviene tener algunos conocimientos previos del concepto de coeficiente de fricción.

La primera Ley de Newton establece que la velocidad de un cuerpo no se modifica a menos que sobre dicho cuerpo se ejerza una fuerza externa.

Supongamos entonces que sobre una superficie plana u horizontal se desliza un cuerpo hasta que adquiere una velocidad ( $v$ ). Una vez libre, el cuerpo continuará moviéndose pero se detendrá totalmente; esto indica que sobre el cuerpo se ha ejercido una fuerza opuesta al sentido de la velocidad, que lo ha frenado. Esta fuerza se conoce con el nombre de fuerza de fricción y se genera siempre que un cuerpo se mueve sobre otro.

La fuerza de fricción se ejerce en la región de contacto entre el cuerpo móvil y la superficie sobre la cual se desliza, debido a que las superficies no son perfectamente lisas, pues existen protuberancias microscópicas que chocan entre sí y entorpecen el movimiento.

La fuerza de fricción depende de la fuerza normal con la que el móvil es presionado contra la superficie. Se ha demostrado que la magnitud de la fuerza de fricción es proporcional a la magnitud de la fuerza normal; es un factor de proporcionalidad llamado *coeficiente de fricción*, y su valor depende del material con que están hechas las superficies de deslizamiento. El sentido de la fuerza de fricción es siempre opuesta al del movimiento del cuerpo.

Sin embargo, en “el universo no se crea ni se destruye la energía, sólo se transforma, o bien, se transfiere de un cuerpo a otro”. Este es el Principio de la Conservación de la Energía.

Como se mencionó, existen diferentes tipos de energía, como mecánica, eléctrica, calorífica, potencial, cinética ( $E_c$ ), etcétera; esta

última se refiere al movimiento de los cuerpos en función de la masa y la velocidad, y se relaciona de la siguiente manera:

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2$$

No obstante, el trabajo ( $T$ ) está en función de la fuerza y la distancia; es decir, es el producto de la componente de la fuerza ( $F$ ) que actúa sobre el móvil, en la dirección de su movimiento, y la distancia ( $d$ ) de su desplazamiento.

La fórmula que representa la energía de ese movimiento es:

$$T = Fd$$

Ahora bien, ya se mencionó que la energía es la capacidad para realizar un trabajo; por consiguiente:

$$E_c = T$$

Si se sustituyen los valores de energía cinética y energía de trabajo se tiene:

$$\frac{1}{2} mv^2 = Fd$$

La fuerza a considerar en la reconstrucción de los hechos de tránsito es realizada por las fuerzas de rozamiento ( $Fr$ ), la más importante de las cuales se refiere al roce de los neumáticos contra el pavimento durante el frenado, la cual ya se comentó, por lo que:

$$Fr = \mu N$$

Donde:  $Fr$  = fuerza de rozamiento.

$\mu$  = coeficiente de fricción.

$N$  = fuerza normal. [La fuerza de la reacción normal ( $N$ ) del piso, es igual a la fuerza del peso ( $w$ ) del vehículo en valor absoluto y a su vez el peso ( $w$ ) es igual a la masa ( $m$ ) por la gravedad ( $g$ ).]

$$N = w = mg$$

Sustituyendo la fuerza de rozamiento ( $Fr$ ) en la fórmula de la energía de trabajo, donde:  $F = \mu N$ :

$$\frac{1}{2} mv^2 = \mu Nd$$

Si se sustituye el valor de la normal ( $N$ ) o del peso ( $w$ ), entonces  $N = mg$ , por lo que:

$$\frac{1}{2} mv^2 = \mu mgd$$

Eliminando las masas en ambos términos:

$$\frac{1}{2} v^2 = \mu gd$$

Si se traslada como producto la constante 2 al segundo término, ya que se encuentra como denominador en el primer término:

$$v^2 = 2 \mu gd$$

Despejando, se obtiene la ecuación conocida como "fórmula universal de la velocidad", que se utiliza para el cálculo de velocidad cuando un vehículo se desplaza en un plano a nivel:

$$v = \sqrt{2 \mu gd}$$

Donde:  $v$  = velocidad.

$\mu$  = coeficiente de fricción.

$g$  = aceleración de la gravedad =  $9.81 \text{ m/s}^2$ .

$d$  = longitud de huella de frenado.

Es conveniente aclarar que no es necesario restar la distancia entre ejes y tomar como válida la longitud de huella de frenada, ya que esta diferencia se compensa debido a que las llantas del vehículo imprimen la huella después de que se produce una energía calorífica entre el neumático y la zona de rodamiento debido a la fricción.

Conviene observar que la fórmula anterior, además de ser aplicable a una longitud de huella de frenado, también lo es para la de desplazamiento con su correspondiente coeficiente de fricción, que dependerá incluso del estado tanto de los neumáticos como de la conservación del piso y las condiciones climatológicas.

Esta fórmula se aplica igualmente cuando el vehículo móvil, después de colisionar y sin que se encuentre en proceso de frenado, continúa desplazándose hasta quedar estático debido a la fuerza de oposición al contacto con el piso, por medio de los neumáticos, aun cuando éstos no se encuentren bloqueados, en virtud de que existe un "coeficiente de fricción por rodamiento" entre hule y asfalto, cuyo valor varía de 0.02 a 0.03.

#### DEDUCCIÓN DE LA FÓRMULA PARA EL CÁLCULO DE LA VELOCIDAD EN PENDIENTES

Si se considera que un vehículo desciende por una pendiente de  $\theta$  grados y que, al bloquearse las ruedas por la acción del frenado, dejan impresas huellas de longitud  $d$ , se requiere determinar la velocidad a la que circulaba el vehículo antes de ser frenado (figura v.1).

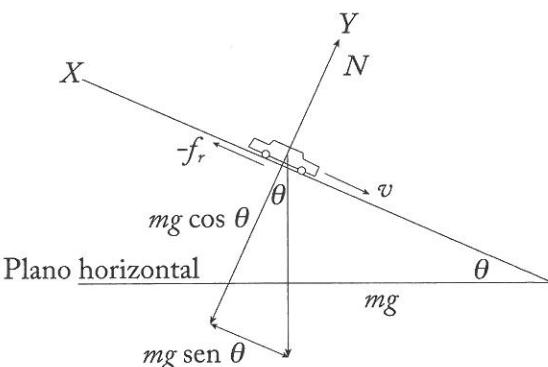


FIGURA v.1.

Dado que el vehículo está siempre en contacto con el pavimento, es decir, de que no hay desplazamiento en la dirección vertical, por lo que la fuerza neta  $F_n$  o resultante en esta dirección es igual

a cero, si bien el vehículo sufre un desplazamiento a lo largo del camino, la fuerza resultante en esta dirección debe ser diferente de cero, por lo que, según la figura v.1:

$$F_n = mg \operatorname{sen} \theta - fr \quad (1)$$

Se tiene que:

$$fr = \mu N \quad (2)$$

Sustituyendo (2) en (1)

$$F_n = mg \operatorname{sen} \theta - \mu N \quad (3)$$

En la figura se observa que:

$$N = mg \cos \theta \quad (4)$$

Que sustituye (4) en (3)

$$F_n = mg \operatorname{sen} \theta - \mu mg \cos \theta$$

Si el trabajo desarrollado sobre el móvil se emplea para variar su energía cinética, se tiene que:

$$F_n d = \theta E_c$$

$$(mg \operatorname{sen} \theta - \mu mg \cos \theta) d = \frac{1}{2} mv_f^2 - \frac{1}{2} mv_0^2$$

Debido a que la velocidad final del móvil es igual a cero ( $v = 0$ ), de la ecuación anterior y factorizando  $mg$ :

$$mg (\operatorname{sen} \theta - \mu \cos \theta) d = - \frac{1}{2} mv_0^2$$

Que reduce términos, y despejando a  $v_0$

$$v_0 = \sqrt{2 gd (\mu \cos \theta - \operatorname{sen} \theta)}$$

La cual es la forma final de la expresión matemática que permite calcular la velocidad de circulación de un vehículo, cuando deja impresa en el pavimento una huella de frenado en pendiente descendente.

Donde:  $v_0$  = velocidad de circulación.

$g$  = aceleración debida a la gravedad.

$d$  = longitud de huella de frenado (no hay que olvidar restar la distancia entre ejes del vehículo para tener una longitud de huella de frenado real).

$\theta$  = ángulo del plano inclinado respecto a la horizontal.

Para el caso de que un vehículo que circula por una pendiente ascendente y sea frenado, el proceso para calcular la velocidad de circulación se ilustra en la figura v.2:

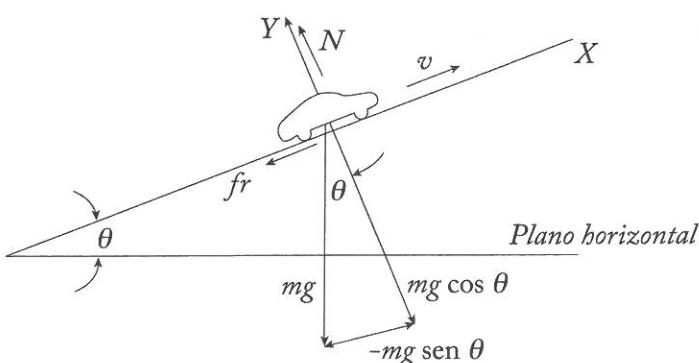


FIGURA V.2

La fuerza neta horizontal, que sigue un procedimiento similar al anterior, será:

$$F_n = -mg \sin \theta - \mu N$$

$$F_n = -mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$$

Factorizando:

$$F_n = -mg (\sin \theta + \mu \cos \theta)$$

$$-mg (\sin \theta + \mu \cos \theta) d = -\frac{1}{2} m v_0^2$$

Multiplicando esta ecuación por  $-1$ , y despejando  $v_0$ , se tiene:

$$v_0 = \sqrt{2 g d (\sin \theta + \mu \cos \theta)}$$

que es la fórmula para calcular la velocidad de un vehículo que circule en pendiente ascendente al dejar impresa una huella de frenado.

ECUACIONES PARA EL CÁLCULO  
DE VELOCIDAD POR ENERGÍA  
DE MOVIMIENTO

Para dos vehículos que se colisionan en forma colineal, se tiene que: La energía cinética del vehículo 1 es igual a:

$$E_c = \frac{1}{2} m_1 v_1^2$$

La energía cinética del vehículo 2; es igual a:

$$E_c = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

Igualando las ecuaciones:

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 v_2^2$$

$$v_1^2 = \frac{1}{2} \frac{m_2 v_2^2}{m_1};$$

pero:

$$v_2 = \sqrt{2 g d};$$

sustituyendo en la ecuación

$$v_1^2 = \frac{\frac{1}{2}m_2(2g\mu d)}{\frac{1}{2}m_1};$$

eliminando términos iguales:

$$v_1^2 = \frac{m_2(2g\mu d)}{m_1}$$

Por tanto, la fórmula de la velocidad al momento del impacto será despejando  $v_1$

$$v_1 = \sqrt{\frac{m_2 2\mu g d}{m_1}}$$

Donde:  $m_1$  = masa del vehículo 1.

$m_2$  = masa del vehículo 2.

$\mu$  = coeficiente de fricción.

$g$  = aceleración de la gravedad = 9.81 m/s<sup>2</sup>.

$d$  = longitud de huella de frenado.

Ahora bien, la energía es la capacidad de realizar un trabajo ( $E_c = T$ ) y el trabajo está en función de la fuerza por la distancia ( $T = Fd$ ), y la fuerza mencionada es la ejercida por las fuerzas de rozamiento ( $Fr$ ), por lo que:

$$Fr = \mu N;$$

Donde:  $Fr$  = fuerza de rozamiento.

$\mu$  = coeficiente de fricción.

$N$  = fuerza normal.

$$N = w = mg$$

De esta manera, se sustituye el valor de la fuerza normal ( $N$ ) y del peso ( $w$ ), donde, como ya se analizó:  $N = mg$ ;

$$E_c = \mu N d$$

$$\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \mu m_2 g d$$

donde:

$$\frac{1}{2}mv^2 = \text{energía cinética (}E_c\text{)} \text{ y } \mu gmd = \text{trabajo (}T\text{)}.$$

En consecuencia:

$$E_c = T$$

Ahora se despeja  $v_1$  y se sustituye el valor de  $T$  en el radical:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2m_2\mu g d}{m_1}}$$

o bien

$$v_1 = \sqrt{\frac{2T}{m_1}}$$

Y teniendo en cuenta que el trabajo realizado es igual a la energía producida, se tiene:

$$v_1 = \sqrt{\frac{2E_c}{m_1}}$$

Que es la misma fórmula desarrollada con anterioridad, como producto de intercambio de trabajo y energía.

#### APLICACIÓN DE LAS ECUACIONES DE LA ENERGÍA DE MOVIMIENTO

Mediante un caso real se planteará la aplicación de la fórmula deducida. Se trata de una colisión donde intervinieron dos vehículos

en circulación y uno estático, ocurrido casi a las 3:00 horas del 5 de noviembre de 1996, en el kilómetro 44+300 de la Carretera (15) México-Nogales, tramo Tepic-Puente Río Santiago, en el estado de Nayarit, donde participaron los vehículos con las siguientes características.

1) Tractocamión marca Kenworth, quinta rueda, modelo 1982, con placas de circulación 516-AH4, con semirremolque tipo refrigerador (Termoking), el cual se encontraba cargado con pesado en el momento del hecho, con peso bruto vehicular de 35 000 kilogramos; resultó con daños de ligera intensidad en el costado posterior izquierdo del semirremolque, con características de ligero hundimiento de materiales de izquierda a derecha y corrimiento de adelante hacia atrás.

2) Ómnibus, marca Dina Scania, modelo 1992, con placas de circulación 363-HB7, destinado a transporte público de pasajeros, con peso bruto vehicular de 16 000 kilogramos; resultó con daños intensos en la totalidad de su parte frontal con hundimiento de materiales de adelante hacia atrás y corrimiento de derecha a izquierda; asimismo, presentó otros daños en su vértice posterior derecho, con características de mediano hundimiento de materiales de atrás hacia adelante, en forma diagonal y hacia el centro del vehículo.

3) Tractocamión, marca Kenworth, quinta rueda, modelo 1980, con placas de circulación 360-BC2, con semirremolque tipo redillas, cargado con tubos de albañil, con peso bruto de 41 000 kilogramos; resultó con daños intensos en la totalidad de su parte frontal, con hundimiento de adelante hacia atrás y corrimiento de derecha a izquierda, y presentó además otros daños producidos por volcadura en la totalidad de su parte superior y costado derecho, así como indicios ocasionados por incendio en el tractor.

La colisión en estudio ocurrió en el lugar mencionado, que consta de un arroyo de circulación para vehículos de 7 metros de ancho, de dos carriles en ambos sentidos, separados por una línea central blanca continua, sin acotamientos, limitada en ambos lados por tierra y vegetación al mismo nivel que la zona de rodamiento, con tránsito de vehículos de sur a norte y viceversa; se produjeron daños al camino consistente en un área de casi 12 metros cuadrados de reblande-

cimiento de carpeta asfáltica debido al derrame de combustible; al norte de este lugar existe una curva abierta cuyo centro de curvatura está dirigido al suroeste, que fue donde se suscitó el hecho.

En cuanto a la posición final de los vehículos, se dice que el tractocamión placas 516-AH4 quedó al centro del tramo curvo de la carretera, sobre el carril poniente y con su frente dirigido al sureste; al norte de éste fue encontrado el ómnibus placas 363-HB7, el cual se ubicó sobre el carril y la orilla oriente de la carretera con su frente hacia el noreste, transversal al eje del camino y, finalmente, el tractocamión placas 360-BC2 se detuvo fuera de la carretera al noreste, volcado sobre su costado derecho, con su frente dirigido al poniente y con daños por fuego.

#### *Dinámica de la colisión*

El tripulante del ómnibus, al circular con su vehículo sobre la citada carretera, en dirección al sureste y al encontrarse a la altura del kilómetro 44+300, detuvo su marcha a causa de la presencia del tractocamión placas 516-AH4 que se encontraba estático debido a una falla mecánica en el tramo curvo de la carretera sobre el carril poniente y con su frente dirigido al sureste, por lo que el conductor del ómnibus reinició su marcha (según su propia declaración), y pretendió rebasar al tractocamión estático, invadió el carril contrario que hizo contacto con la parte frontal de su vehículo en contra de la parte frontal del tractocamión placas 360-BC2, que circulaba por la misma vía, pero en sentido opuesto.

Después, debido a la mayor masa y volumen del tractocamión placas 360-BC2 respecto al ómnibus, "arrastró" a éste 30 metros hacia el noroeste en su trayectoria poscolisional, produciéndose un contacto entre el vértice posterior derecho del ómnibus y el costado posterior izquierdo del semirremolque del tractocamión que se encontraba inmóvil. El ómnibus fue girado casi 90 grados en sentido antihorario, para detenerse sobre el carril y la orilla oriente de la carretera, con su frente al noreste; por su parte, el tractocamión placas 360-BC2, al continuar con su desplazamiento hacia el noreste, se salió del camino hacia la derecha, volcándose sobre su costado dere-

cho y deteniéndose después de recorrer una distancia de 80 metros fuera de la carretera, con su frente al poniente e incendiándose.

### *Velocidades de circulación*

En lo que se refiere a las velocidades de desplazamiento de los vehículos involucrados en esta colisión múltiple, con base en las investigaciones, se tiene en primer lugar que, el tractocamión placas 516-AH4, se encontraba sin movimiento debido a una falla mecánica; por su parte, el ómnibus reiniciaba su marcha en maniobras de adelantamiento después de encontrarse estático sobre el carril poniente, lo cual se refleja en la situación, intensidad y características de los daños que presenta en su parte frontal, mismos no obstante que dicho vehículo se impacta de frente con el tractocamión placas 360-BC2 que era de mayor masa y volumen, el ómnibus no presenta daños tales que hubiesen deformado secciones de los asientos de los pasajeros, lo cual indica que al momento del contacto, el ómnibus se desplazaba a una velocidad del orden de los 20 kilómetros por hora (5.55 metros por segundo).

Por su parte, el tractocamión placas 360-BC2, además de su energía disipada por calor propició la deformación de los materiales durante la colisión y disipó toda la energía del ómnibus al detenerlo en su marcha; después, lo desplaza hacia atrás a una distancia no menor de 30 metros, para a su vez desplazarse 80 metros hasta su posición final; todo lo cual se debió a su energía inicial, por tanto su velocidad de contacto, en función de esta energía fue como se indica a continuación.

Se sabe que 1 kilogramo fuerza ( $kg_f$ ) = 9.81 Newton (Nt), y para obtener kilogramos-masa ( $kg_m$ ) se debe convertir del sistema de unidades gravitacionales al de unidades absolutas, ya que el dato que se proporciona del peso de los vehículos está dado en kilogramos fuerza ( $kg_f$ ) correspondiente a un sistema gravitacional, por lo que es necesario multiplicar por el factor de conversión 9.81 para obtener Newton y así convertir a un sistema absoluto; también es necesario saber que:

$$1 \text{ Newton} = kg_m \frac{m}{s^2};$$

esto es:

$$\text{Masa del tractocamión} \Rightarrow m = \frac{w}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = \frac{(41000 \times 9.81) Nt}{9.81 \text{ m/s}^2} = 41000 \text{ kg}_m$$

$$\text{Masa del ómnibus} \Rightarrow m = \frac{w}{g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = \frac{(16000 \times 9.81) Nt}{9.81 \text{ m/s}^2} = 16000 \text{ kg}_m$$

Donde:  $m$  = masa =  $kg_m$

$w$  = peso =  $kg_f$

$g$  = aceleración de la gravedad =  $\frac{m}{s^2}$

$1 \text{ kg}_f = 9.81 \text{ Newton}$ .

$$Nt = \text{Newton} = kg_m \frac{m}{s^2}$$

La sumatoria de energías del tractocamión placas 360-BC2, durante el proceso de colisión múltiple, considerando el coeficiente de fricción de este tipo de superficie, así como el coeficiente de resistencia a la rodadura, los desplazamientos del ómnibus, el tractocamión y la disipación de energía por deformación de materiales es:

$$E_{ct} = E_{c1} + E_{c2} + E_{c3} + E_{c4}$$

Donde:  $E_{ct}$  = energía cinética total.

$E_{c1}$  = energía de deformación del tractocamión.

$E_{c2}$  = energía de deformación del ómnibus.

$E_{c3}$  = energía disipada por el desplazamiento del ómnibus.

$E_{c4}$  = energía disipada por el desplazamiento del tractocamión hasta su posición final.

Cálculo de la energía ( $E_{c1}$ ) que requirió el tractocamión placas 360-BC2 para disipar la energía del ómnibus (*energía de deformación*).

Con base en la intensidad y características de los daños que presentó el tractocamión, se deduce que éstos fueron producidos a una velocidad de 30 kilómetros por hora, es decir, a razón de 8.33 metros por segundo, que fue la energía del tractocamión para disipar la energía del ómnibus.

Sustituyendo valores en

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2,$$

puesto que se conoce la masa y la velocidad del tractocamión

$$E_c = \frac{1}{2} (41\,000) kg (8.33 \frac{m}{s})^2 \Rightarrow E_c = 1\,422\,472.45 Joules$$

$$[NOTA DEL AUTOR: Joule = kg \frac{m^2}{s^2} = Ntm]$$

La deformación de los materiales del tractocamión de acuerdo con su velocidad, era del orden de los 30 kilómetros por hora; en seguida se calcula la energía disipada del mismo tractocamión por la deformación de sus daños, con la velocidad del ómnibus ( $E_{c2}$ ).

$$v = 20 \frac{km}{hr} = 5.55 \frac{m}{s} \Rightarrow E_c = \frac{1}{2} mv^2,$$

sustituyendo valores:

$$E_c = \frac{1}{2} (16\,000)(5.55)^2 \Rightarrow E_c = 246\,420 Joules$$

Posteriormente el ómnibus fue desplazado por el tractocamión en trayectoria poscolisional a una distancia de 30 metros, para lo cual requirió consumir la siguiente energía cinética ( $E_{c3}$ ).

En este caso,

$$\mu = 0.5,$$

sustituyendo en

$$v = \sqrt{2 gud}$$

$$v = \sqrt{2(0.5)(9.81)(30)} = 17.15 \frac{m}{s}$$

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2,$$

sustituyendo valores:

$$\frac{1}{2}(16\,000)(17.15)^2 = 2\,353\,689.89 Joules$$

Ahora se calcula la velocidad disipada en el desplazamiento de 80 metros del tractocamión, después de colisionar y “arrastrar” al ómnibus a una distancia de 30 metros. Mediante la fórmula anterior y con un coeficiente de fricción de 0.3, ya que el rozamiento se produce sobre la terracería y arbustos o vegetación ( $E_{c4}$ ).

$$v = \sqrt{2 gud}$$

sustituyendo valores

$$v = \sqrt{2(0.3)(9.81)(80)} = 21.69 \frac{m}{s}$$

Del resultado anterior se calcula la energía que necesita el tráiler para detenerse.

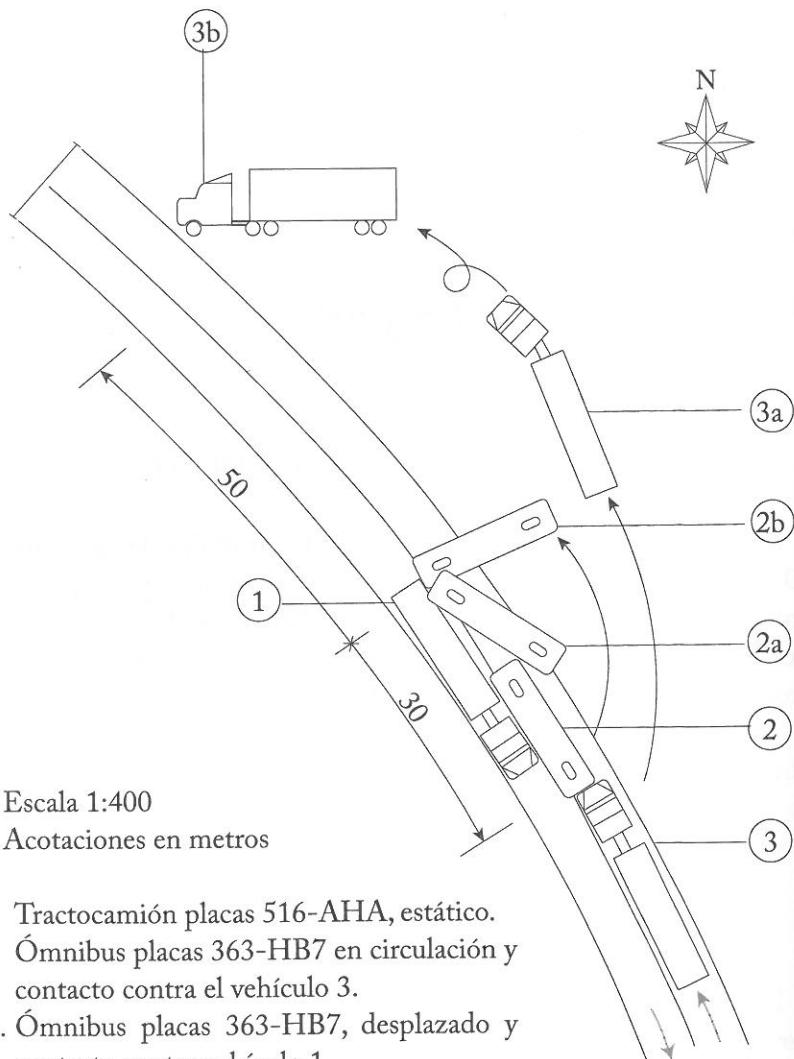
Sustituyendo valores en

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2,$$

entonces

$$E_c = \frac{1}{2}(41\,000)(21.69)^2 \Rightarrow$$

$$E_c = 9\,644\,350.05 Joules$$



1. Tractocamión placas 516-AHA, estático.
2. Ómnibus placas 363-HB7 en circulación y contacto contra el vehículo 3.
- 2a. Ómnibus placas 363-HB7, desplazado y contacto contra vehículo 1.
- 2b. Ómnibus placas 363-HB7, posición final.
3. Tractocamión placas 360-BCR, en circulación y contacto contra vehículo 2.
- 3a. Tractocamión placas 360-BCR, trayectoria poscolisional.
- 3b. Tractocamión placas 360-BCR, volcadura y posición final.

FIGURA v.3. Croquis donde se muestra la forma en que se desarrollaron los hechos.

Por tanto, la sumatoria de las energías para el tractocamión será:

$$E_{ct} = E_{c1} + E_{c2} + E_{c3} + E_{c4}$$

Sustituyendo valores, se tiene:

$$E_{ct} = 1422472.45 + 246420 + 2353689.89 + 9644350.05 = 13666932.39 \text{ Joules};$$

que en velocidad equivale a:

$$v = \sqrt{\frac{m_2 2 \mu g d}{m_1}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 T}{m_1}}$$

Como el trabajo es producto de la transformación de la energía se tiene:  $T = E_c$

$$v = \sqrt{\frac{2 E_c}{m_1}}$$

Sustituyendo valores

$$v = \sqrt{\frac{2 (13666932.39) \text{ Joules}}{41000 \text{ kg}}}$$

$$v = 25.82 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 92.95 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

Por consiguiente la velocidad del tractocamión placas 360-BC2, fue del orden de los 92.95 kilómetros por hora.

1) Se determina así que la causa que dio origen al hecho fue que el conductor del ómnibus placas 363-HB7, al realizar maniobras de adelantamiento, invadió el carril de circulación contraria cuando en sentido opuesto circulaba otro vehículo, en una vía de dos carriles con circulación en ambos sentidos.

2) Se hace la observación de que el conductor del tractocamión placas 360-BC2 conducía su vehículo sin reducir su velocidad, debiéndola haber limitado a las condiciones de seguridad requeridas por el camino y el vehículo (figura v.3).

CUADRO V.1.

	Edad	Metros por segundo
Menor que camina	5 años	0.8
Menor que camina	5 a 10 años	1.0
Menor que corre	5 años	1.9
Menor que corre	5 a 10 años	2.8
Mujer (adulta) que camina		1.4
Mujer (adulta) que corre		3.0
Adulto que camina		1.5
Adulto que corre		3.5

**VELOCIDAD PROMEDIO DE MARCHA  
DE LAS PERSONAS (PEATONES)**

En algunos casos, el estudio a realizar en las colisiones por atropellamiento (vehículo-peatón), se efectúan por medio de cálculos matemáticos para establecer si el conductor contó con tiempo suficiente para evitar el atropello. Para ello, es necesario contar con los elementos mínimos indispensables como son: la velocidad del vehículo, la zona de contacto con el vehículo, la distancia recorrida por el peatón hasta la zona de contacto sobre la carpeta asfáltica, la velocidad de marcha del peatón; es decir, la forma como realiza éste su recorrido, esto es, si lo hace caminando, corriendo, o a paso apresurado, entre otras.

La revista *Derecho Judicial*, Madrid, España (1995), proporciona las investigaciones realizadas por Goñi Miguel López-Muñiz, donde mediante una tabla de distribución de marcha de peatones, muestra una estadística de las diferentes velocidades de las personas, cuya rapidez de desplazamiento depende de la edad, como se muestra en el cuadro v.1.

Generalmente estas velocidades se aplican en la actualidad; pero no se toman en cuenta muchos otros factores que de alguna manera intervienen en la rapidez o la forma de cruzamiento por parte de las personas, y que es necesario precisar; en cuanto a que no se consideran las condiciones físicas de la persona, es decir, si un adulto es hombre o mujer, si éste es obeso o de complexión delgada; según las

reglas de la lógica la velocidad del primero va ser más lenta que la del segundo; asimismo en el caso de una persona adulta que sea de estatura baja, frente a otra de estatura alta, la velocidad va a variar ya que las zancadas del primero serán más pequeñas que las del segundo; y lo mismo ocurre con una dama que presente zapatillas frente a otra con tenis, la primera caminará o correrá más lento que la segunda, por las características propias del calzado.

Además, se debe tomar en cuenta el estado psicofísico de los peatones, esto es, cuando una persona se encuentra en estado de ebriedad (depende incluso de la cantidad de alcohol ingerido), su marcha será más lenta que la de una persona sobria. Ahora bien, ¿hasta qué edad debe considerarse a un individuo como menor? Esto se debe a que tanto para un menor como para un adulto de la tercera edad, se han encontrado criterios en los cuales no se considera esta situación, y el perito aplica los valores anotados en la tabla ya mencionada, con certeza; debe tenerse en cuenta que la velocidad de marcha de un menor de 12 años es mayor que la de un adulto de la tercera edad.

Respecto a este mismo tema, estudios realizados por el Instituto Nacional de Ortopedia publicados en la *Revista Nacional de Ortopedia*, septiembre-octubre de 1998, los investigadores doctor Arturo Pichardo, ingeniero Javier Pérez Orive y doctor Daniel D. Chávez, en su trabajo *Estudio de parámetros cinemáticos de la marcha normal en hombres adultos, con estandarización para la población mexicana*, establecen que los resultados obtenidos sobre longitudes y duraciones de parámetros de la marcha son aproximados o similares a otros que se han obtenido, o a los que se utilizan en la actualidad. No obstante, en la práctica se encontró una diferencia con este estudio, pues las longitudes de ciclos y pasos de la población explorada fueron ligeramente menores y la duración de ciclo ligeramente mayores a las reportadas en otros trabajos, lo cual, en general, resultó en una velocidad de avance un poco menor, es decir, 1.14 m/s, comparado con un rango de 1.39 a 1.53 m/s caminando.

La velocidad promedio de marcha de los peatones es un elemento fundamental en los hechos de tránsito por atropellamiento, razón por la cual es necesario hacer más de estudios sobre la rapidez del movimiento de las personas, con el fin de actualizar los rangos de desplazamiento.

## TIEMPO DE PERCEPCIÓN Y REACCIÓN DEL CONDUCTOR

En el capítulo “Análisis de tiempo de percepción y reacción”, del libro *Accidentología vial*, Víctor Irureta realiza un estudio que identifica cinco etapas protagonizadas por el cerebro humano y demuestra el tiempo empleado de percepción y reacción de las personas al conducir vehículos. Una cuestión esencial en el análisis en hechos de tránsito es la determinación del tiempo que consumió cada etapa del propio hecho y su comparación con los tiempos estándares o normales, lo cual permite comprobar si existieron demoras debidas a los protagonistas.

Al lapso que le toma a un conductor percibir y responder a una situación determinada se le denomina *tiempo de percepción y reacción*. Éste está formado por dos tiempos consecutivos: el que incluye el tiempo de percepción y el que abarca el de reacción.

Los componentes del tiempo de percepción y reacción se consideran desde la aparición del estímulo hasta la respuesta del conductor, donde transcurre una serie de etapas en el procesamiento de la información por parte de él, lo cual es útil considerar.

### *Primera etapa: detección*

Así se considera cuando el objeto o situación de riesgo entra en el campo de percepción (generalmente campo visual) del sujeto y finaliza cuando este último toma conciencia de que algo se ha presentado. Esta primera etapa concluye cuando el conductor mueve sus ojos a modo de enfocar en la zona central de sus retinas aquello que ha detectado, su duración media es del orden de 0.3 segundos, que determina el fin del tiempo de percepción y el inicio del tiempo de la reacción.

### *Segunda etapa: identificación*

Consiste en el inicio del tiempo de reacción, lapso en el que el sujeto obtiene suficiente información sobre el riesgo detectado como

para poder hacer una evaluación del mismo. Esta etapa comienza con la focalización visual del objeto y finaliza cuando el cerebro ha hecho acopio de la información suficiente como para valorar el riesgo; la duración de esta etapa es del orden de 0.2 segundos.

### *Tercera etapa: evaluación*

A partir de la información obtenida y procesada durante el lapso de identificación, el cerebro del conductor evalúa el riesgo reconociéndolo como peligroso o desechándolo. Este proceso culmina cuando se ha llegado a alguna de las conclusiones precedentes e incluye las mismas influencias de la etapa anterior; ésta tiene un tiempo aproximado de 0.3 segundos.

### *Cuarta etapa: decisión*

Comienza cuando ha concluido la evaluación y finaliza al iniciarse la respuesta que consiste en llegar al proceso de frenado; su tiempo aproximado es de 0.3 segundos.

### *Quinta etapa: respuesta*

Se inicia cuando el centro motor del cerebro envía la orden de ejecución al grupo de músculos apropiado y concluye cuando estos músculos empiezan a ejecutar dicha orden, es decir, cuando el pie del conductor presiona el pedal del freno; el tiempo que consume esta etapa es de aproximadamente 0.2 segundos.

Debe aclararse que la suma directa de los tiempos de cada etapa no necesariamente brinda un tiempo de percepción y reacción adecuado para todos los casos, ya que puede haber superposiciones o puenteo de etapas así como reducciones o incrementos en su duración, además de que también varían de acuerdo con la edad, estados emocionales y psicofísicos, etcétera.

Todo el proceso anterior, que tiene una duración de 1.30 segundos, coincide casi con el tiempo establecido de percepción y reacción empleado por los peritos de la Procuraduría General de la República en la realización de los cálculos matemáticos para establecer si un conductor tuvo tiempo suficiente para evitar una colisión, principalmente en los atropellamientos, donde se establece de manera general que la percepción cuenta con un espacio de 0.5 segundos y el tiempo de reacción con una duración de 0.75 segundos, que da un total de 1.25 segundos. Ahora bien, sería un buen momento para proponer que el tiempo de percepción y reacción se utilice a 1.30 segundos de acuerdo con el estudio mencionado.

El tiempo de respuesta mecánica se inicia al finalizar el de percepción y de reacción humanas, es decir, cuando los músculos comienzan a ejecutar las órdenes enviadas por su sistema nervioso y finaliza cuando el rodado empieza a responder a las acciones ejecutadas por el conductor; la respuesta mecánica concluirá cuando el vehículo finalmente se detenga.

Para esquinas, escuelas, mercados, etcétera, donde exista paso peatonal se considerará sólo el tiempo de reacción, toda vez que los conductores de vehículos deben estar más atentos en dichos lugares; en puntos intermedios de calles se utilizará el tiempo de reacción más el de percepción; de igual forma, en atropellos ocurridos cuando existe lluvia o con luz artificial, debido a la reducción de visibilidad, se utilizan los tiempos de percepción y reacción.

Por otra parte, lo adecuado para la elaboración de los cálculos físicos y matemáticos en un "hecho" por atropellamiento es la realización del estudio por tiempos, ya que desde el momento en que el conductor se percata del peligro (periodo de percepción), al separar el pie del acelerador (espacio de reacción) el vehículo sufre una desaceleración (quizá mínima) y, al ejercer presión en el pedal del freno, la evolución del automotor cambia a un movimiento uniformemente retardado o con aceleración negativa; existe también un periodo para detener totalmente el vehículo.

Son un inconveniente técnico los cálculos efectuados en los atropellamientos al realizarse por tiempo y distancia, sin considerar que el movimiento (uniforme rectilíneo) del peatón es diferente al

movimiento (uniformemente desacelerado) del vehículo en maniobras de frenado, situación errónea al elaborar este tipo de estudio. En cambio, si el análisis se realiza sin dejar de tomar en cuenta el tiempo empleado por el peatón en su recorrido hasta la zona de contacto, comparado con el espacio requerido por el conductor hasta detener totalmente su vehículo deberán incluirse ambos movimientos en el elemento común del tiempo y así el estudio estará mejor elaborado y evitará confusiones.

#### ESTUDIO CRIMINALÍSTICO Y ANÁLISIS FÍSICO-MATEMÁTICO DE UN ATROPELLAMIENTO

En la República Mexicana, debido a sus problemas de vialidad, se suscitan cada día atropellamientos de peatones por vehículos automotores, generándose situaciones legales que se deben atender y solucionar.

El presente ejemplo se realiza con el único afán de contribuir de manera positiva en el campo del peritaje profesional, exponiéndose aquí el estudio físico-matemático de un atropellamiento que ocurrió en una arteria con pendiente descendente, al cual, por supuesto debe dársele un tratamiento diferente del que se le daría si la vía fuera a nivel plano, además de que el cálculo se elaboró empleando tiempos; es decir, el tiempo que ocupa el peatón en realizar el cruceamiento de la arteria hasta la zona de contacto, comparado con el que requiere el conductor para detener totalmente la marcha de su automotor, ya que esto depende de los tipos de movimiento tanto del peatón como del vehículo, según se indicó antes.

#### *Datos aportados por el conductor*

Expresa que circulaba por la calle de Morelos hacia el oriente a una velocidad aproximada de 50 kilómetros por hora, cuando se encontraba próximo a la casa marcada con el número 70, de improviso una persona adulta cruzó la calle por el frente de su ve-

hículo en sentido hacia el sur; debido a lo intempestivo de la acción, frenó y no pudo evitar golpearla en su costado derecho con la parte frontal media derecha de su vehículo.

#### *Datos aportados por el peatón*

Declara que se encontraba parado sobre la banqueta norte de la calle referida y cuando cruzó lo hizo corriendo y que, a lo lejos, se aproximaba un vehículo a gran velocidad y que cuando le faltaba aproximadamente 1.50 metros para llegar a la banqueta sur sintió un fuerte golpe en su lado derecho.

#### *Datos obtenidos de la revisión del vehículo*

El automóvil presenta llantas convencionales en buen estado, presión normal, el mecanismo de frenos en buen estado. La distancia entre los ejes es de 2.74 metros, presenta en la parte frontal derecha de su carrocería un hundimiento de materiales que incluyen bisel y parrilla ligeramente doblada.

#### *Datos aportados por la observación del terreno*

La calle de Morelos frente al predio marcado con el número 70 cuenta con un arroyo de circulación de 12.00 metros de ancho, con sentido de circulación únicamente con rumbo al oriente; el piso es de asfalto en buen estado, con una pendiente descendente hacia el oriente de 10% (5.7°).

Sobre el arroyo de circulación, y precisamente frente al predio de referencia, se localizó una huella de frenado correspondiente a los neumáticos del vehículo involucrado, la cual tiene una longitud de 19.00 metros, se encuentra separada 1.00 metro al norte de la guarnición de la banqueta sur y es paralela a ésta.

#### *Desarrollo técnico*

##### *Cálculo de la velocidad de circulación del vehículo*

Dado que el vehículo posee una masa ( $m$ ) y está animado de una velocidad ( $v$ ), tiene por tanto una energía cinética.

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2$$

Detener el automotor completamente implica que su velocidad final tenga un valor igual a cero ( $v_f = 0$ ), para ello es necesario aplicar sobre él una fuerza a lo largo de una distancia; la fuerza se debe al contacto del asfalto y la superficie de las llantas cuando éstas se encuentran bloqueadas por acción de los frenos. Con el objeto de determinar el valor de la fuerza neta tangencial de la superficie que actúa sobre las ruedas, se examinan todas las fuerzas que actúan sobre el vehículo. Aplicando la fórmula de la velocidad en una arteria con pendiente descendente y sustituyendo valores, se tendrá:

$$v_0 = \sqrt{2gd(\mu \cos \theta - \sin \theta)}$$

Para el coeficiente de fricción ( $\mu$ ) entre neumáticos y asfalto en buen estado, se considera  $\mu = 0.8$ .

Considerando:  $g$  = aceleración de la gravedad =  $9.81 \text{ m/s}^2$ .

$d - e$  = a la longitud de la huella de frenado se le resta la distancia entre ejes:  $19.00 - 2.74 = 16.26$  metros.

Entonces:

$$v_0 = \sqrt{2(9.81)(16.26)(0.8 \cos 5.7^\circ - \sin 5.7^\circ)}$$

$$v_0 = \sqrt{319.0212 (0.8 \times 0.9950 - 0.0993)}$$

$$v_0 = \sqrt{222.2620 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} = 14.9084 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_0 = 53.67 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

### Velocidad de cruzamiento del peatón

Tomando en cuenta que la velocidad promedio de un adulto que corre es de 3.5 metros por segundo y que recorre una distancia de 10.50 metros en el arroyo de circulación hasta efectuarse el contacto, y considerando su movimiento como rectilíneo uniforme.

$$v = \frac{d}{t} \rightarrow t = \frac{d}{v}$$

Sustituyendo valores

$$t = \frac{10.50 \text{ m}}{3.5 \text{ m/s}} \therefore t = 3.00 \text{ segundos}$$

Que es el tiempo empleado por el peatón para llegar al punto de contacto.

### Tiempo necesario para detener el vehículo:

El tiempo que requiere el conductor para detener el vehículo es igual a la suma de los tiempos que son:

$$T_t = t_p + t_r + t_f$$

Donde:  $T_t$  = tiempo total.

$t_p$  = tiempo de percepción del conductor.

$t_r$  = tiempo de reacción del conductor.

$t_f$  = tiempo de frenado del vehículo.

Para el tiempo de percepción se consideraron 0.5 segundos y para el de reacción (retirar el pie del acelerador y pasarlo al pedal del freno), 0.75 segundos; en cuanto al tiempo mecánico de frenado, se obtiene de la siguiente manera.

Considerando la desaceleración uniforme, se tendrá la ecuación:

$$a = \frac{v}{t}$$

Despejando el tiempo, se tiene:

$$t = \frac{v}{a};$$

y sabiendo que

$$a = \mu g,$$

entonces tenemos que

$$t = \frac{v}{\mu g},$$

al sustituir valores:

$$t = \frac{14.9084}{(0.8)(9.81)} \rightarrow \frac{14.9084}{7.84} = 1.8996 \text{ segundos}$$

Por tanto, el tiempo total será:

$$T_t = t_p + t_r + t_f$$

$$T_t = 0.5 + 0.75 + 1.8996 = 3.1496 \text{ segundos}$$

Resumiendo, se observa que el tiempo para detener el vehículo fue de 3.1496 segundos y fue mayor que el empleado por el peatón de 3.00 segundos para recorrer los 10.50 metros dentro del arroyo de circulación. Por tanto, el conductor no estuvo en condiciones de evitar el atropello, toda vez que no contó con el tiempo suficiente para evitarlo.

Es importante señalar que cuando existe huella de frenado, es posible establecer el lugar probable en el cual el vehículo, durante su trayectoria de frenado, hace contacto con el peatón, utilizando las leyes de la física mediante la aplicación de la fórmula de la distancia recorrida por un móvil con un movimiento rectilíneo uniformemente desacelerado.

$$d = vt - \frac{1}{2} at^2$$

y tomando en cuenta que

$$a = \mu g,$$

tenemos

$$\Rightarrow d = vt - \frac{1}{2} \mu g t^2$$

Donde:  $d$  = distancia recorrida por el vehículo desde donde empieza a frenar, hasta el punto de contacto con el peatón.

$v$  = velocidad del vehículo de acuerdo con la huella de frenado.

$t$  = diferencia del tiempo empleado por el peatón a la zona de contacto con el tiempo de percepción y reacción del conductor.

$a$  = aceleración.

$\mu$  = coeficiente de fricción.

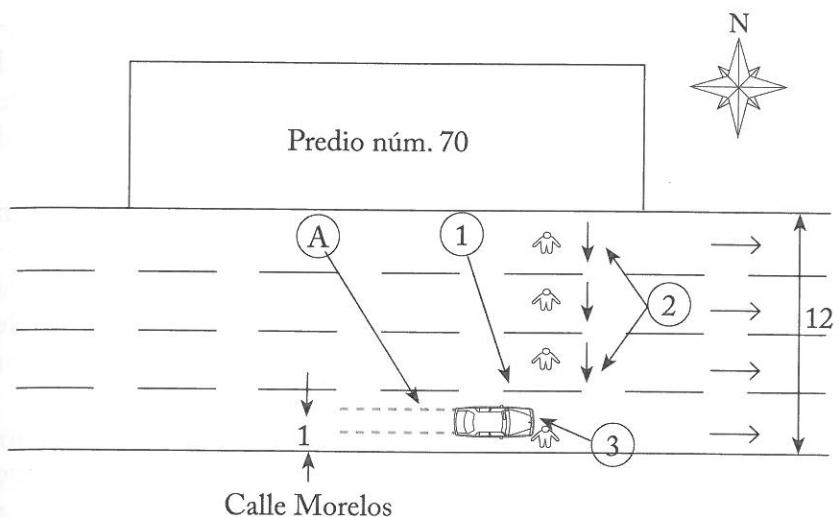
$g$  = aceleración de la gravedad.

Para que el cálculo anterior sea congruente y casi exacto, necesariamente los parámetros que se utilicen deben ser acordes a la forma como sucedieron los hechos, esto es, conocer de manera estricta la velocidad de marcha del peatón, así como la distancia recorrida de éste dentro del campo visual del conductor, de no ser así, existiría error en la zona de contacto.

Por otra parte, la gravedad de las lesiones, dependerá de la posición del peatón con relación a la huella de frenado, es decir, si las lesiones son leves, se infiere que el contacto se produjo al final del proceso de frenado y distintamente, si un lesionado presenta fracturas en todo su costado, se deduce que el contacto se presentó al inicio o a la mitad de la huella de frenado, por supuesto que esto va a depender de la velocidad con que circula el vehículo.

Ahora bien, en el ejemplo anterior se calculará la zona probable de contacto dentro de la marca de frenado entre el vehículo con el peatón. Primero calculamos la diferencia entre el lapso empleado por el peatón hasta la zona de contacto (3.00 s) con el tiempo de percepción y reacción del conductor (1.25 s).

$$3.00 - 1.25 = 1.75 \text{ segundos}$$



1. Automóvil en circulación y contacto.
  2. Trayectoria recorrida por el peatón.
  3. Probable zona de contacto.
- A. Huella probable de frenado real de 16.26 metros de longitud.

FIGURA V.4.

Se hace esta deducción, ya que después de la distancia recorrida del vehículo en el tiempo de percepción y reacción del conductor, se inicia la huella de frenado y el valor que se utilizará en la fórmula, será el tiempo restante (1.75 s) en que el peatón llega a la zona de contacto con el vehículo el cual se encontrará en proceso de frenado, cuyo periodo de frenado a la zona de la colisión (1.75 s), es el mismo tiempo que emplea el peatón.

Por lo que se sustituyen los valores en la fórmula conocida:

$$d = vt - \frac{1}{2} at^2 \Rightarrow d = vt - \mu g t^2 \Rightarrow$$

$$d = (14.9084)(1.75) - \frac{1}{2} (0.8)(9.81)(1.75)^2:$$

$$d = 26.0897 - 12.0172 \Rightarrow d = 14.0725 \text{ metros.}$$

Con lo anterior podemos establecer que el vehículo hace contacto con el peatón a una distancia de 14.0725 metros después del inicio de la marca de frenado, es decir a 2.1875 metros antes de detenerse, tomando en cuenta la longitud de huella de frenado real que es de 16.26 metros.

Lo cual es factible, dado el resultado de las lesiones del peatón que en este caso son leves (excoriaciones que se considera se produjeron en su caída al pavimento y los daños leves en la carrocería del vehículo), corroborándose que el contacto se produjo al final de la huella de frenado cuando el vehículo ya había disipado la mayor parte de su energía (figura v.4).

El caso analizado se realizó considerando el movimiento uniformemente desacelerado del vehículo, pues el hecho de tratarlo como un movimiento rectilíneo uniforme para el vehículo conduciría a resultados erróneos.

Por otra parte, existen modelos matemáticos para el cálculo de velocidad de los atropellamientos, como es el caso del modelo de Searle, el de Collins, así como el de la Universidad del Noroeste, entre otros, cuyas variables de aplicación por necesidad requieren de elementos estrictamente concretos y tangibles, cuyos datos serán aportados en el lugar de los hechos; como es el sitio preciso donde el vehículo hizo contacto con el peatón, la distancia en la que fue proyectado él y la de desplazamiento sobre la zona de rodamiento del mismo peatón, además de conocer las características del vehículo, para saber qué modelo aplicar. Modelos que requieren de un estricto y cuidadoso análisis para su aplicación.

## VI. METODOLOGÍA DEL DICTAMEN PERICIAL

### EL MÉTODO CIENTÍFICO APLICADO A LA INVESTIGACIÓN CRIMINALÍSTICA DE LOS HECHOS DE TRÁNSITO TERRESTRE

CUANDO los investigadores o peritos que intervienen en un hecho de tránsito terrestre se trasladan al lugar donde se llevó a cabo el resultado y se realiza la correspondiente observación del espacio, previa información documental obtenida del expediente o averiguación previa proporcionada por el agente investigador del Ministerio Público o por la autoridad correspondiente, aquéllos formulan varias hipótesis (alternativas) que se irán desechando o asimilando, conforme avanza la investigación con la ayuda de los principios fundamentales de la Criminalística. Principalmente, el material sensible significativo localizado en el lugar de los hechos y en los vehículos podrá ser sometido a la correspondencia y el intercambio, comprobado y asociado, para fundamentar la reconstrucción de hechos, a fin de arribar a una hipótesis fundamental que conducirá a una conclusión clara, concisa y precisa.

### FASES DEL MÉTODO CIENTÍFICO PARA LA ELABORACIÓN DE UN DICTAMEN

#### *Planteamiento del problema*

Consiste en afinar y estructurar con formalidad la idea que se va a investigar. De esta etapa se van a derivar los objetivos que persigue la investigación. Aun cuando sabemos que el planteamiento del problema surge de la observación, en el caso concreto en hechos de

tránsito terrestre nuestro problema planteado será común ya que la autoridad a la que auxiliemos solicitará un dictamen de causalidad; por consecuencia, se tiene que el problema planteado será establecer las causas que dieron origen a la colisión.

### *Observación*

La observación es el estudio de los fenómenos o hechos para conocer su naturaleza mediante la aplicación de los sentidos, dirigidos y controlados por la inteligencia.

Se considera que esta parte es primordial para llegar a un resultado con fundamento, toda vez que la información que proporcione la investigación, dependerá del análisis que se realice con elementos de soporte con los que se pueda comprobar que la pesquisa se encuentra bien realizada. Para ello, se aplican dos tipos de observación: 1) documental y 2) monumental.

#### *La observación documental*

Esta información va a proporcionarla el contenido de la averiguación previa o expediente, cuyo tema se encuentra mencionado en el primer capítulo de este trabajo. Cabe aclarar que muchos investigadores o peritos en la materia consideran esta fase como subjetiva; principalmente las declaraciones; en virtud de que no aportan un material sensible significativo, donde pudiesen concebirse elementos técnicos. Al respecto, se considera que con los elementos primordiales como son la observación del lugar de los hechos y la revisión de los vehículos, se estará en posibilidad de corroborar o desvirtuar dichas declaraciones.

En el caso de que se corroboren las testimoniales al ser contrastadas con las versiones recuperadas, la observación documental, con carácter particular las declaraciones, adquiere altos niveles de objetividad, pues suelen coincidir con la investigación técnica realizada.

#### *La observación monumental*

Es la parte más importante de la investigación, ya que relaciona elementos técnicos y objetivos, o bien, variables que intervienen de un modo directo con el hecho de tránsito; tal observación consta de dos partes primordiales, que serán la observación del lugar de los hechos y la revisión de los vehículos.

#### Observación del lugar de los hechos

*La observación general.* Es una faceta de vital interés porque el lugar proporciona una información importante para la investigación; aquí se aplica la fijación fotográfica, así como una descripción metódica, minuciosa y completa del sitio; además se elabora una representación gráfica a escala; elementos que ya fueron mencionados anteriormente.

*La observación particular.* Consiste en la búsqueda y localización de huellas, indicios o evidencias físicas que van a tener relación entre el vehículo y el lugar donde sucedieron los hechos; serán los que con mayor frecuencia se encontrarán, mismos que auxiliarán al perito y servirán para aplicar los principios fundamentales de la Criminalística. El material recabado será significativo en la observación particular; estos aspectos ya fueron analizados.

#### Revisión de los vehículos

Al igual que el punto anterior, la revisión de vehículos es muy importante para el estudio, ya que sigue un procedimiento en la revisión general y particular.

#### *Hipótesis*

La hipótesis es un ensayo de explicación de los fenómenos que se investigan y es un intento previo en la solución de los problemas a

los que se enfrentan los peritos. Es de gran utilidad en la medida en que orienta los pasos de la investigación por un camino más o menos definido, que evita la pérdida de tiempo y la dispersión de la atención.

Son explicaciones tentativas del fenómeno investigado, formuladas a manera de proposiciones, que podrían o no ser necesariamente verdaderas, o que pueden o no comprobarse con hechos. Al formularlas el investigador no puede asegurar que puedan comprobarse.

Dentro de la investigación en hechos de tránsito se presentarán varias hipótesis, las cuales se consideran alternativas que son “posibilidades alternas”, y mientras mayor cantidad de ellas existan más enriquecimiento se le da a la investigación, ya que con las variables (elementos significativos) analizadas, investigadas y comprobadas se estará en posibilidad de eliminar las hipótesis que no tengan relación con el hecho, denominadas “hipótesis nulas”, para seleccionar sólo la “hipótesis fundamental”, que será la que se empleará para llegar al éxito o resultado de la investigación.

### *Experimentación*

El experimento es una reproducción controlada del hecho en estudio, es decir, la acuciosa y meticulosa observación de fenómenos producidos de modo intencional y en forma repetida por el observador, ya sea en el laboratorio o en el campo a zona abierta, como se daría en los hechos de tránsito en la diligencia conocida como “reconstrucción de hechos”.

Cabe aclarar que la etapa de la experimentación en la Criminalística y concretamente en hechos de tránsito terrestre, será la “reconstrucción de hechos”, razón por la cual se considera importante que esta etapa corresponda a la fase de la “investigación y comprobación” de las evidencias físicas localizadas, debido a la complejidad que existe para la realización de “reconstruir los hechos” en cada colisión de vehículos, en la que la “investigación y comprobación” son parte esencial de la experimentación.

### *Investigación y comprobación*

En esta etapa el perito se auxiliará de los “Principios fundamentales de la Criminalística”, principalmente de la correspondencia e intercambio de los elementos significativos que proporcionará el lugar de los hechos y los vehículos. Esta fase correspondería a la de la experimentación, que es una faceta de vital importancia y en este estudio se complementa con la investigación y la comprobación.

La investigación que corresponde realizar implica la de comprobar o asociar las evidencias físicas localizadas en el lugar con los vehículos que intervienen en el siniestro, ya que con ello se establece, en forma objetiva, la dinámica del evento e incluso las trayectorias que seguían los vehículos en el momento previo y después de la colisión, lo que permitirá efectuar la reconstrucción de hechos que, como ya se indicó, corresponde a la etapa de la experimentación.

### *Epílogo*

Con la hipótesis primordial o fundamental se llegará a establecer una conclusión que debe ser: clara, concisa y precisa ya que, como auxiliar de las autoridades competentes, la función de los peritos es la de establecer las causas y con ello se obligan a ser claros en sus conclusiones, a ser concisos, porque no es necesario llenar una o dos hojas para explicar la causa que dio origen al hecho y precisos porque la conclusión que se derive de la investigación no debe ser tibia ni titubeante, sino firme y hasta contundente.

Con lo anterior se establece que las diferentes fases correspondientes al método científico son adecuadas y gozan de privilegios para ser empleadas en una investigación formal y profesional de los hechos de tránsito terrestre.

## GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UN DICTAMEN

En varias procuradurías de los estados de la República Mexicana y el Distrito Federal, la elaboración de los dictámenes en los hechos

de tránsito terrestre se lleva a cabo mediante formatos, los cuales en su momento fueron idóneos, pero que en la actualidad se consideran obsoletos, ya que limitan el actuar del perito. Esto es, que en la investigación de los hechos de tránsito existen algunos casos que, de acuerdo con las investigaciones realizadas, tanto en el lugar del hecho como en los vehículos, exigen al experto ampliar sus determinaciones técnicas que deben ser señaladas en su dictamen, pero en el formato requerido no se incluyen todas las posibilidades de la investigación y, por tanto, se restringe el actuar del perito.

Como ya se mencionó, hay procedimientos, habilidades y conocimiento que se aplican para la Investigación Criminalística en los hechos de tránsito terrestre, razón por la cual, mediante el siguiente diagnóstico, se plantea una metodología para la elaboración de la opinión y juicio pericial, que reúne ideas, propósitos, proyectos, desarrollo y explicaciones que nos permitirán exponer los procedimientos y técnicas para su investigación.

A diferencia de un formato, esta metodología ayudará al perito a desarrollar, profundizar y transcribir sus conocimientos con mayor amplitud sin limitarse a cierta manera o conformación que lo limita o condiciona en su actuación y que en lugar de eso fortalecerá y respaldará el dictamen pericial, razón por la que nos permitimos realizar la siguiente:

#### PROPUESTA

En la parte superior derecha de la primera hoja de la guía que se propone, se indicarán los datos correspondientes al lugar al que pertenece el perito, número de llamado o de folio de control, expediente, asunto y la fecha de elaboración.

PROCURADURÍA GENERAL DE LA REPÚBLICA  
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS PERICIALES  
TRÁNSITO TERRESTRE  
FOLIO O LLAMADO NÚM.: \_\_\_\_\_  
EXPEDIENTE NÚM.: \_\_\_\_\_

ASUNTO: SE RINDE DICTAMEN

Méjico, D. F., a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

En el lado izquierdo se indicará el nombre, cargo y lugar de adscripción de la autoridad que solicita la intervención del perito:

C. LIC. AGENTE DEL MINISTERIO PÚBLICO DE LA FEDERACIÓN, TITULAR DE LA MESA IX DE LA DELEGACIÓN METROPOLITANA

Presente

Posteriormente se elabora el exordio correspondiente:

Los suscritos peritos en materia de tránsito terrestre, designados para intervenir en relación con el expediente al rubro indicado, se permiten informar lo siguiente:

Atentos a su oficio de petición número \_\_\_\_\_, de fecha \_\_\_\_\_, dirigido al C. Director General de Servicios Periciales y, después de haber analizado las constancias y declaraciones existentes, se procede a formular el siguiente:

#### *Planteamiento del problema*

Establecer las causas que dieron origen al hecho que se investiga.

El problema planteado será común, ya que la autoridad que requiere de la intervención del perito generalmente solicita el dictamen de causalidad y el problema a tratar se deriva de lo que solicite la autoridad correspondiente.

#### *Elementos de estudio*

Se refieren primordialmente a la observación monumental.

#### *Observación del lugar de los hechos*

En este rubro, como observación general deberá señalarse la hora y fecha en que se realiza la observación del lugar, se indicará el sitio

preciso, se mencionará el nombre de las calles e indicando las condiciones topográficas y climatológicas, el estado del pavimento, las dimensiones del o de los arroyos, banquetas, camellones, así como el sentido de circulación de vehículos, indicando si existen señalamientos informativos, preventivos o restrictivos, etcétera.

#### *Localización de huellas e indicios*

Esta etapa, como ya se indicó, corresponde a la observación particular. Se anotarán las huellas o indicios localizados, tales como vestigios de neumáticos, fragmentos de cristales, de molduras, partes automotrices, manchas dejadas por el agua del radiador, manchas de aceite, fricciones producidas por cuerpo duro; inmuebles dañados (árbol, poste, muro, guarnición, etcétera); posición final de los peatones atropellados (occisos) y vehículos, si aún se encuentran en el lugar, máculas de sangre, tejido orgánico, etcétera. Es de hacerse notar que los indicios localizados se tendrán que acotar (medir) con relación a un punto de referencia.

#### *Revisión de vehículos*

En esta parte, se procederá a señalar las características generales del vehículo, como marca, tipo, modelo, color y placas de circulación; después se mencionará la ubicación y características de los daños que presentan los vehículos, de acuerdo con su división básica y correspondencia con éstos, también se indicará en forma secuencial las partes o accesorios dañados y se hará mención de la presencia de elementos significativos que existan sobre dichos daños, tales como roces de algún color de pintura, fricciones dejadas por neumático, trozos de corteza de árbol, fragmentos de muro o de material de construcción, manchas de sangre o tejido orgánico, etcétera.

Es conveniente y prudente que exista la fijación fotográfica, así co-

mo una representación gráfica tanto de la observación del lugar como de los vehículos.

De lo anteriormente expuesto y tomando en cuenta los elementos técnicos y testimoniales aportados, previo estudio y aplicación de las leyes de la física relacionadas con el movimiento de los cuerpos, y de las fases del método científico aplicados en la Criminalística, se procederá a formular las siguientes:

#### *Consideraciones técnicas*

##### *Primera. Tipo de hecho, lugar y vehículos que intervienen*

Hay que mencionar el tipo de acontecimiento, hora, fecha y lugar donde sucedieron los hechos, del mismo modo los vehículos que intervienen y el nombre de sus conductores.

##### *Segunda. Forma de circulación*

Se indicará la calle y el sentido de circulación por donde se desplazaba cada uno de los vehículos, o bien, si se trata de un atropello, se indicarán recorrido, trayectoria, forma y dirección en que el peatón realizó su cruzamiento.

##### *Tercera. Velocidades de circulación*

Para estar en posibilidades de establecer una velocidad auténtica, o bien aproximada a la realidad, se tomará en cuenta la intensidad y las características de los daños que presentan los vehículos, la diferencia de sus masas, las huellas de frenado, de desplazamiento, arrastre y de cuerpo duro, producidas por los neumáticos y partes dañadas respectivamente por los motores que intervienen; se indicarán las trayectorias poscolisionales y su posición final.

Conviene aclarar que la velocidad calculada es aproximada y se hablará del "rango" o del "orden" de..., ya que en este punto aún

faltan por realizar investigaciones formales sobre la resistencia de los materiales de los vehículos para así establecer y demostrar, plenamente la velocidad previa de un vehículo con base en la deformación de sus componentes.

En el caso de que se requiera de algún cálculo físico-matemático en el cuerpo del peritaje, es conveniente que en este punto se indiquen y realicen los cálculos procedentes de acuerdo con las fórmulas correspondientes y se especifiquen claramente los parámetros equivalentes para fundamentar la velocidad establecida.

#### *Cuarta. Dinámica de la colisión*

De acuerdo con la correspondencia de huellas o indicios, tanto del lugar de los hechos como de los vehículos, se detallará o se narrará la mecánica de la colisión. Se indicarán los componentes de los vehículos involucrados en ella, asimismo las trayectorias previas, al momento y después de la colisión, hasta su posición final. De la misma manera, se narrará la dinámica de la colisión para el caso de un atropellamiento, indicándose la trayectoria, velocidad, espacio recorrido y dirección del peatón. En esta consideración se narra la reconstrucción de los hechos.

#### *Quinta. Análisis de documentos anexados al expediente*

Se analizarán las documentales existentes, tales como: partes de accidente o de remisión de la primera autoridad que toma conocimiento de los hechos, dictámenes de las diferentes especialidades periciales que intervienen, etcétera.

#### *Sexta. Análisis de declaraciones*

Se sugiere que exista en este rubro el análisis de las declaraciones; siempre y cuando sea necesario pueden ser vertidas por los conductores, testigos o peatones con el fin de establecer una corresponden-

cia entre los hechos y estar en posibilidad de desvirtuar o corroborar dichas testimoniales.

#### *Séptima. Análisis técnico y deducción de causas*

Con el apoyo de los dictámenes de otras disciplinas, del análisis de las documentales aportadas en el expediente y del estudio criminalístico elaborado bajo un fundamento técnico-científico, y de las consideraciones anteriormente formuladas, se plantea la hipótesis fundamental y con ello se establecen las causas que dieron origen al hecho que se investiga.

Es de hacerse notar que este rubro queda abierto para que el investigador realice las consideraciones pertinentes.

#### *Conclusiones*

La conclusión que elabore el perito o investigador será “clara”, “concisa” y “precisa”, teniendo en cuenta el estudio técnico realizado según las normas del Reglamento de Tránsito y del Código de Procedimientos Penales.

*Atentamente  
Los Peritos*

---

Además de lo anterior, debe anexarse un plano a escala apropiada, croquis o dibujo donde se incluya lo observado en el lugar de los hechos, la ubicación y características de los daños que presenten los vehículos, la forma en que éstos se colisionaron, incluyendo en dicho croquis o dibujo acotaciones, puntos cardinales, nomenclatura a una escala apropiada.

Se considera que lo anterior es un procedimiento idóneo para la elaboración de un dictamen en hechos de tránsito terrestre, donde se aplica el método y las técnicas apropiadas para su investigación.

**EJEMPLO DE ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN  
METODOLÓGICA DE UN HECHO DE TRÁNSITO  
TERRESTRE EN UN CASO POR ATROPELLAMIENTO**

A continuación, mediante un suceso concreto o hecho real por atropellamiento, se aplica el procedimiento metodológico antes sugerido, donde se integra el contenido de un dictamen de tránsito terrestre en forma completa y objetiva, de manera que se determina la verdad histórica de los hechos, que parten de fuentes de información aportados por la observación del lugar de los acontecimientos, la revisión del vehículo y la concluyente aportación de la observación documental (mecanismo de lesiones). Es de notar que no es en sí el informe lo que aquí se muestra, sino la metodología científica empleada en la investigación basada en los procedimientos y técnicas ya mencionados.

Como antecedentes del caso, se tiene que en la avenida Plutarco Elías Calles, “Eje 4 Sur”, a la altura del inmueble marcado con el número 171 en la Colonia Granjas México, de la Delegación Iztacalco, en el Distrito Federal, se llevó a cabo un hecho de tránsito en su modalidad de atropellamiento con el resultado de una persona del sexo femenino con lesiones que le produjeron la muerte, y en el que interviene un automóvil marca Volkswagen tipo Jetta, con placas de circulación 106-FMF.

*Observación general del lugar de los hechos*

Al acudir al lugar de los hechos, en compañía del agente investigador del Ministerio Público, así como del personal pericial con especialidad en Criminalística y Fotografía perteneciente a la Dirección de Servicios Periciales, pudimos apreciar que en la Avenida Plutarco Elías Calles, a la altura del inmueble marcado con el número 171, que se ubica en el lado norte de esta vía, cuenta con tres arroyos de circulación, de los cuales dos son laterales de 7 metros de ancho cada uno; un arroyo central de 20 metros de ancho;



FIGURA VI.1. *Vista general del lugar de los hechos.*

separado este último de los camellones laterales, de 18 metros el del lado norte y de 38 metros de ancho del lado sur, con banquetas en ambos lados de tres metros de ancho cada una, con sentido de circulación para vehículos de poniente a oriente y viceversa.

A 180 metros al poniente del inmueble referido hay un puente elevado para el paso de peatones que cruza a todo lo ancho del arroyo central de la avenida mencionada; hay también a 290 metros al oriente del mismo inmueble otro puente elevado para el paso de peatones que cruza a todo lo ancho del mismo arroyo; se hace notar que en los lados sur y norte del arroyo central hay carriles exclusivos para la circulación de autobuses, el del lado norte corresponde al de contraflujo, muestra una vía de tramo recto y de nivel plano (figura VI.1).

*Localización de huellas o indicios*

Sobre el arroyo central de la avenida Plutarco Elías Calles “Eje 4 Sur”, a la altura del inmueble marcado con el número 171, se localizó lo siguiente.

1) Junto a la guarnición sur del camellón lateral norte, precisamente sobre el carril exclusivo para la circulación de autobuses, carril de contraflujo, se encontró un automóvil de color negro, marca Volkswagen, tipo Jetta, con placas 106-FMF, con su frente dirigido al oriente (figura VI.2).



FIGURA VI.2. Posición final del vehículo.



FIGURA VI.3. Postura final de la peatona en el interior del vehículo.



FIGURA VI.4. Posición final del miembro inferior izquierdo de la peatona.



FIGURA VI.5. Postura final, después de ser desplazada sobre la zona de rodamiento.

2) En el interior del vehículo se localizó en forma transversal el cuerpo sin vida de una persona del sexo femenino en posición de decúbito lateral izquierdo sobre los asientos delanteros, con su cabeza dirigida hacia el norte, apoyada en el asiento delantero izquierdo del conductor, con una de sus extremidades inferiores que sale por el parabrisas dirigida hacia el sureste (figura VI.3).

3) A 32 metros al poniente del vehículo y sobre el centro del segundo carril de izquierda a derecha se localizó desprendido del cuerpo el miembro inferior izquierdo perteneciente a la peatona referida, seguida por fricciones sobre la cinta asfáltica impregnada de sangre y tejido adiposo en una extensión de 5 metros, los cuales se encuentran al poniente del citado miembro (figuras VI.4 y VI.5).

4) A 52 metros al poniente del miembro inferior mencionado, sobre el camellón lateral norte y a 0.80 metros separada al norte de la guarnición sur, se descubre un zapato de mujer, al parecer perteneciente a la persona occisa.

5) A 4 metros al poniente del zapato, se encuentra la terminación de una huella de frenado de 36 metros de longitud. En forma diagonal al camino, correspondiente a los neumáticos del automóvil tipo Jetta, placas 106-FMF. Dicha señal se localiza separada de su terminación a 5.30 metros al sur de la guarnición sur del camellón lateral norte y en su inicio se encuentra separada 6 metros al sur de la misma guarnición del camellón lateral.

### Revisión de vehículo

Se pudo apreciar en el automóvil de servicio particular marca Volkswagen, tipo Jetta, color negro, modelo 1992, con placas de circulación 106-FMF, del Distrito Federal, al ser revisado, que presenta sus llantas en buen estado, sistema de frenos y dirección normales, vehículo que se encontró en buenas condiciones y se pudo apreciar que presenta lo siguiente.

1) Daños producidos por cuerpo blando en su parte frontal derecha, así como la parte superior de ésta, con características de mediano hundimiento de materiales de adelante hacia atrás y de arriba hacia abajo respectivamente que afectaron: defensa, tolva, brack, fascia, salpicadera, parrilla, bisel, unidad de luz, marco y tapa de motor, parabrisas roto (figura vi.6).

2) Sobre el poste derecho del parabrisas presenta manchas hemáticas por embarramiento y escurrimiento. El marco superior del parabrisas se localizó impregnado por tejido adiposo y máculas de sangre; asimismo, a todo lo largo del toldo presenta en forma paralela al eje del vehículo una zona limpia y sólo hay al inicio del toldo un ligero hundimiento de arriba hacia abajo (figuras vi.7 y vi.8).

3) Presenta el parabrisas totalmente estrellado y roto de su parte media y derecha, así como también presenta manchas de sangre.

4) En el interior del vehículo se pudo apreciar que en el broche del cinturón de seguridad correspondiente al conductor y que se ubica en la parte baja y media a la derecha del asiento de éste se localizaron manchas de sangre y cabellos (elementos filamentosos), del mismo modo una parte del asiento correspondiente al conductor de su parte inferior derecha se encuentra también con maculación de sangre (figura vi.9).

### Mecanismo de lesiones

Los peritos con especialidad en Criminalística de Campo y Medicina Forense proporcionan el mecanismo de lesiones presentadas por la occisa, y es parte de la observación documental.



FIGURA VI.6. Daños causados por cuerpo blando en su parte frontal derecha.



FIGURA VI.7. Huellas de sangre tanto en el poste derecho como en el marco superior derecho.



FIGURA VI.8. Daños sobre la parte superior (toldo) y máculas de sangre.



FIGURA VI.9. Manchas de sangre y cabellos sobre el lado derecho del asiento del conductor y broche del cinturón de seguridad.



FIGURA VI.10. Herida cortocontusa en la porción tempo-parietal izquierdo.



FIGURA VI.11. Heridas puntiformes en brazos y antebrazos.



FIGURA VI.12. Fractura con desprendimiento de miembro inferior izquierdo a nivel de rodilla.



FIGURA VI.13. Fractura en fémur a nivel tercio medio izquierdo.

1) Herida cortocontusa de 6 centímetros en forma de "L" localizada en porción tempo-parietal izquierda que deja al descubierto tejido óseo (figura VI.10).

2) Heridas puntiformes en caras posteriores de brazos, antebrazos y dorsos de manos (figura VI.11).

3) Fractura con desprendimiento de miembro inferior izquierdo a nivel de rodilla (cabeza de tibia y peroné) con sus bordes características de cortocontusión (figura VI.12).

4) Fractura cerrada de fémur izquierdo en el tercio medio (figura VI.13).

5) De lo anteriormente expuesto y tomando en cuenta los elementos técnicos y testimoniales aportados, previo estudio y aplicación de las leyes de la Física relativas al movimiento de los cuerpos y a las fases del método científico usual en la Criminalística, se procederá a formular las siguientes:

#### Consideraciones técnicas

##### Primera. Tipo de hecho, lugar y vehículo que interviene.

El hecho que se investiga, colisión por atropello entre vehículo-peatón, ocurrido aproximadamente a las 10.30 horas del día 25 de abril del año de 1999, en la avenida Plutarco Elías Calles "Eje 4 Sur" a la altura del inmueble marcado con el número 171.

##### Segunda. Forma de circulación.

El automóvil con placas de circulación 106-FMF era conducido sobre el arroyo central de la avenida Plutarco Elías Calles en tramo recto, a nivel plano y en dirección al oriente.

Por su parte, la peatona hoy occisa (desconocida), realizaba el cruzamiento del arroyo central de la citada avenida rumbo al norte (dirección de cruce deducida con base en la situación de lesiones causadas por impacto y que se ubican en el flanco izquierdo de su cuerpo), a paso apresurado, a una velocidad estimada de 2.50 metros por segundo (reacción normal de una persona obesa y adulta de 45 años de edad, esto tomando como base la tabla de valores indicada en el rubro de velocidades de recorrido del peatón), dentro del arroyo de circulación en una distancia aproximada de 12 metros hasta la probable zona de contacto.

##### Tercera. Velocidad de circulación. Memoria de cálculos.

En este caso concreto, se contó con suficientes elementos técnicos para demostrar una velocidad aproximada a la realidad, ya que se sustentó con:

1) La intensidad y características de los daños que presenta el vehículo.

2) La huella de frenado localizada en el lugar y que es de 36 metros de longitud.

3) La posición final del vehículo que marca una distancia de 88 metros después del rastro de frenado (lo anterior es razonable, dado que el vehículo, después de plasmar su huella de frenado, aún continúa en circulación, ya que el miembro inferior izquierdo mutilado (la pierna), al caer al piso, se desplaza a una distancia de cinco metros sobre la cinta asfáltica debido a la inercia, producto del movimiento del vehículo).

Como ya se mencionó, para calcular la velocidad de un vehículo, cuando éste deja una huella de frenado sobre la zona de rodamiento debido a la energía disipada, se tiene la fórmula:

$$v = \sqrt{2 g \mu d}$$

Donde:  $v$  = velocidad a calcular.

$\mu$  = coeficiente de fricción con un valor de 0.8, toma en consideración el estado de los neumáticos del vehículo y el de la cinta de asfalto donde ocurrió el hecho.

$g$  = aceleración de la gravedad con un valor de 9.81 m/s<sup>2</sup>.

$d$  = longitud de huella de frenado de 36 metros.

Sustituyendo estos valores, se realiza la operación para obtener el producto y la raíz cuadrada, obteniéndose:

$$v = \sqrt{(2)(0.8)(9.81)(36)} = \sqrt{565.056}$$

$v = 23.77 \frac{m}{s}$ ; realizando la conversión a kilómetros por hora, se obtiene que la velocidad del vehículo, sólo por la huella de frenado fue de

$$85.57 \frac{km}{h}$$

El cálculo anterior es sólo la velocidad en el tramo comprendido de la huella localizada. Ahora bien, el vehículo no se detiene al término del rastro de frenado, pues continúa en movimiento, lo que se demuestra al caer la pierna de la parte superior del vehículo y, debido a la inercia, ésta se desplaza a una distancia de 5.00 metros hacia la dirección del mismo vehículo, y finalmente el automóvil recorre una distancia de 88 metros a partir de la terminación de la huella de frenado hasta su posición final.

Con la misma fórmula, pero ahora con diferente coeficiente de fricción, que en este caso será el "coeficiente por rodamiento", ya que el vehículo continúa su movimiento debido a la inercia, pero sin sus llantas bloqueadas y recorre una distancia antes detenerse de 88 metros. Entonces.

Sustituyendo valores:

$\mu = 0.03$  (coeficiente por rodamiento).

$g = 9.81$  metros por segundo (aceleración de la gravedad).

$d = 88$  metros (distancia recorrida después de la huella de frenado hasta su posición final).

$$v = \sqrt{(2)(0.03)(9.81)(88)} = \sqrt{51.796}$$

$v = 7.19 \frac{m}{s}$ ; realizando la conversión a kilómetros por hora, se obtiene que la velocidad del vehículo después de la huella de frenado fue de

$$25.90 \frac{km}{h}$$

Integrando las dos velocidades, tenemos que:

$$85.57 + 25.90 = 111.47 \text{ km/h.}$$

Con lo cual se pudo establecer técnicamente que de la intensidad y características de los daños que presenta el vehículo, así como las lesiones causadas por las diferentes fases del atropello, junto con la posición final del vehículo y primordialmente con la longitud de la huella de frenado, se deduce que el automóvil circulaba a una velocidad del orden de los 110 kilómetros por hora.

#### Cuarta. Dinámica de la colisión.

El tripulante del automóvil placas 106-FMF conducía el vehículo en la forma y dirección antes mencionada y al aproximarse al inmueble marcado con el número 171 ejecuta maniobras de frenado y en el proceso de estas acciones efectúa contacto con la parte frontal derecha de la defensa de su vehículo en contra de las partes externa e interna de la pierna izquierda y derecha, respectivamente, de la peatona y, casi simultáneo a esto, también con la parte media superior frontal derecha del vehículo (cofre) hace contacto con el muslo izquierdo del cuerpo de la peatona hoy occisa, quien realizaba el cruzamiento del arroyo central de dicha avenida en la forma y dirección antes indicada.

Como consecuencia del contacto descrito y, debido a la inercia, el cuerpo de la peatona es proyectado hacia la parte posterior superior del móvil para hacer contacto contra el parabrisas. Al romperse éste, el cuerpo se introduce en el vehículo y la cabeza hace contacto con la región tempo-parietal izquierda con el broche del cinturón de seguridad correspondiente al conductor.

Simultáneo a esto último y al existir flexibilidad del cuerpo de la peatona, el miembro de la extremidad inferior izquierda, contacta con el marco superior derecho del parabrisas y debido a la fuerza de impacto, esta parte es mutilada y lanzada hacia la parte superior y posterior del vehículo (toldo) para desplazarse sobre éste y caer al piso de asfalto, donde debido a la inercia producto del movimiento del vehículo, es "arrastrada" o bien, se desplaza en una distancia de cinco metros sobre la zona de rodamiento, produciéndose así las fases de impacto, proyección, mutilación, caída y deslizamiento o arrastramiento.

Finalmente, el vehículo sigue la misma trayectoria para detenerse sobre el carril de contraflujo, con su frente hacia el oriente y a la altura del inmueble referido.

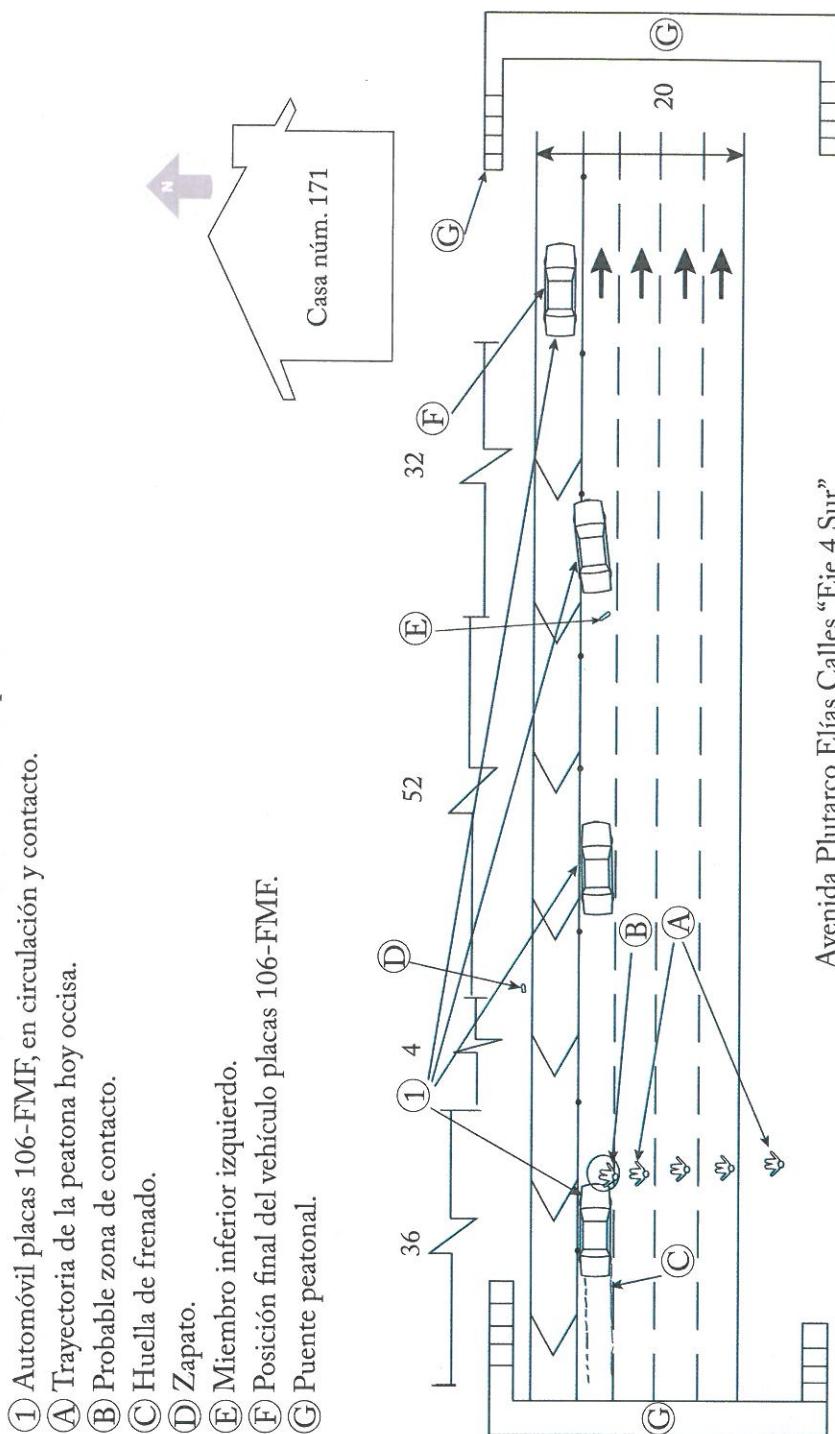
*Quinta.* Deducción de causas y análisis técnico.

La ubicación y características de los daños que presenta el vehículo coinciden con el lugar y características de las lesiones que presenta la peatona, hoy occisa, cuando esta última debió realizar su cruzamiento sobre el paso elevado para peatones marcado para tal fin. Por su parte, el conductor del automóvil placas 106-FMF conducía a una velocidad mayor de la permitida. Se considera que la rapidez del desplazamiento máximo permitido en esta zona es de 70 kilómetros por hora.

Nótese que en el rubro de las consideraciones, lo que se realiza es asociar los elementos técnicos localizados en la observación del lugar de los hechos, así como la ubicación y características de los daños del vehículo con las diferentes partes anatómicas lesionadas del cuerpo de la peatona u occisa; con ello se comprueba que la investigación coincide con todo lo observado y al verificar lo anterior, con lo aquí anotado en la quinta consideración, se estableció la hipótesis esencial, misma que fue determinada con ayuda de los principios fundamentales de la Criminalística, antes que todo la correspondencia y el intercambio de los indicios localizados, lo que nos permitió reconstruir los hechos (figura vi.14).

Señálese también que en este caso no fue necesario llevar a cabo los cálculos físico-matemáticos para establecer si el conductor contó con tiempo para evitar el atropello, toda vez que el conductor del

FIGURA VI.14. Croquis ilustrativo.



Avenida Plutarco Elías Calles "Eje 4 Sur"

vehículo incurrió en un exceso de velocidad, situación que rebasa los parámetros para efectuar el estudio físico-matemático, pues su conducta se encuentra ya establecida en la reglamentación.

*Conclusiones (resultado de la investigación)*

Con base en las consideraciones anteriores, se establece que la causa que dio origen al desarrollo del presente hecho fue que:

1) La peatona hoy occisa, al realizar su cruzamiento, no utilizó el paso elevado para peatones marcado para tal fin, ya que la vía que pretendía cruzar es de intensa afluencia vehicular, alta velocidad y circulación continua.

2) Por su parte, el conductor del automóvil placas 106-FMF, conducía su vehículo a una velocidad mayor a la permitida.

En esta última etapa, se externa la opinión ante la autoridad competente y se menciona la causa que dio origen al atropello. El estudio realizado fue producto de toda una serie de análisis técnico-científicos apoyados por los procedimientos y técnicas sugeridas correspondientes a la investigación de los hechos de tránsito terrestre. Nótese también que las conclusiones formuladas cumplen con lo establecido en el método de investigación, donde se indica que debe ser “clara, concisa y precisa”.

Conviene aclarar que para realizar esta investigación no fue necesario recurrir a las declaraciones, pues todos los elementos técnicos y objetivos localizados en el lugar y en el vehículo apoyaron y reforzaron el criterio establecido. Asimismo, como ya se indicó, es conveniente elaborar un croquis ilustrativo de todo lo observado en el lugar y la forma en que se desarrollaron los hechos.

Es una realidad observada que gran parte de los hechos de tránsito por atropellamiento son motivados por la falta de cultura, educación, malos hábitos e ignorancia de las normas por parte de los peatones que realizan el cruzamiento en zonas no destinadas para ello y, que de alguna manera, se interponen al paso de los vehículos; por tal motivo, en este hecho y como resultado de la investigación, no se señala el exceso de velocidad del vehículo como la

causa principal del hecho; sí se indica la velocidad calculada en el rubro de las consideraciones si bien como una nota aclaratoria en las conclusiones.

En razón de que no todos los hechos de tránsito son iguales se considera que la función como perito consiste en examinar y tomar en cuenta todos los elementos de estudio aportados en el expediente, el material sensible significativo que aporta el lugar de los hechos, así como la intensidad y características de los daños que presentan los vehículos, para establecer las hipótesis de ocurrencia e indicar a la autoridad competente, ya sea Ministerio Público o juez, el estudio que arrojó la investigación y, en el caso específico de la velocidad, serán dichas autoridades quienes determinarán si la toman en cuenta o no para dictar su resolución.

Dada la relevancia e importancia que en este hecho tuvieron los elementos significativos para la investigación realizada, lo anterior da pie para hacer mención de la tesis o razonamiento del doctor Israel Castellanos quien apunta: “La Criminalística en ninguna de sus ramas es arte adivinatorio, magia blanca, ni supercherías, sino una disciplina nutrida, sostenida y vigorizada por todas las ramas del saber humano!”

## VII. INTERPRETACIÓN CRIMINALÍSTICA DEL REGLAMENTO DE TRÁNSITO EN CARRETERAS FEDERALES

### REGLAMENTO DE TRÁNSITO

EL OBJETIVO primordial de los reglamentos de tránsito es el de establecer las normas relativas a la seguridad vial de las personas o peatones en general, así como de los conductores y pasajeros en su transitar por la vía pública. La finalidad que persigue el reglamento es la protección y seguridad de los más altos valores de las personas; su vida e integridad, por una parte, y su patrimonio por otra. Salta a la vista la importancia que tiene para las autoridades municipales, estatales o federales que se hagan cumplir y respetar los ordenamientos viales, máxime que con ello se realizará una ++ labor preventiva en materia de política criminológica de delitos que se cometen por el tránsito de vehículos.

El reglamento de tránsito es una herramienta de vital importancia para el investigador o perito en materia de hechos de tránsito terrestre, ya que este documento le sirve de soporte o fundamento para indicar el ordenamiento vial que infringen los usuarios de la vía.

Las personas que de alguna manera están involucradas en conocer y aplicar los artículos del reglamento de tránsito referente a "las normas generales de circulación" son de gran utilidad para los peritos. No obstante, se considera que el reglamento es antagónico y confuso, además de que no todo está contemplado en virtud de que existen muchas formas de colisión que no son consideradas; por tanto las autoridades encargadas de realizar estos ordenamientos deberán tomar en cuenta puntos de vista y opiniones de los peritos ya que poseen un mayor conocimiento en cuanto a los hechos correspondientes al tránsito de vehículos.

Ahora bien, debido a la diversidad y complejidad que representa el gran número de hechos de tránsito que cada día se suscitan en

la vía pública, el perito debe normar su criterio de acuerdo con su experiencia para interpretar mediante términos técnicos y criminalísticos los artículos del reglamento, según cada caso y así unificar criterios para la elaboración de las conclusiones que deben ser claras, concisas y precisas.

No obstante, dado que cada hecho de tránsito se presenta en circunstancias muy concretas, los peritos están en libertad de modificar o ampliar sus conclusiones bajo los lineamientos legales, formales y normativos según el análisis de su investigación, toda vez que existen colisiones de vehículos, o bien hechos de tránsito que no se encuentran contemplados en los reglamentos.

Lo anterior conduce a ser conscientes y tener juicios sensatos en las investigaciones, con la finalidad de tener un espíritu de responsabilidad en la interpretación, por ejemplo del artículo 234 del Código Federal de Procedimientos Penales que a la letra dice: "Los peritos practicarán todas las operaciones y experimentos, que su ciencia o arte les sugiera, expresando los hechos que fundamenten su opinión." Es decir, ocurrirán colisiones que, por la forma de producirse, no estarán contempladas en el reglamento de tránsito; pero con el análisis técnico-criminalístico, junto con un criterio formal y profesional, que sustente con elementos objetivos, se estará en posibilidad de establecer la causa que dio origen al hecho de tránsito, sin ser, necesariamente aplicadores a ultranza del reglamento en cuestión.

A continuación se hará una interpretación criminalística del Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales con la finalidad de unificar criterios que se tomen en cuenta para concluir en un dictamen pericial dirigido a los investigadores dedicadas a esta interesante labor. Por supuesto que la interpretación sugerida dependerá de la forma como se desarrolle los hechos.

#### APLICACIÓN E INTERPRETACIÓN CRIMINALÍSTICA DE LOS ARTÍCULOS DEL REGLAMENTO DE TRÁNSITO EN CARRETERAS FEDERALES

##### *Reglas de circulación*

Artículo 67. Queda prohibido el tránsito de personas montadas en animales y la circulación de vehículos de tracción animal en los ca-

minos, asimismo en las calles que forman parte de aquéllos. También se prohíbe el tránsito de ganado mayor o menor. (La causa que dio origen al presente hecho fue el descuido del propietario de ganado, por permitir el tránsito del mismo dentro del camino o el descuido de quien montaba el animal, debiendo conducirlos fuera del camino.)

Artículo 69. Queda prohibido a los conductores de vehículos entorpecer la marcha de columnas militares, las de escolares, los desfiles cívicos o las manifestaciones permitidas y los cortejos fúnebres o cruzar las filas. (El conductor del vehículo con placas 436-HGY, al encontrarse ante una concentración de peatones, se condujo sin el debido cuidado, sin respetar el evento que se realizaba al momento del hecho.)

Artículo 72. Se prohíbe aprovisionar de combustible a: 1) vehículos cuando el motor esté en marcha y 2) autobuses con pasajeros a bordo. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al abastecerse de combustible, lo hizo indebidamente cuando estaba en servicio y con pasajeros a bordo del mismo.)

Artículo 73. Ningún vehículo debe llevar personas a bordo cuando sea transportado por una embarcación u otro medio. Tampoco deberá llevarlas cuando sea remolcado por un vehículo de salvamento. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al remolcar el vehículo placas ERT-098, permitió indebidamente que fueran personas a bordo de este último vehículo.)

Artículo 74. La carga de un vehículo deberá estar acomodada, sujetada y cubierta de forma que: 1) no ponga en peligro la integridad física de las personas ni cause daños materiales a terceros. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC conducía sin sujetar debidamente la carga, provocando la caída de ésta o causando daños a otros ocupantes de la vía.)

2) No arrastre en la vía ni caiga sobre ésta. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC circulaba sin sujetar de modo debido la carga, con lo que provoca la caída a la vía.)

3) No estorbe la visibilidad del conductor ni comprometa la estabilidad en la conducción del vehículo. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC conducía sin sujetar debidamente la carga, poniendo en riesgo la estabilidad y la propia conducción de su vehículo, así como la buena visibilidad al frente de su circulación.)

4) No oculte las luces, incluidas las de frenado, las direccionales, las de posición y las de gálibo, los dispositivos reflectantes ni las placas de circulación. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC manejó indebidamente, con la carga que ocultaba las luces y dispositivos reflectantes de su vehículo que le permitieran a otros usuarios de la vía percatarse de su presencia.)

**Artículo 76.** Queda prohibido el tránsito de vehículos con carga que sobresalga de uno y otro lado de la carrocería. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC conducía sin el debido cuidado ya que la carga sobresalía lateralmente, sin calcular debidamente ésta ni el costado del vehículo que circulaba en el carril contiguo o que invadía con su carga el carril inmediato al de su circulación.)

Sólo se permitirá carga sobresaliente por la parte de atrás a los vehículos, cuando no exceda de la tercera parte de la longitud de la plataforma y a condición de que no sobrepase las dimensiones máximas reglamentarias.

Se exceptúan de lo dispuesto en el párrafo anterior los casos en que, a juicio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se justifique la expedición de autorizaciones especiales, señalándose en las mismas las medidas de protección que deban adoptarse.

En todo caso, las cargas que sobresalen deberán ser debidamente demarcadas con banderolas rojas durante el día y lámparas durante la noche. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC manejó sin los señalamientos reglamentarios indispensables para con ellos indicar el peligro de la carga que sobresale.)

#### *Conducción de vehículos de motor*

**Artículo 79.** Para conducir un vehículo de motor es necesario estar en pleno uso de sus facultades físicas y mentales, portar la licencia

vigente correspondiente o documento que la supla y ampare precisamente la operación del vehículo y servicio de que se trate.

Asimismo, para operar o guiar un vehículo de motor el conductor deberá utilizar cinturón de seguridad. (El conductor del vehículo con placas 564-LKJ conducía sin encontrarse en pleno uso de sus facultades físicas y mentales; esto de acuerdo con el certificado médico, sea por enfermedad o por haber ingerido algún medicamento que afectara a la persona disminuyendo su capacidad para conducir, y del examen de química. El conductor del vehículo con placas 123-ABC manejaba sin el debido cuidado, ya que permitió que él o sus ocupantes no llevaran el cinturón de seguridad debidamente colocado.)

**Artículo 81.** Todo vehículo que transite por la vía pública deberá encontrarse en condiciones satisfactorias de funcionamiento y provisto de los dispositivos que exige este reglamento. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC conducía sin el debido cuidado, ya que no se percató de que su vehículo se encontrara en buenas condiciones de funcionamiento y con los dispositivos necesarios para su seguridad y demás ocupantes de la vía.)

**Artículo 82.** Ninguna persona deberá poner en movimiento un vehículo sin que previamente se cerciore de que puede hacerlo con seguridad. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC inició, o reinició la marcha de su vehículo sin cerciorarse previamente de que podía realizar sin riesgo y con seguridad dicha maniobra.)

**Artículo 83.** No deberá conducirse un vehículo negligente o temerariamente, que ponga en peligro la seguridad de las personas o de los bienes. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC conducía su vehículo en forma negligente y temeraria, ya que lo hacía a una velocidad mayor de la que su pericia le permitía el control direccional del vehículo, debiéndola haberla limitado a las condiciones de seguridad requeridas por el camino, el vehículo y su persona.)

**Artículo 84.** Queda prohibido conducir un vehículo a cualquier persona que se encuentre en estado de ebriedad o bajo la acción de

cualquier enervante, aunque por prescripción médica esté autorizada para su uso. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC conducía en estado de ebriedad, de acuerdo con el certificado médico y fe ministerial dentro del expediente. El conductor del vehículo con placas 123-ABC manejaba bajo la acción de un enervante o psicotrópico, de acuerdo con el dictamen de química y fe ministerial dentro del expediente.)

**Artículo 86.** Queda prohibido a los conductores de vehículos transitar sobre las rayas longitudinales marcadas en la superficie de rodamiento, que delimitan los carriles de circulación. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al tripular éste, lo hizo circulando indebidamente sobre las líneas longitudinales, ocupando más de un solo carril para su circulación.)

**Artículo 87.** Ningún vehículo debe ser conducido a través o dentro de una isleta, sus marcas de aproximación o una zona de seguridad para peatones. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al tripular éste, lo realizó indebidamente, invadiendo una zona no destinada para su circulación —banquetas, camellón, andadores, marcas de aproximación, carriles en contraflujo, etcétera.)

**Artículo 88.** Los conductores deberán tener el debido cuidado para evitar atropellamientos y advertirán a los peatones del peligro haciendo sonar la bocina cuando sea necesario, en especial cuando observen en la vía a un niño o cualquier persona aparentemente impedida. Igualas medidas de seguridad observarán cuando haya niños que estén jugando en las inmediaciones de la vía. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al circular éste, lo hacía sin el debido cuidado, ya que no extremó sus precauciones, como disminuir su velocidad o haciendo alto total ante las personas que se encontraban sobre la superficie de rodamiento.)

**Artículo 91.** El conductor de un vehículo en tránsito debe conservar su distancia respecto al que va adelante, como a continuación se indica: 1) circular a una distancia de seguridad que garantice la

detención oportuna cuando el que le precede frene intempestivamente, tome en cuenta la velocidad, las condiciones de la vía y las del propio vehículo. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al tripular éste, lo hacía sin conservar una distancia razonable de seguridad que le garantizara la detención oportuna de su vehículo, cuando el precedente frenara de manera intempestiva y tomara en cuenta la velocidad, las condiciones de la vía —piso mojado, curva, etcétera— y las del vehículo.)

2) En zonas rurales, cuando las circunstancias lo permitan, el conductor de un ómnibus o camión de carga dejará suficiente espacio para que otro vehículo que intente adelantar lo pueda ocupar sin peligro, excepto cuando a su vez trate de adelantar al que lo precede. (—Para analizar— cuando existen dos carriles, uno para cada sentido, se ha dado el caso de que al rebasar a un vehículo hay colisión con el que circula en sentido opuesto y también colisiona éste o ambos contra el vehículo que es rebasado, ¿podría considerarse que este último no permitió el rebase seguro?)

**Artículo 92.** En vías de dos o más carriles en el mismo sentido, el vehículo deberá ser conducido, hasta donde las circunstancias lo permitan, en el mismo carril; sólo se desviará a otro, cuando el conductor se haya cerciorado de que podrá llevar a cabo esta maniobra con la necesaria seguridad. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al cambiar de carril, lo hizo sin la debida precaución interponiéndose a la circulación que en línea recta, en la misma vía y en la misma dirección, circulaba el vehículo con placas 345-EFG.)

**Artículo 93.** Los conductores que vayan a entrar a una vía principal, deberán ocupar el carril de aceleración; si no existe tal carril, deberán ceder el paso a los vehículos que circulen por la vía principal. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al pretender incorporarse a la circulación de una vía principal, primaria o secundaria, no cedió el paso al vehículo con placas 456-DEF, el cual circulaba por la vía a la que el otro pretendía integrarse.)

Artículo 94. Es obligatorio para los conductores que vayan a salir de una vía principal, pasar con suficiente anticipación al carril de su extrema derecha, para tomar desde su inicio el carril de desaceleración. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al circular y realizar maniobras direccionales para abandonar una vía principal, no ocupó previamente su carril extremo correspondiente.)

Artículo 95. En vías de accesos controlados, se prohíbe la entrada y salida de vehículos fuera de los lugares expresamente designados para ello. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al incorporarse o salir de una vía de acceso controlado, lo hizo por un lugar no destinado para dicho acceso o salida.)

Artículo 96. Solamente se dará marcha atrás cuando el movimiento pueda hacerse con seguridad y sin interferir el tránsito. Se prohíbe dar marcha atrás en una vía de accesos controlados. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al realizar maniobras de reversa, lo hizo sin la debida precaución, debiendo haberse cerciorado previamente de que podría realizar sin riesgo y con seguridad dicha maniobra.)

#### *Circulación por la derecha*

Artículo 99. Los vehículos deberán ser conducidos por la mitad derecha de la vía, salvo en los siguientes casos: 1) Cuando adelanten a otro vehículo. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al efectuar maniobras de adelantamiento o rebase, lo hizo sin el debido cuidado, por el carril de sentido contrario al normal establecido, cuando por este último se aproximaba otro vehículo en sentido opuesto y sobre su carril de circulación correspondiente.)

2) Cuando la vía no tenga el ancho suficiente para dos carriles. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al realizar maniobras de rebase, lo hizo sin el debido cuidado ya que no contaba con el ancho suficiente de dos carriles para efectuar dicha maniobra.)

3) Cuando la mitad derecha esté obstruida y fuera necesario transitar por la izquierda del centro de la vía. En este caso los conduc-

tores deberán ceder el paso a los vehículos que se acerquen en sentido opuesto, por la parte no obstruida. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al efectuar maniobras de rebase, lo hizo sin el debido cuidado ya que no cedió el paso al vehículo que transitaba en sentido opuesto y sobre su carril de circulación correspondiente.)

4) Cuando la vía esté dividida en tres carriles para el tránsito en ambos sentidos, los vehículos deberán ser conducidos por el carril de la extrema derecha. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al realizar maniobras de rebase, lo hizo sin conservar su extrema derecha de la vía.)

Artículo 100. Cuando el conductor de un vehículo circule en una vía de dos carriles con circulación en ambos sentidos, deberá tomar su extrema derecha al encontrarse un vehículo que transite en sentido opuesto. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, no tomó su extrema derecha —invadió el carril de circulación contrario— al encontrar a otro vehículo que transitaba en sentido opuesto y sobre su carril de circulación correspondiente.)

Artículo 101. Cuando un vehículo transite en una vía de cuatro o más carriles con circulación en ambos sentidos, no deberá ser conducido por el lado izquierdo de la línea central de la vía. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, lo hizo sin el debido cuidado, transita indebidamente por el lado izquierdo de la línea central divisoria de sentido de circulación o de rumbo contrario al normal establecido.)

Artículo 102. En vías de tres carriles con circulación en ambos sentidos, ningún vehículo deberá ser conducido por el carril de la extrema izquierda y sólo podrá utilizar el carril central en los siguientes casos: 1) para adelantar a otro vehículo, siempre y cuando el carril central esté libre de vehículos en sentido opuesto, en un tramo que le permita ejecutar la maniobra con seguridad. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al efectuar maniobras de rebase

por su lado izquierdo en vía de tres carriles y circulación en ambos sentidos, lo hizo sin el debido cuidado ya que no se percató si podría efectuar dicha maniobra con seguridad.)

2) Para dar vuelta a la izquierda. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al realizar maniobras para dar vuelta a su izquierda en vía de tres carriles con circulación en ambas direcciones, no tomó previamente el carril correspondiente o no cedió el paso a los vehículos que circulaban en sentido opuesto y sobre su carril de circulación correspondiente.)

Artículo 103. Para transitar en derredor de una plataforma circular, los vehículos deberán ser conducidos y dejar a la izquierda el centro de la misma. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al circular en rededor de una plataforma, lo hizo indebidamente sobre el carril izquierdo del centro de la misma.)

Artículo 104. Cuando la superficie de rodamiento de una vía esté dividida longitudinalmente por un espacio o una barrera, ningún vehículo transitará o cruzará por el lugar divisorio ni se estacionará en éste. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al conducir con el mismo, lo hizo invadiendo el espacio divisorio de la vía —marcas pintadas o barrera—, en una zona no destinada para la circulación de vehículos.)

#### *Obligación de ceder el paso*

Artículo 105. Al acercarse un vehículo de emergencia que lleve señales luminosas y audibles especiales, o un vehículo de la policía que use señales audibles solamente, los conductores de otros vehículos cederán el paso al de emergencia, y ocuparán una posición paralela y lo más cercana posible al extremo del carril derecho o a la acera, fuera de la intersección, y si fuese necesario, se detendrán manteniéndose inmóviles hasta que haya pasado el vehículo de emergencia. Tienen preferencia de paso los vehículos destinados a los siguientes servicios: bomberos, ambulancias, policía federal preventiva y local. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC no cedió el

paso al vehículo de emergencia con placas 345-DEF que circulaba con señales audibles y luminosas.)

Artículo 106. En intersecciones o zonas marcadas de paso de peatones, donde no haya semáforos ni agentes que regulen la circulación, los conductores cederán el paso a los peatones que se encuentren sobre la parte de la superficie de rodamiento correspondiente al sentido de circulación del vehículo; en vías de doble circulación donde no haya refugio central para peatones deberán también ceder el paso a los que se aproximen provenientes de la parte de la superficie de rodamiento correspondiente al sentido opuesto. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC no dio el paso al peatón que se encontraba sobre la superficie de rodamiento y que cruzaba sobre una zona destinada para tal efecto.)

Artículo 107. El conductor de un vehículo que se acerque a una intersección, cederá el paso a todo vehículo que ya se encuentre ostensiblemente dentro de dicha intersección. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al efectuar el cruzamiento de una intersección, no cedió el paso al vehículo con placas 456-CBD, que ya se encontraba ostensiblemente dentro de dicha intersección.)

Artículo 108. Cuando dos vehículos se acerquen simultáneamente a una intersección, procedentes de vías diferentes, el conductor que vea al otro aproximarse por su lado derecho cederá el paso. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al efectuar el cruzamiento de una intersección sin señalamientos restrictivos de tránsito y con calles de las mismas dimensiones, no concedió el paso al vehículo con placas 456-DEF, que desembocaba a la intersección por su lado derecho y, por tanto, con preferencia de paso. Nota: este artículo no menciona si alguna de las arterias es más ancha, si son de las mismas dimensiones o si existe en alguna mayor afluencia vehicular, por lo cual debe tenerse cuidado al utilizarlo.)

Artículo 109. Aunque los dispositivos para el control de tránsito lo permitan, queda prohibido avanzar sobre una intersección cuando adelante no haya espacio suficiente para que el vehículo deje libre

la intersección. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al efectuar el cruzamiento de una intersección, avanzó sin poder cruzar en su totalidad, interponiendo y obstruyendo el paso del vehículo con placas 456-DEF, que circulaba sobre la arteria que no se encontraba obstruida.)

Artículo 110. El conductor que tenga que cruzar la acera para entrar o salir de una cochera, estacionamiento o calle privada, deberá ceder el paso a peatones y vehículos. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al entrar o salir de una cochera —estacionamiento o calle privada—, no cedió el paso al peatón que caminaba sobre la banqueta o no concedió el paso al vehículo que transitaba sobre el arroyo de circulación al cual se incorporaba.)

Artículo 111. Tienen preferencia de paso los vehículos que se desplazan sobre rieles, respecto a los demás. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al efectuar el cruzamiento de vías del ferrocarril lo hizo interponiéndose a la circulación del tren, que circulaba con preferencia de paso.)

Cuando existen señalamientos. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al efectuar el cruzamiento de vías del ferrocarril hizo caso omiso de los señalamientos de “alto”, “ceda el paso”, “precaución vías de ferrocarril” “cuidado con el tren”, etcétera, que regían para su circulación.)

#### *Reducción de velocidad y cambio de dirección*

Artículo 112. Ningún conductor de vehículos deberá frenar bruscamente, a menos que razones de seguridad lo obliguen a ello. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al frenar bruscamente, lo hizo sin el debido cuidado, y puso en riesgo a los ocupantes de su vehículo y a otros usuarios de la vía.)

Artículo 114. Para dar vuelta en una intersección, los conductores lo harán con precaución, cediendo el paso a los peatones y procederán como sigue: (El conductor del vehículo con placas 103-XDF, al

dar vuelta a la derecha o izquierda, no cedió el paso al peatón que efectuaba el cruzamiento del arroyo de circulación al cual pretendía incorporarse.)

1) Vuelta a la derecha: tanto el movimiento para colocarse en posición como la propia maniobra, se harán tomando el extremo derecho del carril adyacente a la acera o a la orilla de la vía. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al dar vuelta a la derecha, no tomó previamente su carril extremo correspondiente.)

2) Vuelta a la izquierda: a) en cualquier intersección donde el tránsito sea permitido en ambos sentidos en cada una de las vías que se cruzan, la aproximación del vehículo deberá hacerse sobre la mitad derecha de la vía, junto a la raya central y, después de entrar a la intersección, cederá el paso a los vehículos que circulen en sentido contrario por la vía que abandona, se dará vuelta a la izquierda de tal manera que al salir de la intersección, se coloque inmediatamente a la derecha de la raya central de la vía a la que se ha incorporado. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al dar vuelta a la izquierda, no se colocó previamente sobre la mitad derecha de la vía junto a la raya central delimitadora de circulación.)

b) En vías de circulación en un solo sentido, tanto el movimiento para colocarse en posición como la vuelta, se harán tomando el extremo del carril izquierdo adyacente a la acera o a la orilla de la vía. (El conductor del vehículo con placas 0992-PLK, al conducir y realizar maniobras direccionales de dar vuelta a la izquierda, no tomó previamente su carril extremo izquierdo correspondiente.)

c) De una vía de un sentido a otra de doble, se hará la aproximación tomando el extremo del carril izquierdo adyacente a la acera o a la orilla de la vía y después de entrar a la intersección, se dará vuelta a la izquierda de tal manera que al salir de aquélla, se coloque inmediatamente a la derecha de la raya central de la vía a la que se ha incorporado. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al manejar y realizar maniobras direccionales de dar vuelta a la iz-

quierda, no tomó previamente su carril extremo correspondiente; o al dar vuelta a la izquierda e incorporarse a otra vía lo hizo invadiendo el carril opuesto al de su circulación; o no situándose en el carril del lado derecho de la raya central delimitadora de sentido de circulación, lo hizo invadiendo el sentido opuesto al de su circulación.)

d) De una vía de doble sentido a la otra de uno solo, la aproximación deberá hacerse sobre la mitad derecha de la vía junto a la raya central y, después de entrar a la intersección, se dará vuelta a la izquierda de tal manera que al salir de aquélla, se coloque en el extremo del carril izquierdo adyacente a la acera o a la orilla de la vía a la que se ha incorporado. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al realizar maniobras direccionales de dar vuelta a la izquierda, no se colocó a la izquierda de la vía a la que se incorporó.)

Artículo 115. Ningún conductor deberá dar vuelta en “u” para colocarse en sentido opuesto, en o cerca de una curva o una cima, donde su vehículo no pueda ser visto por otro conductor desde una distancia de seguridad, de acuerdo con la velocidad máxima permitida en la vía. (El conductor del vehículo con placas 107-RDF, al realizar maniobras direccionales de dar vuelta en “u”, lo hizo por un lugar no permitido para dicha maniobra —curva, cima, etcétera—, o bien, lo realizó sin la debida precaución, y debiendo ceder el paso al vehículo con placas 312-LFK, el cual circulaba por la misma vía, en sentido opuesto y en línea recta.)

#### *Límites de velocidad*

Artículo 118. Los límites máximos de velocidad, cuando no haya señales que indiquen otros, son los siguientes en kilómetros por hora: (El conductor del vehículo con placas 123-ABC conduce a una velocidad mayor a la permitida en esa zona.)

Artículo 119. No obstante los límites señalados en el artículo anterior o los que indiquen señales, deberá limitarse la velocidad tomando en cuenta las condiciones del tránsito, del camino, de la vi-

CUADRO VII.1.

	Ómnibus	Camiones
En zonas urbanas	50	50
En zonas rurales (de día)	90	80
En zonas rurales (de noche)	80	70
Vehículos con peso total no mayor 3 500 kg.		
	<i>Sin remolque</i>	<i>Con remolque</i>
En zonas urbanas	50	50
En zonas rurales (de día)	100	70
En zonas rurales (de noche)	90	70

sibilidad, del vehículo y del propio conductor. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC conducía a una velocidad mayor a la permitida en esa arteria, debiéndola haber limitado a las condiciones de seguridad requeridas por el camino, la visibilidad, el vehículo y el propio conductor.)

Artículo 121. En pendiente descendente, se deberá controlar la velocidad con el motor, por lo que se prohíbe transitar con la caja de velocidad en punto neutral o con el pedal de embrague oprimido. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al conducir en pendiente descendente, lo hizo con el pedal de frenos embragado indebidamente, no regulando la velocidad por medio del motor.)

Artículo 122. Queda prohibido adelantar a cualquier vehículo que se haya detenido frente a una zona de paso para peatones, marcada o no, para permitir que un peatón cruce la vía. (El conductor del vehículo con placas 122-ABC, al adelantar a un vehículo estático, donde existe zona de paso para peatones, lo hizo indebidamente y sin permitir el cruzamiento de éstos por dicha zona con toda seguridad.)

Artículo 124. El conductor de un vehículo que circule en el mismo sentido que otro, en una vía de dos carriles y circulación en ambos sentidos, podrá adelantar por la izquierda sujetándose a las reglas

siguientes: 1) deberá anunciar su intención con luz direccional y además, con señal audible durante el día y cambio de luces durante la noche; lo pasará por la izquierda a una distancia segura y tratará de volver al carril de la derecha tan pronto como le sea posible, pero hasta llegar a un espacio razonable y sin obstruir la marcha del vehículo adelantado. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al realizar maniobras de rebase y tratar de incorporarse a su carril, se interpuso a la circulación que en línea recta y sobre su carril llevaba el vehículo que lo rebasó.)

2) Sin perjuicio de lo dispuesto en el inciso anterior, todo conductor debe, antes de efectuar un adelantamiento, cerciorarse de que ningún otro que le siga ha iniciado la misma maniobra. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al efectuar maniobras de rebase, lo hizo sin el debido cuidado ya que no se percató que el vehículo que le seguía había iniciado ya la misma maniobra.)

3) El conductor de un vehículo que vaya a ser adelantado por la izquierda deberá tomar su carril derecho a favor del vehículo que lo adelante, ya sea anunciando con señal audible, luz direccional o cambio de luces o por haber advertido su intención, y no deberá aumentar la velocidad hasta que haya sido completamente adelantado por el vehículo que lo pasó. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al ser rebasado por otro vehículo, no tomó su extremo derecho para permitir que ingresara al carril de circulación normal.)

Cuando la anchura de la superficie de rodamiento es insuficiente, su perfil o su estado lo permitan, teniendo en cuenta la densidad de la circulación en sentido contrario, adelantar con facilidad y sin peligro a un vehículo lento, de grandes dimensiones u obligado a respetar el límite de velocidad, el conductor de este último vehículo deberá reducir su velocidad y, si fuere necesario, apartarse cuanto antes para dejar paso a los vehículos que le sigan. (El conductor del vehículo con placas 867-KBC, al ser rebasado por otro, no tomó su extremo derecho para permitir que ingresara al carril de circulación

normal, además de que no redujo la velocidad de su vehículo para que otros realizaran la maniobra con seguridad.)

4) Solamente podrá efectuarse la maniobra de adelantamiento cuando el carril de la izquierda ofrezca clara visibilidad y esté libre de tránsito proveniente del sentido opuesto, en una longitud suficiente que permita la salida sin impedir la marcha normal del vehículo que pudiera venir en sentido opuesto. (El conductor del vehículo con placas 487-LKC, al efectuar maniobras de rebase, lo hizo sin el debido cuidado ya que no contaba con la suficiente visibilidad y sin calcular la distancia suficiente que le permitiera realizar la salida, e invadir el carril de sentido opuesto, cuando por dicho carril se aproximaba el vehículo con placas 456-HJK.)

Artículo 125. Ningún conductor de un vehículo podrá adelantar a otro por la izquierda del centro de la vía de dos carriles y circulación en ambos sentidos, en las condiciones siguientes: 1) cuando el vehículo esté subiendo una pendiente o entre a una curva; donde el conductor tenga obstruida la visibilidad en una distancia que signifique el peligro, si viniera otro vehículo en sentido opuesto. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al realizar maniobras de rebase, lo hizo sin el debido cuidado al encontrarse próximo a una cima, pendiente o curva que le permitiera realizar dicha maniobra con seguridad.)

2) Cuando el vehículo llegue a una distancia peligrosa de una intersección, cruce de ferrocarril, puente, túnel o paso a desnivel. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al hacer movimientos de rebase, lo hizo indebidamente a una distancia peligrosa de un crucero o paso de ferrocarril —puente, túnel o paso a desnivel.)

Artículo 126. El conductor de un vehículo podrá adelantar por la derecha a otro que transite en el mismo sentido, sólo en los casos siguientes: 1) cuando el vehículo alcanzado esté a punto de dar vuelta a la izquierda. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al efectuar maniobras de rebase, lo hizo indebidamente por

el lado izquierdo en carril contrario cuando el otro vehículo realizaba maniobras de vuelta a su izquierda.)

2) En vías de dos o más carriles en el mismo sentido.

Artículo 127. Queda prohibido adelantar vehículos por el acotamiento. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al efectuar maniobras de rebase, lo hizo indebidamente por una zona no destinada para tal fin.)

Artículo 128. No será considerado como adelantamiento, para los efectos del presente capítulo, cuando, cubiertos todos los carriles de circulación, los vehículos de una fila transiten más de prisa que los de otra.

#### *Parada y estacionamiento*

Artículo 129. Cuando se pare o estacione un vehículo deberán observarse las siguientes reglas: 1) el vehículo deberá quedar orientado en el sentido de la circulación, con las ruedas paralelas a la orilla de la vía, excepto cuando se disponga el estacionamiento en ángulo; a) en zonas urbanas, las ruedas contiguas a la acera deberán quedar a no más de 0.30 metros, de ésta. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionarlo, lo hizo parcialmente con sus neumáticos sobre la acera.)

b) En zonas rurales, el vehículo deberá quedar fuera de la superficie de rodamiento. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al acomodarlo, lo hizo indebidamente, e invade parcialmente sobre la superficie de rodamiento.)

c) Cuando el vehículo quede estacionado en pendiente, las ruedas delanteras deberán quedar dirigidas hacia la orilla de la vía. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al colocarlo, en pendiente, no se percató de que sus neumáticos quedaran dirigidos hacia la orilla de la vía.)

Si el vehículo pesa más de 3 500 kg deberá calzarse con cuñas. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionar, lo hizo sin el debido cuidado ya que permitió que dicho vehículo se desplazara al no calzarlo con cuñas u otros dispositivos de seguridad.)

2) De noche deberán quedar encendidas las lámparas de estacionamiento, excepto en zonas urbanas cuando haya suficiente iluminación, para distinguir una persona u objeto desde la distancia de 300 metros o cuando, en zonas rurales, el vehículo quede a una distancia mayor de dos metros de la superficie de rodamiento. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionarlo, lo hizo sin utilizar lámparas de estacionamiento que permitieran percatarse a otros usuarios de la vía, de su presencia y quedar indebidamente a una distancia menor de dos metros de la zona de rodamiento.)

3) Cuando se retire del vehículo, apagará el encendido del motor, recogerá la llave, aplicará el freno de estacionamiento y cerrará las puertas con llave. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al acomodarlo, lo hizo sin el debido cuidado, ya que dejó funcionando el motor de su vehículo y sin freno de estacionamiento y permitió que dicho vehículo se desplazara.)

Artículo 130. Todo conductor de transporte escolar está obligado a poner en funcionamiento los dispositivos luminosos especiales, cuando se detenga en la carretera para recibir o dejar escolares y no deberá hacerlo en ninguna otra circunstancia. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al detenerse para dejar o recibir escolares, lo hizo sin poner en funcionamiento los dispositivos luminosos de seguridad.)

Artículo 131. Todo conductor, al alcanzar o encontrar un vehículo de transporte escolar detenido en la carretera para recibir o dejar su pasaje, detendrá el vehículo al aproximarse al transporte escolar, cuando esté funcionando en este último la señal luminosa correspondiente, y no emprenderá la marcha hasta que dicha señal deje de funcionar. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al

conducir y encontrar a un camión escolar detenido (con sus señalamientos luminosos funcionando), efectuó maniobras de rebase sin la debida precaución.)

Artículo 132. El conductor que por causa de fuerza mayor tuviere que parar en la superficie de rodamiento de una carretera, lo hará procurando ocupar el mínimo posible de dicha superficie, dejando una distancia de visibilidad suficiente en ambos sentidos, de inmediato colocará sobre la vía los dispositivos de advertencia reglamentarios, como a continuación se indica: 1) si la vía es de un solo sentido, se colocará un dispositivo a 30 metros hacia atrás, en el centro del carril que ocupa el vehículo. (El conductor del vehículo con placas 123-CB1, al estacionarlo, no colocó los dispositivos de advertencia reglamentarios a 30 metros atrás del vehículo y sobre el centro del carril que ocupaba éste, que indicaran la presencia del vehículo a los usuarios de la vía.)

2) Si la vía es de circulación en ambos sentidos, se colocará, además, otro dispositivo a 30 metros hacia adelante, en el centro del carril que ocupa el vehículo. (El conductor del vehículo con placas 123-CB1, al acomodarlo, no colocó los dispositivos de advertencia reglamentarios a 30 metros adelante del automóvil y sobre el centro del carril que ocupaba éste, que indicaran de la presencia del vehículo a los usuarios de la vía.)

3) Si el vehículo tiene más de dos metros de ancho, deberá colocarse atrás un dispositivo adicional a no menos de tres metros del mismo y a una distancia tal de la orilla derecha que la superficie de rodamiento indique la parte de ésta que esté ocupando el vehículo. (El conductor del vehículo con placas 123-CB1, al estacionarlo, no colocó los dispositivos de advertencia reglamentarios a 30 metros atrás y adelante del vehículo y sobre el centro del carril, así como un señalamiento adicional que indicara el espacio que ocupaba el vehículo en la zona de rodamiento.)

4) Cuando no hubiese sido posible estacionarse a más de 150 metros de una curva, cima o cualquier otra obstrucción para la visibi-

lidad, el dispositivo de advertencia hacia la curva, cima u otro impedimento, se colocará a una distancia de 30 a 150 metros del vehículo, de modo que advierta a los demás conductores del peligro. De día deberán usarse las banderolas o su equivalente. De noche las lámparas, reflectantes o antorchas, en este último caso, deberán emplearse previamente las luces de bengala. (El conductor del vehículo con placas 123-ABC, al estacionar el mismo, lo hizo indebidamente a una distancia menor a 150 metros de una curva o cima, lugar donde el campo visual de los demás conductores era reducido. El conductor del vehículo con placas 123-CB1, al estacionarlo, no colocó los dispositivos de advertencia reglamentarios a 30 y 150 metros atrás del vehículo, que indicaran la presencia de éste a los usuarios de la vía.)

Artículo 133. Las mismas reglas señaladas en el artículo anterior deben observar los conductores de vehículos de más de dos metros de ancho que se estacionen, por causa de fuerza mayor, fuera de la superficie de rodamiento y a menos de dos metros de ésta, con la salvedad de que los dispositivos de advertencia serán colocados en la orilla de la superficie de rodamiento. (El conductor del vehículo con placas 123-CB1, al estacionarlo fuera de la superficie de rodamiento, no colocó los dispositivos de advertencia reglamentarios atrás del vehículo y junto a la zona de rodamiento que indicaran de la presencia de éste a los usuarios de la vía.)

Artículo 134. Ninguna persona parará o estacionará un vehículo en los siguientes lugares: 1) Sobre la acera. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al acomodarlo, lo hizo indebidamente sobre la acera de uso exclusivo para peatones.)

2) Al lado de un vehículo parado o estacionado a la orilla de la vía (doble fila). (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionarlo, lo realizó indebidamente colocándolo en doble fila.)

3) Frente a una entrada de vehículos. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionar éste, lo hizo indebidamente en una entrada de vehículos.)

4) Entre una zona de seguridad y la acera adyacente, o a menos de 10 metros atrás o delante de ese lugar. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionar el mismo, lo hizo indebidamente en un lugar considerado como zona de seguridad.)

5) A menos de cinco metros de la entrada de una estación de bomberos o en la orilla opuesta a menos de 25 metros. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionar éste, lo realizó indebidamente a menos de cinco metros de la entrada de una estación de bomberos o a menos de 25 metros en la orilla opuesta de la estación de bomberos.)

6) A menos de 10 metros antes de una señal de alto o semáforo. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionarlo, lo hizo indebidamente a menos de 10 metros de una señal de alto del semáforo que regía para su circulación.)

7) En una zona de cruce para peatones o a menos de cinco metros de ella. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionar éste, lo realizó indebidamente en un tramo de menos de cinco metros de una zona de cruce para peatones.)

8) En una zona de parada de vehículos de servicio público de pasajeros o a menos de cinco metros de la misma. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionarlo, lo hizo indebidamente a menos de cinco metros de una parada de servicio público de pasajeros.)

9) En una intersección o a menos de cinco metros de la misma. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionarlo, lo realizó indebidamente en una intersección o a menos de cinco metros de ésta.)

10) Frente a la entrada o salida de una vía de acceso. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionar dicho vehículo, lo hizo indebidamente frente a una entrada o salida de una vía de acceso controlado.)

11) En los lugares en los que, al estacionar el vehículo, se impedirá a los usuarios la visibilidad de las señales de la carretera. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionar éste, lo hizo indebidamente, impidiendo la visibilidad de los señalamientos de la carretera.)

12) Junto a una excavación u obstáculo de tal modo que al hacerlo dificulte el tránsito. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionarlo, lo hizo indebidamente junto a un obstáculo dificultando el tránsito de vehículos.)

13) Sobre cualquier puente u otra estructura elevada de una carretera o en el interior de un túnel. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al manejar éste, lo hizo indebidamente sobre el puente o en el interior de un túnel.)

14) Sobre una vía férrea, o tan cerca de ella que constituya un peligro. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionarlo, lo hizo indebidamente cerca de una vía férrea, y pone en peligro su integridad física y demás usuarios.)

15) A menos de 15 metros del riel más cercano de un cruce ferroviario. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionar dicho vehículo, lo hizo indebidamente a menos de 15 metros del riel más cercano con respecto a su vehículo.)

16) A menos de 150 metros de un vehículo estacionado en el lado opuesto de una carretera de dos carriles con doble sentido de circulación. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionarlo, lo hizo indebidamente a menos de 150 metros de otro vehículo que se encontraba parado en el lado opuesto de la vía.)

17) A menos de 150 metros de una curva o cima. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al estacionarlo, lo hizo indebidamente a menos de 150 metros de una curva o cima, donde el campo visual para los demás conductores era reducido.)

Artículo 136. Ninguna persona deberá abrir las portezuelas de un vehículo por el lado de la circulación, excepto los conductores, que sólo podrán abrir la que les corresponde sin entorpecer la circulación y no la mantendrán abierta por mayor tiempo que el estrictamente necesario para su ascenso o descenso. Queda prohibido a los demás ocupantes del vehículo dejar abiertas las portezuelas o abrirlas, sin cerciorarse antes de que no existe peligro para otros usuarios de la vía. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al abrir la portezuela de su vehículo, lo hizo sin el debido cuidado ya que no se cercioró previamente de que la podía abrir con toda seguridad para él y para otros usuarios de la vía; o el conductor del vehículo con placas 123-LB1 permitió que su acompañante abriera la puerta del vehículo sin cerciorarse previamente de que lo podía hacer con toda seguridad.)

Artículo 137. Para el ascenso y descenso de pasajeros, los conductores deberán detener sus vehículos junto a la orilla de la vía, de tal manera que aquéllos no tengan que pisar la superficie de rodamiento; en zonas rurales deberán hacerlo en los lugares destinados para el efecto (paraderos) y a falta de éstos, fuera de la superficie de rodamiento. (El conductor del vehículo con placas 123-LB1, al realizar maniobras de ascenso o descenso de pasajeros, lo hizo sin el debido cuidado, dentro de la zona de rodamiento o en carriles interiores de la vía.)

Artículo 138. Todo conductor, al aproximarse a un cruce de ferrocarril, deberá hacerlo a velocidad moderada y no cruzará la vía férrea hasta cerciorarse de que no se aproxima ningún vehículo que circule sobre rieles. (El conductor del vehículo con placas 123-AC2, al realizar el cruzamiento de rieles, lo hizo sin cerciorarse previamente que no viniera algún vehículo sobre la vía.)

Artículo 139. El conductor que se aproxime a un cruce de ferrocarril deberá, en los siguientes casos, detenerse a una distancia no menor de cinco metros del riel más cercano y no reanudará su marcha hasta que pueda hacerlo con seguridad. (El conductor del

vehículo con placas 123-AC2, al aproximarse al cruce de vías de ferrocarril, lo hizo sin detenerse a menos de cinco metros del riel más cercano.)

- 1) Cuando haya una señal mecánica o eléctrica que dé aviso de que se acerca un tren. (El conductor del vehículo con placas 123-AC2, al realizar el cruzamiento de vías de ferrocarril, hizo caso omiso de la señal restrictiva que le indicaba detenerse.)
- 2) Cuando una barrera se baje o un banderero haga señal de alto. (El conductor del vehículo con placas 123-AC2, al efectuar el cruzamiento de vías de ferrocarril, hizo caso omiso de la señal restrictiva de "alto" del banderero que le indicaba detenerse —la barrera que le indicaba hacer alto.)
- 3) Cuando un tren en marcha se encuentre aproximadamente a 500 metros del cruce o emita una señal audible y, a causa de su velocidad, constituya un peligro. (El conductor del vehículo con placas 123-AC2, al realizar el cruzamiento de vías de ferrocarril, hizo caso omiso de la señal audible o visible del ferrocarril que se aproximaba al cruce.)
- 4) Cuando haya obstrucciones que impidan ver que se aproxima un tren. (El conductor del vehículo con placas 123-AC2, al hacer el cruzamiento de vías de ferrocarril, lo hizo sin el debido cuidado, ya que no realizó alto total para cerciorarse de que no se aproximara al crucero el ferrocarril.)
- 5) Cuando haya una señal de alto. (El conductor del vehículo con placas 123-AC2, al efectuar el cruzamiento de vías de ferrocarril, hizo caso omiso de la señal restrictiva de "alto" que regía para su circulación.)
- 6) Cuando el vehículo que conduzca sea de servicio público de pasajeros, ómnibus o transporte sustancias explosivas o inflamables, en este caso deberá proseguir de modo que no tenga que hacer cambio

de velocidades al cruzar los rieles. Ningún conductor deberá franquear una barrera de cruce de ferrocarril mientras esté cerrada o en proceso de cerrarse. (El conductor del vehículo con placas 123-AC2, al realizar el cruzamiento de vías de ferrocarril, lo hizo franqueando indebidamente la barrera del cruce de ferrocarril.)

**Artículo 140.** Ningún conductor deberá demorarse innecesariamente al cruzar una vía férrea, en caso de inmovilización forzosa de un vehículo sobre rieles, su conductor deberá esforzarse por colarlo fuera de ellos y, si no lo consiguiere, deberá adoptar inmediatamente todas las medidas a su alcance para que los maquinistas, de los vehículos que circulen sobre rieles, sean advertidos de la existencia del peligro con la suficiente antelación. (El conductor del vehículo con placas 123-AC2, al hacer el cruzamiento de vías de ferrocarril, y quedarse inmovilizado o detenerse sobre ellas, lo hizo sin que advirtiera al conductor del ferrocarril de su presencia sobre estas vías a una distancia considerable para que se pudiera detener dicho tren.)

**Artículo 141.** Antes de pasar un cruce de ferrocarril con maquinaria o equipo autopropulsado o remolcado, cuya estructura de suspensión tenga un claro vertical menor de 0.22 metros medido arriba de la superficie del camino, o su sistema de traslación pueda poner en peligro la vía férrea, el conductor deberá solicitar autorización al jefe de la estación más próxima, a fin de que se tomen las medidas de protección apropiadas para el cruzamiento. (El conductor del vehículo con placas 123-AC2, al realizar el cruzamiento de vías de ferrocarril, lo hizo sin el debido cuidado; está dañando con sus partes bajas las vías férreas, o quedando inmovilizado sobre las vías del ferrocarril.)

#### *Privilegios para vehículos de emergencia*

**Artículo 142.** Los conductores de vehículos de emergencia pueden hacer uso de los siguientes privilegios: 1) estacionarse o detenerse independientemente de lo que se establece en este regla-

mento; 2) Proseguir con luz roja de semáforo o señal de alto, pero después de reducir la velocidad. (El conductor del vehículo de emergencia con placas AZ-78 sin llevar señales luminosas o auditivas especiales, y efectuar el cruzamiento de una intersección con señalamiento de “alto” para su circulación, lo hizo sin reducir la velocidad de su vehículo.)

3) Exceder los límites de velocidad. (El conductor del vehículo de emergencia con placas AZ-78, sin llevar señales luminosas o auditivas especiales, y efectuar el cruzamiento de una intersección, lo hizo a una velocidad mayor a la permitida en dicha arteria por donde circulaba.)

**Artículo 143.** Los privilegios que se conceden a un conductor de vehículos de emergencia rigen sólo cuando esté haciendo uso de señales luminosas o auditivas especiales, como se establece en este reglamento, a menos que se trate de un vehículo de policía que no necesariamente debe exhibir una luz roja en el frente.

**Artículo 144.** Queda prohibido a los conductores de los vehículos mencionados hacer uso de señales luminosas o auditivas especiales cuando no viajan en emergencia. (El conductor del vehículo de emergencia con placas AZ-78, al conducir lo hacía con señales auditivas y luminosas indebidamente cuando no realizaba emergencia alguna al momento del hecho.)

**Artículo 145.** Las disposiciones anteriores no relevan a los conductores de vehículos de emergencia de la obligación que tienen de manejar con la debida precaución, tendentes a proteger a las personas y a los bienes. (El conductor del vehículo de emergencia con placas AZ-78, al manejar lo hacía sin la debida precaución, y poniendo en peligro a los usuarios de la vía.)

**Artículo 146.** Las disposiciones de este capítulo no serán aplicables a trabajadores, vehículos u otro equipo mientras se encuentran ejecutando una labor en la vía; pero se aplicarán cuando transiten hacia o desde el lugar de trabajo.

### *Conducción de bicicletas y motocicletas*

Artículo 147. Los conductores de bicicletas o motocicletas tienen todos los derechos y están sujetos a todas las obligaciones establecidas en este reglamento para los conductores de toda clase de vehículos, excepto los que por su naturaleza no sean aplicables y deberán observar además, las disposiciones que se expresan en los siguientes artículos:

Artículo 148. Queda prohibida la conducción de bicicletas en la vía pública a menores de 12 años y la de motocicletas a menores de 18 años. (El conductor de la bicicleta con placas 12-ZX, al conducir en la vía pública lo hacía indebidamente, ya que cuenta con menos de 12 años —para motocicletas a menores de 18 años.)

Artículo 149. El conductor de una bicicleta o motocicleta deberá ir debidamente colocado en el asiento fijo a la estructura, diseñado para tal fin, con una pierna a cada lado del vehículo y mantener sujeto el manubrio con ambas manos. (El conductor de la bicicleta o motocicleta con placas 12-ZX, al manejar lo realiza sin estar debidamente sujeto del manubrio y fuera del asiento para su segura conducción, y permite que otro de los ocupantes maniobre el vehículo.)

Artículo 150. En las bicicletas y motocicletas podrán viajar únicamente el número de personas que ocupen asientos especialmente acondicionados para tal objeto, según conste en la tarjeta de circulación. (El conductor de la bicicleta o la motocicleta con placas 12-ZX, al conducir lo hacía sin el debido cuidado, ya que accedió que lo acompañaran mayor número de personas permitidas y que le impedían maniobrabilidad para la conducción de su vehículo.)

Artículo 151. Queda prohibido al conductor de una bicicleta o motocicleta asirse o sujetar éstas a otro vehículo que transite en la vía pública. (El conductor de la bicicleta o motocicleta con placas 12-ZX, al manejar lo realiza sin el debido cuidado, sujetándose indebidamente a otro vehículo en movimiento.)

Artículo 152. Sólo podrá transportarse carga en una bicicleta o motocicleta cuando el vehículo esté especialmente acondicionado para ello, según conste en la tarjeta de circulación, y no se afecte su estabilidad, ni la visibilidad del conductor. (El conductor de la bicicleta o motocicleta con placas 12-ZX, conducía sin el debido cuidado llevando carga que le dificultaba su buena y segura conducción.)

Artículo 153. No deberá conducirse una bicicleta o una motocicleta entre los carriles de tránsito o entre hileras adyacentes de vehículos. (El conductor de la bicicleta o motocicleta con placas 12-ZX, al manejar lo realiza sin el debido cuidado ya que no se mantiene en un solo carril para su circulación.)

Artículo 154. El conductor de una bicicleta deberá transitar a la extrema derecha de la vía y proceder con el debido cuidado al pasar a un vehículo estacionado; no deberá transitar al lado de otra bicicleta, ni sobre las aceras. (El conductor de la bicicleta con placas 12-ZX, al circular lo hace sin el debido cuidado ya que lo hizo por los carriles interiores; el conductor de la bicicleta con placas 12-ZX, al conducir lo hizo sin el debido cuidado invadiendo el carril contiguo a su circulación y rebasar a un vehículo estacionado; el conductor de la bicicleta con placas 12-ZX, al manejar lo hacía sin el debido cuidado circulando por una zona no destinada para tal efecto —banqueta—, y el conductor de la bicicleta con placas 12-ZX, al conducir lo hace sin el debido cuidado, al transitar en forma paralela a otra bicicleta en el mismo carril de circulación.)

Artículo 155. Cuando exista una pista especial para bicicletas, adyacente a otra vía pública, los ciclistas no deberán transitar en esa vía. (El conductor de la bicicleta con placas 12-ZX, al manejar lo hizo indebidamente por transitar en una zona no destinada para tal efecto, ya que existe pista especial en dicho lugar para su circulación.)

Artículo 156. El conductor de una motocicleta está autorizado para el uso total de un carril de circulación y los conductores de vehícu-

los de motor de tres o más ruedas no deberán conducirlos de manera que priven al conductor de la motocicleta, de alguna parte del carril de circulación. (El conductor del vehículo con placas 122-ZX2, al conducir lo hacía sin respetar el carril de circulación de la motocicleta con placas 23-AZ, que transitaba sobre su vía correspondiente.)

Artículo 157. El conductor de una motocicleta no deberá adelantar por el mismo carril a otro vehículo de cuatro o más ruedas. (El conductor de la motocicleta con placas 23-AZ, al circular y realizar maniobras de adelantamiento lo hizo sin el debido cuidado, por el carril donde circulaba del vehículo con placas 123-AXC.)

Artículo 158. Toda persona que conduzca una motocicleta desprovista de parabrisas, deberá de usar anteojos protectores. (El conductor de la motocicleta con placas 23-AZ, al manejar lo hace sin llevar los aditamentos de seguridad para su conducción —anteojos protectores.)

*De los peatones y pasajeros*

Artículo 159. Los peatones están obligados a obedecer las indicaciones de la policía y de los dispositivos para el control del tránsito y gozarán de las preferencias que les concede el presente reglamento. (El peatón, al efectuar el cruzamiento del arroyo de circulación, lo hizo sin respetar las indicaciones del policía que se encontraba controlando el tránsito en el lugar.)

Artículo 160. Queda prohibido jugar en las vías públicas, ya sea en la superficie de rodamiento o en las aceras, así como transitar por éstas en patines, triciclos u otros vehículos similares. (El peatón se encontraba transitando indebidamente en la superficie de rodamiento sobre patines, o triciclos, etcétera.)

Artículo 161. Cuando existan aceras, estará prohibido a los peatones caminar por la superficie de rodamiento, cuando no las haya, deberán circular por el acotamiento; a falta de éste, por la orilla de

la vía; pero en ambos casos dando el frente al tránsito en las zonas rurales. (El peatón, al encontrarse caminando en el lugar, lo hacía indebidamente sobre la superficie de rodamiento.)

Artículo 162. Los peatones deberán tomar todas las precauciones al cruzar una vía y no irrumpirán intempestivamente sobre la superficie de rodamiento. (El peatón, al efectuar el cruzamiento del arroyo de circulación, lo hizo sin la debida precaución, ya que invadió intempestivamente la superficie de rodamiento.)

Artículo 163. Iniciado el cruce de una vía los peatones no deberán demorarse sin necesidad. (El peatón, al efectuar el cruzamiento del arroyo de circulación, lo hizo sin el debido cuidado deteniéndose innecesariamente dentro de la superficie de rodamiento.)

Artículo 164. Los peatones deberán transitar por la mitad derecha de las zonas de paso. (El peatón, al realizar el cruzamiento del arroyo de circulación, lo hizo fuera de la línea derecha de la zona destinada para el paso de peatones.)

Artículo 165. Todo peatón que pretenda cruzar una vía por un lugar que no sea la zona de paso marcada o por una intersección no señalada, deberá ceder el paso a todos los vehículos que, por su cercanía o velocidad, constituyan un peligro. (El peatón, al hacer el cruzamiento del arroyo de circulación, no cedió el paso al vehículo que se encontraba circulando por dicha vía, sin tomar en cuenta su cercanía o su velocidad.)

En lugares donde haya paso a desnivel para peatones éstos están obligados a usarlos. (El peatón, al efectuar el cruzamiento del arroyo de circulación, lo hizo sin usar el paso a desnivel —puente peatonal— para transeúntes.)

Ningún peatón cruzará una intersección diagonalmente, excepto en los casos en que lo permitan las indicaciones para el control del tránsito. (El peatón, al realizar el cruzamiento del arroyo de circulación, lo hizo indebidamente en forma diagonal.)

Los peatones sólo podrán cruzar una calle comprendida entre dos intersecciones controladas por semáforos, por las zonas de paso marcadas para tal efecto o por las propias intersecciones. (El peatón, al efectuar el cruzamiento de una intersección regida por semáforos, lo hizo fuera de la zona destinada para el paso de transeúntes.)

Artículo 166. Los peatones que no se encuentren en pleno uso de sus facultades y los menores de ocho años de edad, deberán ser conducidos por personas aptas al cruzar las vías; los invidentes deberán usar silbato, a fin de que un policía u otra persona les ayude, así como bastón blanco para que puedan ser distinguidos por los conductores. Las personas que padecan sordera deberán usar brazalete amarillo. (El menor o la persona discapacitada, al realizar el cruzamiento de una intersección, lo hizo sin el debido cuidado para su persona al no ser conducido o acompañado por una persona apta.)

Artículo 167. Los inválidos o niños que se desplacen en sillas de ruedas o artefactos especiales, no deberán transitar en la vía pública a mayor velocidad que la de marcha normal de los peatones.

Artículo 168. Ninguna persona debe ofrecer mercancía o servicios a los ocupantes de los vehículos, repartirles propaganda ni solicitarles ayuda económica o solicitar transportación en vehículos que no sean de servicio público autorizado. (El peatón, al encontrarse ofreciendo mercancía sobre el arroyo de circulación, lo hizo indebidamente y sin atender a la circulación de vehículos.)

Artículo 169. Los pasajeros no deberán obstruir la visibilidad del conductor o interferir los controles de manejo. (El conductor del vehículo con placas 123-AZ1, al circular con su vehículo, lo hacía permitiendo que pasajeros se encontraran en la cabina de conducción obstruyendo la visibilidad o conducción de su vehículo.)

Artículo 170. Ninguna persona deberá ocupar un remolque que transite por carretera, excepto cuando haya sido diseñado para transporte de pasajeros y aprobado por la autoridad de tránsito.

(El conductor del vehículo con placas 123-AZ1, al conducirlo, permitió indebidamente que personas viajaran en el remolque, ya que es un lugar no destinado para tal efecto.)

### Señales

Artículo 173. Las señales se clasifican en: preventivas, restrictivas e informativas, las señales se aplican a todo lo ancho de la superficie de rodamiento, no obstante, su aplicación podrá limitarse a uno o más carriles demarcados mediante rayas longitudinales y suspendiendo las señales sobre el carril en que se aplica.

1) *Señales preventivas*: tienen por objeto advertir la existencia y naturaleza de un peligro en el camino. Consisten en tableros de forma cuadrada, colocados con una de sus diagonales verticalmente, pintados de amarillo, con símbolos, caracteres y filetes en negro.

2) *Señales restrictivas*: tienen por objeto indicar la existencia de ciertas limitaciones o prohibiciones que regulan el tránsito, a excepción de las de "alto" y "ceda el paso", son tableros con una forma circular pintados de color blanco y letras, números y símbolos de color negro inscritos en un anillo de color rojo.

Cuando indican una prohibición, la señal lleva una franja diametral inclinada a 45 grados bajando hacia la derecha.

3) *Señales informativas*: tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su ruta e informarle sobre las calles o caminos que encuentre y los nombres de poblaciones, lugares de interés y sus distancias. (El conductor del vehículo con placas 123-AS1, al conducir, no respetó la señal de "alto" etcétera —restrictiva o preventiva según el caso— que regía para su circulación.)

### Marcas

Artículo 174. Las marcas son rayas, símbolos o letras de color blanco, que se pintan o colocan sobre el pavimento, estructuras, guarniciones u objetos dentro o adyacentes a las vías de circulación, a fin de indicar ciertos riesgos, regular o canalizar el tránsito o complementar las indicaciones de otras señales.

- 1) Marcas en el pavimento. *a)* Rayas longitudinales: delimitan los carriles de circulación y guían a los conductores dentro de los mismos. (El conductor del vehículo con placas 123-AZ1, al conducir el mismo, lo hacía indebidamente sobre rayas longitudinales, sin ocupar un solo carril para su circulación.)
- b)* Raya longitudinal continua sencilla: no debe ser rebasada y, por tanto, indica prohibición de cambio de carril. (El conductor del vehículo con placas 123-AZ1, al conducirlo en una vía con raya longitudinal continua sencilla, lo hacía indebidamente cambiando de carril.)
- c)* Raya longitudinal discontinua sencilla: puede ser rebasada para cambiar de carril o adelantar otros vehículos. (El conductor del vehículo con placas 123-AZ1, al manejar, lo hacía indebidamente sobre rayas longitudinales, sin ocupar un solo carril para su circulación.)
- d)* Rayas longitudinales dobles, una continua y otra discontinua: conservan la significación de la más próxima al vehículo, no deben ser rebasadas si la línea continua está del lado del vehículo, en caso contrario, pueden ser rebasadas sólo durante el tiempo que dure la maniobra para adelantar. (El conductor del vehículo con placas 123-AZ1, al conducir en una vía con rayas longitudinales dobles, una continua del lado de su trayecto y otra discontinua, lo hizo sin conservar su carril de circulación rebasando a vehículos indebidamente.)
- e)* Rayas transversales: indican el límite de parada de los vehículos o delimitan la zona de cruce de peatones, no deben ser rebasadas mientras subsista el motivo de la detención del vehículo, en cualquier caso, los cruces de peatones protegidos por estas rayas deberán franquearse con precaución. (El conductor del vehículo con placas 123-AZ1, al manejar y encontrarse en vía donde existen rayas transversales, lo hizo sin la debida precaución, invadiendo dicha zona.)
- f)* Rayas oblicuas: advierten la proximidad de un obstáculo y los conductores deben extremar sus precauciones. (El conductor del

- vehículo con placas 123-AZ1, al conducir el mismo, lo hacía sin el debido cuidado ante la proximidad de un obstáculo que marcaba la señal de rayas oblicuas.)
- g)* Rayas para estacionamiento: delimitan los espacios donde es permitido el lugar para estacionar.
- 2) Marcas en guarniciones. Guarniciones pintadas de amarillo: indican la prohibición de estacionamiento.
- 3) Letras y símbolos. *a)* cruce de ferrocarril: el símbolo F x C, advierte la proximidad de un cruce de ferrocarril, los conductores extremarán sus precauciones; *b)* para uso de carriles direccionales en intersecciones: indican al conductor el carril que debe tomar al aproximarse a una intersección, según la dirección que pretenda seguir, cuando un vehículo tome ese carril, estará obligado a continuar en la dirección indicada por las marcas.
- 4) Marcas en obstáculos. *a)* Indicadores de peligro: advierten a los conductores la presencia de obstáculos y son tableros con franjas oblicuas de color blanco y negro alternadas. las franjas pueden estar pintadas directamente sobre el obstáculo; *b)* Indicadores de alineamiento (fantasmas): son postes cortos de color blanco con una franja negra perimetral en su parte inferior y material reflectante cerca de la parte superior, delinean la orilla de los acotamientos.
- Artículo 175. Las isletas son superficies ubicadas en las intersecciones de las vías de circulación o en sus inmediaciones, delimitadas por guarniciones, grapas, rayas u otros materiales, que sirven para canalizar el tránsito o como refugio de peatones, los vehículos no deben invadir las isletas ni sus marcas de aproximación.
- Artículo 177. Los vibradores son acanalamientos de la superficie de rodamiento, transversales al eje de la vía, que advierten la proximidad de un peligro, ante esta advertencia los conductores deben disminuir la velocidad y extremar sus precauciones. (El conductor del

vehículo con placas 123-AZ1, al encontrarse en zona donde existen vibradores, lo hizo sin extremar sus precauciones, ya que no disminuyó la velocidad de su vehículo.)

### EL EXCESO DE VELOCIDAD

Se trata del estado de inseguridad del evento y los riesgos de los valores tutelados, en los que la ley no espera a que el mal se haya consumado, pues castiga, por una parte, el hecho de poner en peligro la vida e integridad corporal de las personas, y por otra, su patrimonio. En sí, el exceso de velocidad no produce ningún daño, si se lo considera aisladamente; y puede dar buen fin a un viaje efectuado en tales condiciones; sin embargo, tal hecho puede causar daños con carácter de irreparables.

No obstante lo anterior, un perito con criterio tiene el compromiso de reflexionar en sus actos con razones lógicas y al dar una opinión del resultado de tales hechos debe discernir si la velocidad a la que circulaba un vehículo fue causa determinante del hecho; esto es, la simple inobservancia de los reglamentos de tránsito no exime de culpa al conductor cuando su proceder no fue el adecuado según las circunstancias.

Por otra parte, la violación reglamentaria no debe traer como consecuencia el identificar, sin más, al autor del hecho, ya que la aplicación de un criterio riguroso en este sentido puede traer apuradas situaciones dolosas e injustas cuando la infracción no había sido la causa o el motivo del siniestro.

Tal es el caso cuando un conductor que guía un vehículo rebasa la velocidad permitida en la investigación ésta llega a ser irrelevante si se prueba adecuadamente el papel causal del otro protagonista en el hecho de tránsito, es decir, no hay razón suficiente para que un conductor sea imprudente si no hay relación de causa a efecto entre la colisión y la velocidad.

Respecto a las normas establecidas por el reglamento de tránsito, en el caso específico de la velocidad no se debe establecer esa conducta con tanta rigidez o severidad, como cuando se está ante

una violación de la norma de tránsito que se aplica efectivamente, esto es: que la causa del hecho sea ésta y no la velocidad. Cuando la causa determinante vaya acompañada de la velocidad, de modo indudable debe hacerse mención de ella.

Por tanto, y en el mismo orden de ideas, se ha señalado que el exceso de velocidad en casos de colisión causados por vehículos no ha de sujetarse a lo dispuesto por los reglamentos obsoletos de tránsito que no corresponda a las necesidades o exigencias del tráfico de vehículos, como es el caso concreto del Reglamento de Tránsito del Distrito Federal, el cual señala que en las vías primarias no debe excederse la velocidad de 70 kilómetros por hora y que en las vías secundarias la velocidad máxima permitida es de 40 kilómetros por hora. En relación con esta última, la mayor parte de las colisiones que ocurrán en este tipo de arterias, si se aplica tal cual el precepto del Reglamento de Tránsito, entonces todos los conductores por lógica serían partícipes de la causa de la colisión y, en consecuencia, éstas serían compartidas por los involucrados; por ello se sugiere que el perito tenga como norma aplicar su criterio técnico-criminalístico para establecer que la velocidad no es un agravante en la colisión, mientras ésta no sea parte de la causa.

De cualquier forma, el cálculo de la velocidad debe señalarse en las consideraciones del cuerpo del dictamen pericial y, en las conclusiones, como una nota aclaratoria siempre y cuando el exceso no sea parte de la causa; con ello, quedará mejor ilustrado el hecho y sería una contribución al prudente arbitrio del Juez, a quien le corresponde resolver sobre el grado de imprudencia o culpabilidad.

En los hechos de tránsito terrestre los factores de educación, ilustración, costumbres y conducta precedente, del conductor o conductora tipo, o sea, de una persona al frente del volante, con edad, en pleno uso de sus facultades, sobre todo de aquella buena educación que controla los nervios y el temperamento y que antepone el deber de seguridad para ella, su vida y patrimonio, así como para la vida y patrimonio de terceros, es siempre deseable un buen control mental que permita conducir sin complicaciones de ninguna clase; o bien, si presenta algún descontrol, que posea el suficiente dominio para controlarse.

Las buenas costumbres, conducta y hábitos son aspectos importantes, y sería erróneo determinar en una persona de estas características, que conduce su vehículo a una velocidad mayor de la permitida, que el origen del hecho se debió a la rapidez, más aún, cuando ésta se encuentra calculada o deducida únicamente por daños en los vehículos, sin ningún otro fundamento técnico.

Para ello se sugiere que si un vehículo circula con exceso de velocidad y ésta no es la causa que dio origen al hecho que se investiga, se señale sólo en las consideraciones técnicas o como una nota en las conclusiones.

#### EL ESTADO DE EBRIEDAD

El alcohol es un depresor del sistema nervioso central y es la droga de más alto consumo que cuenta con un mayor número de adictos debido a que las bebidas que lo contienen gozan de gran aceptación social y su consumo se encuentra muy arraigado en nuestra cultura. El alcohol etílico que contienen las bebidas alcohólicas se crea por la fermentación de los azúcares y levaduras y es lo que produce la embriaguez.

El abuso en el consumo de bebidas provoca una serie de conflictos en la comunidad, pues se vincula estrechamente con diversos problemas de salud pública, así como con un alto porcentaje de muertes ocurridas en accidentes automovilísticos; como ejemplo de esta adicción, nuestro país se consternó por la gran cantidad de personas muertas y lesionadas por motivo de los percances derivados por el tránsito de vehículos por año. Según las estadísticas, es elevado el porcentaje de los mal llamados "accidentes", cuando las bebidas embriagantes tuvieron un papel importante.

Un hombre con adicción a las bebidas embriagantes quizá no conduzca bien su vehículo, aun cuando opte por manejarlo en estado lúcido; pero habrá casos en los cuales en una colisión de vehículos ésta no sea la causa determinante, como en el caso de la velocidad. Concretando, aun cuando el conductor se encuentre en estado de ebriedad en el momento de ocurrir la colisión, éste no incide en la causa si esta circunstancia no ha influido en forma alguna en la producción del suceso.

## VIII. PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

### GENERALIDADES

LA FINALIDAD de este capítulo es describir los principios de la conducción a la defensiva, así como sugerir precauciones que ayudará a evitar a los conductores distraídos y a manejar situaciones de potencial riesgo para la vida.

Los hechos de tránsito, con su secuela innecesaria de muertes, lesiones personales y daños materiales, nos afectan a todos y se constituyen en uno de los principales problemas de nuestra sociedad; la solución no es simple, y el problema debe ser atacado mediante un programa bien instrumentado que movilice todos los recursos constructivos de nuestra comunidad nacional.

A pesar de que la responsabilidad por el control de la circulación de vehículos recae en las instituciones oficiales, el individuo también desempeña un papel vital, puesto que su seguridad inmediata y la de sus acompañantes está en gran medida en sus manos; muchos de los problemas de seguridad que surgen durante un viaje de rutina pueden ser afrontados directa y eficientemente mediante la buena conducción.

Existen, sin embargo, otros factores que no están bajo su control —las condiciones del camino, los límites de velocidad, etcétera, que pueden influir en su viaje—; para bien o para mal, la responsabilidad de estos factores recae en las instituciones oficiales, la eficiencia con que éstas puedan hacerles frente, dependerá del grado de entendimiento ciudadano y del apoyo que reciba la seguridad en cualquier lugar.

Usted puede contribuir individualmente al mejoramiento de la calidad de este clima político por medio de sus actos diarios en su condición de ciudadano, contribuyente, elector y consumidor;

el control máximo de los accidentes ocurridos en el tránsito de vehículos y su influencia en cualquier región geográfica dependerá de la cooperación que haya entre los habitantes y las instituciones oficiales para que pueda llevarse a cabo un programa de seguridad en cuanto a los hechos de tránsito terrestre.

### CONDUCCIÓN A LA DEFENSIVA

Si los conductores obedecieran siempre las reglas y en todo momento se comportaran de manera sensata, sería mucho más fácil y seguro manejar; por desgracia, esta situación ideal no existe y, en cambio, con frecuencia nos topamos con conductores que se comportan de forma impredecible o imprudente, así como con otros usuarios de las vías públicas, ya sean peatones o ciclistas, que llegan a ignorar las reglas que les corresponden.

“Conducción a la defensiva”: significa estar constantemente al tanto de las condiciones de manejo, planificar por adelantado, anticipar los peligros y tomar las medidas correctas para no entrar en contacto con ningún obstáculo ni vehículo.

*Para protegerse, usted debe aprender a conducir a la defensiva.* Esto significa anticipar los errores de los demás y prepararse para compensar dichos errores; además, siempre debemos comportarnos de manera correcta y sensata, para no confundir a los otros conductores. Todos queremos evitar accidentes, pues pueden provocar lesiones personales e incluso la muerte; sin embargo, aun si no ocurren lesiones, con los choques vienen inconvenientes y costos de reparación de los vehículos; también son motivo para que haya que presentarse ante las autoridades correspondientes que toman conocimiento del caso. *La conducción a la defensiva le ayudará a proteger su vida y la de los demás.*

Las actitudes más importantes que puede desarrollar como conductor son la cortesía y la consideración por los demás, son la clave de la conducción segura como conductor, constantemente estará tomando

decisiones, hay una manera correcta de tomar estas decisiones, se le conoce como conducción a la defensiva.

#### *La concentración y la vigilancia son elementos importantes*

*La concentración:* es uno de los elementos más importantes del manejo a la defensiva, incluso que usted desarrolle el hábito de mantener su mente enfocada en manejar; el asiento del conductor no es lugar para fantasear, observar el paisaje ni distraerse con conversaciones.

*Vigilancia:* las reglas de conducción a la defensiva son simples y fáciles de observar, si las sigue podrá evitar situaciones difíciles, éstas son las reglas: 1) use sus espejos retrovisores; 2) revise constantemente el tráfico tras usted; 3) siempre vea los espejos antes de cambiar de carril; 4) manténgase fuera de los puntos ciegos de los demás conductores; 5) evite viajar en una posición en la que el conductor de adelante no pueda ver su vehículo en sus espejos, pues podría cambiar de repente al carril de usted, y 6) siempre espere que el otro conductor cometa un error, y prepare un plan de acción para contrarrestarlo.

#### *Conduzca con cuidado*

Recuerde aplicar siempre la regla de los dos segundos, periódicamente compruebe la distancia a la que sigue al vehículo de adelante, seleccione un objeto estacionario, y cuando el vehículo delantero lo pase, cuente “1001, 1002”, recuerde que si usted llega a este punto antes de terminar de contar 1002, está siguiéndolo demasiado cerca; si éste es el caso, reduzca su velocidad para aumentar su distancia de seguimiento, recuerde que, en las vías de alta velocidad, cuando vaya detrás de vehículos comerciales grandes y autobuses, y el clima sea inclemente o haya condiciones de visibilidad limitada, lo más seguro es aumentar esta distancia de seguimiento a tres o cuatro segundos, cuando menos.

### *Anticipación*

En la forma de conducir, la anticipación significa la capacidad para evaluar con rapidez las situaciones de tráfico y prepararse para tomar medidas correctivas; la conducción segura requiere de buen criterio y de reconocer las opciones adecuadas para cualquier situación de tráfico dada.

Suponga que está bajando por una pendiente pronunciada y que, al aplicar el freno, el vehículo no disminuye su velocidad. ¿Debe bombar el pedal del freno, o seleccionar una marcha más baja? ¿Debe aplicar el freno de emergencia, o chocar contra algo?

Tal vez ha visto que un vehículo circula en sentido contrario por la calle de un solo sentido en la que viaja usted. ¿Debe sonar la bocina, o detenerse? ¿Debe destellar sus faros, o cambiarse de carril? Cualquiera de estas decisiones podría ser la correcta.

Todo depende de la manera como usted evalúe la situación en la que está conduciendo y asimismo las condiciones existentes. La información contenida en este capítulo le dará sugerencias sobre las formas seguras de evaluar y responder a estas situaciones y otras parecidas.

### ESPACIO DE CONDUCCIÓN, O “COLCHÓN DE SEGURIDAD”

#### *Comparta el espacio*

Usted siempre debe compartir el camino con los demás, entre mayor distancia mantenga entre usted y los otros más tiempo tendrá para reaccionar, este espacio es como un “colchón de seguridad”, entre más tenga, más seguro estará; en esta sección se describe cómo comprobar que el campo que haya alrededor de usted sea el suficiente.

Trate de mantener en todo momento un colchón de seguridad al frente, atrás y a ambos lados de su vehículo, con el fin de contar con un área de escape o de prevención en caso de ocurrir una emergencia.

Siempre conduzca de tal manera que pueda controlar el espacio (colchón o zona de seguridad) entre su vehículo y los otros. A veces esto significará reducir o aumentar la velocidad (pero sólo dentro de los límites establecidos).

1) *Espacio adelante*: los choques por atrás son muy comunes, son causados por conductores que siguen demasiado cerca al vehículo de adelante y, cuando éste reduce su velocidad o se detiene repentinamente, no pueden parar a tiempo para no chocar con él; la mejor manera de mantener este colchón de seguridad es aplicar la regla básica de los dos segundos, también mantenga un campo extra cuando se aproxime a cruces de ferrocarril y al detenerse tras otro vehículo o en una pendiente o una curva.

2) *Espacio atrás*: no siempre es fácil manejar el espacio detrás de su vehículo, sin embargo, usted puede ayudar a mantener al vehículo trasero a una distancia prudente que mantenga una velocidad constante y hacer uso anticipado de sus luces direccionales cuando tenga que reducir su velocidad o dar vuelta; de cuando en cuando, alguien lo seguirá demasiado cerca, en caso de que haya un carril derecho, muévase a la derecha, si no lo hay, espere a que se despeje el camino y pueda rebasar legalmente; entonces reduzca su velocidad, de esta manera, alentará a dicho conductor a que lo rebase, nunca reduzca repentinamente su velocidad para desalentar al conductor que lo sigue muy cerca, con esto sólo aumenta el riesgo de ser golpeado por detrás.

3) *Espacio a los lados*: para poder dar la vuelta y cambiar de carril, es necesario que cuente con espacio a ambos lados de su vehículo; evite conducir en los puntos ciegos de los demás vehículos; en carreteras de dos carriles, al acercarse a los que circulan en dirección contraria, permanezca ligeramente a la derecha de su carril, a fin de no “invadir” la línea central; en las carreteras de carriles múltiples, sea cortés y pase al carril de la izquierda cuando haya otros vehículos que tratan de ingresar al camino; mantenga un mayor espacio entre usted y los estacionados, los peatones y los ciclistas (en especial niños) en el camino; dos reglas fundamentales sobre el espacio a los lados son:

a) “Reparta la diferencia” entre dos riesgos; por ejemplo, busque una media entre el tráfico contrario y los vehículos estacionados,

pero, si uno es mayor que el otro deje un poco más de espacio de ese lado, si el vehículo que se aproxima es un tráiler, deje más distancia del lado del camión en lugar del lado de los vehículos estacionados.

b) "Enfrente los riesgos potenciales uno por uno"; por ejemplo, si va a rebasar a un ciclista y se aproxima un vehículo en dirección contraria, reduzca su velocidad y deje que pase antes el vehículo, de modo que pueda después moverse a la izquierda y darle mayor espacio a la bicicleta.

#### *Confluencia con precaución*

Para cambiar de carril, ingresar a una carretera o circular cuando confluyen dos carriles es necesario contar con un intervalo mínimo de cuatro segundos, si tiene que cruzar varios carriles *hágalo uno por uno*, nunca cruce varios carriles al mismo tiempo, pues puede embotellar el tráfico e incluso provocar un choque contra usted o entre otros vehículos que traten de evadir su repentina e insegura maniobra.

#### *Atraviese las intersecciones con precaución*

Al atravesar una intersección necesitará espacio suficiente para llegar al otro lado, *no bloquee las intersecciones* ni se quede detenido con parte de su vehículo en un carril de tráfico en dirección contraria, antes de hacerlo esté seguro de poder llevar a cabo el cruce o la maniobra de entrada.

#### *Rebase con precaución*

Si las señales y marcas del camino le permiten rebasar, tendrá que juzgar si cuenta con el espacio suficiente para hacerlo, no crea que cuenta con bastante tiempo para pasar varios vehículos a la vez, proceda con precaución y como regla general sólo rebase un vehículo, recuerde que el rebasar no le da derecho a exceder el límite de velocidad; si viaja a 90 kilómetros por hora, necesitará unos 10 segundos para rebasar un solo auto, esto significa que necesita que

se abra un intervalo de 10 segundos en el tráfico contrario, de la misma manera con la adecuada visibilidad para hacerlo, debe usted juzgar si la distancia es aceptable para rebasar con seguridad.

Termine con seguridad el rebase: no lo intente a menos que tenga suficiente espacio para regresar a su carril, no cuente con que los demás conductores le cedan el lugar, usted necesitará bastante entre su vehículo y el otro ("espacio atrás") para regresar con seguridad al carril de conducción, la posición más segura es sólo cuando pueda ver por el espejo retrovisor ambos faros del vehículo que acaba de rebasar.

### ESPACIO PARA SITUACIONES PELIGROSAS Y CONDUCTORES PROBLEMÁTICOS

#### *Gente que no le puede ver*

Cualquiera que no pueda verlo a usted podría atravesarse en su camino sin saber que usted está ahí. Por ejemplo: 1) conductores que se encuentran en intersecciones o entradas, cuando su visibilidad es obstruida por edificios, árboles u otros vehículos; 2) peatones cuyos paraguas o sombreros les tapan la cara, y 3) peatones ciegos que caminan con bastón o perro guía.

#### *Personas distraídas*

Aun cuando otros puedan verlo, deje un mayor espacio si piensa que pueden estar distraídas; por ejemplo: 1) repartidores y 2) conductores que no están prestando atención a su manejo (por ejemplo, que están hablando por teléfono, leyendo un mapa, discutiendo con los pasajeros o tratando de atender a niños en el vehículo).

#### *Personas confundidas*

Las personas confundidas pueden causar situaciones inseguras como: 1) turistas o conductores en vehículos con matrícula de otro

estado (en particular en intersecciones complicadas) y 2) conductores en busca de una calle o número de casa específico.

#### *Conductores en problemas*

Si otro conductor comete un error (por ejemplo, lo rebasa sin tener suficiente espacio) no complique la situación, reduzca su velocidad y deje que regrese sin problemas al carril de conducción; algunas otras situaciones: 1) si otro conductor tiene que cambiar repentinamente de carril reduzca su velocidad y déjelo pasar, 2) ceda el paso al conductor que ha sido forzado a cambiarse a su carril por otro vehículo, porque su carril está cerrado por obras, debido a un ciclista, peatón o niño a la orilla del camino, etcétera.

#### ESTOS GESTOS PERMITIRÁN EL MOVIMIENTO FLUIDO Y SEGURO DEL TRÁFICO

#### *Escudriñe el camino y el tráfico en busca de reacciones defensivas*

La mayoría de lo que usted hace como conductor a la defensiva es una respuesta a lo que ve mientras conduce; al manejar 90% de la información que recopilamos sobre el camino y el entorno proviene de lo que vemos; escudriñar significa observar el cuadro completo, buscando cosas que podrían interferir en su trayectoria; al escudriñar el camino, evite las miradas fijas, mantenga en movimiento sus ojos y aprenda a leer el camino, vea adelante, a los lados y detrás de usted.

#### *Escudriñe adelante*

Al mirar adelante podrá ver las cosas anticipadamente, dándole mayor tiempo para reaccionar; los conductores que manejan a la defensiva tratan de enfocar su vista a una distancia de 10 a 15 segundos (más o menos una cuadra) adelante.

#### *Escudriñe a los lados*

Vea de lado a lado, busque luces direccionales, autos y gente que podrían estar en el camino para cuando usted los alcance.

#### *Busque pistas*

Busque humo de escape, luces de frenos o de retroceso y llantas giradas, las pistas de este tipo le indican que es posible que estos vehículos invadan su ruta.

#### *Tenga cuidado en las zonas rurales*

Busque intersecciones y accesos ocultos, curvas, cerros y condiciones, carreteras diferentes (cambios de pavimento a grava o tierra, caminos que se angostan, etcétera).

#### *Antes de entrar en una intersección, revise de izquierda a derecha*

En cualquier intersección vea primero a la izquierda, pues los autos que provienen de ese lado estarán más cerca de usted, luego mire a la derecha y, antes de atravesarla, eche otra mirada a la izquierda.

#### *Mire atrás*

A través del espejo retrovisor, revise con frecuencia (aproximadamente cada 10 segundos) el tráfico detrás de usted, así notará si alguien se le aproxima con rapidez, o lo está siguiendo de cerca; revise siempre el tráfico atrás de usted antes de cambiar de carril, retroceder, frenar con rapidez y bajar por una pendiente pronunciada; sin embargo, sólo desvíe su mirada del camino por un breve momento.

Si conoce la velocidad y la posición del tráfico a los cuatro lados de su vehículo, en casi todas las situaciones le será más fácil tomar decisiones rápidas y seguras.

*Comuníquese con los demás conductores*

Comunicación significa mostrar con claridad a los otros conductores y peatones lo que usted piensa hacer con la anticipación necesaria para evitar un choque; cuando vaya a cambiar de dirección, use sus luces direccionales, ya sea al cambiar de carril, dar vuelta en una intersección, ingresar a una carretera, alejarse de la acera o salir del camino desarrolle el hábito de usar sus luces direccionales aun cuando no haya otros vehículos en el camino.

*Ajuste su velocidad a las condiciones del camino*

*Baja velocidad*

Impedir el flujo del tráfico: ningún conductor deberá conducir a una velocidad tan baja que impida o bloquee el flujo normal y razonable del tráfico; el control de la velocidad beneficia a todos: a medida que aumenta su velocidad, también aumenta la resistencia del vehículo al viento, lo cual es un factor importante que afecta el consumo de combustible, la mayoría de los automóviles tienen un rendimiento de combustible de 28% mayor al viajar a 80 kilómetros por hora que a 110 y 21% mayor a 90 kilómetros por hora que a 110.

Además, la conducción a velocidades moderadas: 1) le da un mejor control de frenado y de evasión en casos de emergencia; 2) le ayuda a mantener el "colchón de seguridad" alrededor de su vehículo; 3) reduce el riesgo de muerte y lesiones graves en caso de choque u otro tipo de accidentes; 4) ayuda a mantener un flujo de tráfico más seguro, desalentando el manejo imprudente de los demás, y 5) es un factor clave en la conducción segura y a la defensiva.

*Transija*

Otra importante habilidad de conducción a la defensiva es transigir; cuando no se pueden separar los riesgos y es necesario enfrentar a varios simultáneamente, transija dando el mayor espacio al peligro más grande o más probable; por ejemplo, suponga que maneja por una carretera de dos carriles y se aproximan autos en sentido contrario a su izquierda, a la vez que un niño se desplaza en bicicleta por la derecha, el niño es el que tiene mayor probabilidad de hacer un movimiento repentino, así que usted necesita un colchón más grande a la derecha, en este caso, lo correcto es acercarse a la línea central.

*Conocimiento y experiencia*

Para convertirse en un buen conductor a la defensiva, hace falta conocimiento y experiencia, el conductor novato debe aprender por medio de la instrucción, la observación y la práctica; cuando consiga su permiso de aprendizaje, ejercite arranques, paradas y control en un estacionamiento o en un área abierta con poco tráfico, con el ejercicio agudizará sus habilidades básicas y aumentará su confianza en sí mismo, su conocimiento debe abarcar y reconocer los riesgos de la conducción y la manera de protegerse.

La habilidad significa más que la coordinación entre ojos, manos y pies. Representa una estrategia de manejo bien ensayada, que comprende la anticipación, la reacción y el cambio constante del espacio entre su vehículo y los demás, usted debe esforzarse continuamente por mejorar, la mejora se puede medir en la eliminación de riesgos, en su apego a los límites de velocidad y en su capacidad para tomar acciones correctivas en el momento necesario.

**EVITE SER UN CONDUCTOR DISTRAÍDO**

*Los conductores distraídos contribuyen a muchos accidentes*

La falta de concentración puede causar que el conductor no sea lo suficientemente observador para evitar un accidente, la conducción

de un vehículo es trabajo de tiempo completo, han sido demasiados los accidentes tras los que el conductor ha dicho (si es que ha sobrevivido) "no sé qué fue lo que pasó".

No todo en la vida está bajo su control, sin embargo ¡la conducción sí! Tras el volante, usted controla su destino, es por esto que al manejar el centro de su atención debe ser usted.

### ¿Sabía usted que?

1) Los choques con frecuencia son resultado de la *manera* como conducimos; 2) 85% de los accidentes automovilísticos notificados a la policía son causados por *errores del conductor*; 3) 25% de estos accidentes están relacionados con alguna forma de *falta de atención del conductor*; 4) los informes de las aseguradoras de vehículos indican que la falta de atención es causa de 68% de los choques por atrás, y 5) las distracciones y la falta de atención al conducir son factores en uno de cada cuatro accidentes vehiculares, lo que significa un incremento considerable de percances de tránsito a diario; esta información señala que la mayoría de estos accidentes podrían haberse evitado.

### *Los adolescentes son los conductores novatos con mayor riesgo*

El principal asesino de los adolescentes son los accidentes automovilísticos: cada año muere un número considerable de jóvenes, la falta de experiencia, el arriesgarse y las distracciones del conductor son algunas de las causas, la música ruidosa, las actividades como cambiar discos, cintas y sintonizar la radio son también distracciones potencialmente mortales cuando se está tras el volante, ya que el conductor adolescente al viajar con sus amigos en el auto aumenta aún más el riesgo: entre más pasajeros, mayor es la posibilidad de un accidente grave; éstas son algunas distracciones comunes de los adolescentes, las cuales pueden ser mortales: 1) amigos en otros vehículos: no deje que el decir "hola", la diversión y los juegos lo

distraigan del camino, nunca trate de pasar objetos entre vehículos en movimiento; 2) música a alto volumen o con audífonos; tan importante como verlo, es oír lo que sucede alrededor, es extremadamente peligroso usar audífonos o subir el volumen de la radio a un nivel tan alto que interfiere con su habilidad para "escuchar" las condiciones del tráfico, como las bocinas de los demás vehículos y las sirenas de emergencia; en la mayoría de los estados es ilegal usar audífonos mientras se maneja, y 3) el factor "fanfarronería"; puede ser tentador ir más rápido, virar más de prisa y ganarle el paso a otro auto en una intersección, muchos adolescentes no se dan cuenta de que ya no sólo están "compitiendo por diversión", sino que el "arma" para esta competición pesa mil quinientos kilogramos.

### CONCÉNTRESE Y SE MANTENDRÁ SEGURO Y VIVO

#### *Distracción = más que manos y ojos*

Las distracciones del conductor no son cosa nueva, han sido tema de discusión desde que se inventaron los limpiaparabrisas en los años de 1900.

#### *¿Qué son las distracciones?*

Es obvio que los conductores se distraen cuando quitan sus manos del volante o sus ojos del camino; igualmente preocupante es alejar su mente de la conducción, es decir, cuando piensan en cosas que no tienen que ver con el camino por delante ni los vehículos que le rodean, por supuesto que de cuando en cuando tendrán que mirar su velocímetro, indicador de combustible y demás manómetros pero las acciones como las que se indican en la siguiente lista pueden meterle en grandes problemas.

#### *Tres tipos de distracción*

1) *Física*: las distracciones en las que el conductor retira sus manos del volante o sus ojos del camino (por ajustar la radio o el calefactor,

o llamar por teléfono); 2) *intelectual*: actividades que desvían la atención del conductor del camino, por ejemplo, sostener una conversación profunda o prepararse mentalmente para un examen o proyecto, o pensar en el pleito reciente con un compañero o familiar, y 3) *combinación*: algunas actividades distraen sus ojos y su mente de la tarea de conducir; por ejemplo, leer un mapa mientras maneja o revisar su agenda.

Entre las distracciones más comunes están: 1) ajustar la radio, el reproductor de CD y los controles del clima; 2) conversar con los ocupantes o atender a los niños en el vehículo; 3) la presencia de objetos en movimiento dentro del vehículo (mascotas, insectos, artículos sueltos, etcétera); 4) el uso de teléfonos celulares, que incluye el marcaje; 5) comer, beber o fumar mientras se conduce; 6) arreglarse tras el volante (maquillarse, rasurarse, etcétera), y 7) extraer objetos de la cartera, el bolso o el asiento trasero.

Entre las distracciones exteriores más comunes están: 1) accidentes y vehículos detenidos por la policía; 2) amigos en otros vehículos, y 3) anuncios a la orilla del camino y nuevas construcciones (tiendas, casas, etcétera).

*¿Cómo afectan las distracciones el desempeño del conductor?*

Las distracciones ocurren cuando el conductor retrasa el reconocimiento de la información necesaria para llevar a cabo con seguridad la tarea de conducción, pues algo dentro o fuera del vehículo distrae su atención del manejo, a veces, sin darse cuenta, los conductores se distraen del camino y de la tarea de manejar, y pone en riesgo a su persona, a su familia y a sus pasajeros, así como a los otros conductores; otras causas, como la fatiga, el clima y las condiciones de tráfico, pueden aumentar el impacto negativo de las distracciones sobre la habilidad para manejar.

*Los expertos en seguridad estiman que un conductor toma casi 150 decisiones por cada kilómetro que conduce*

Si usted está resolviendo mentalmente problemas con sus negocios, escuela o familia mientras maneja, está aumentando su carga cognoscitiva; piense en esto: digamos que viaja a 95 kilómetros por hora, si volteá hacia abajo por tan sólo dos segundos para seleccionar un CD o ajustar los controles del clima, viajará 55 metros a ciegas, esa distancia es mayor que la longitud de un campo de fútbol.

*Dedique su atención completa y exclusivamente a la tarea de manejar*

No se distraiga. Manejar es un trabajo de tiempo completo que requiere de toda su atención. Tras el volante, su responsabilidad es la seguridad de: 1) usted; 2) sus pasajeros, y 3) los conductores y demás personas que lo rodean.

*¿Es usted un conductor distraído?*

Pregúntese, cuando manejo: 1) sintonizo la radio; 2) como, bebo o fumo; 3) recojo objetos del piso o entre los asientos; 4) abro la guantera; 5) hablo por teléfono celular; 6) limpio el interior del parabrisas; 7) discuto con los pasajeros; 8) me peino o cepillo mi cabello; 9) me maquillo; 10) me rasuro o anudo mi corbata; 11) sueño despierto u observo el paisaje, y 12) leo papeles, mapas o libros, o trato de escribir notas.

Si respondió sí a cualquiera de las preguntas anteriores, conduce distraído y corre el riesgo de sufrir un accidente. ¿Aún no está convencido de que es culpable de manejar así?, ¿cuántas de las siguientes cosas le han sucedido a usted?: 1) alguno de sus pasajeros ha gritado por algo que usted ha hecho, o no ha hecho; 2) se ha pasado una señal de alto o una luz roja sin querer; 3) ha virado repentina-

mente para evadir a un animal, auto u otro obstáculo; 4) ha frenado de golpe, pues no ha visto que el vehículo de adelante ha frenado o se ha detenido; 5) no recuerda haber manejado de un lugar a otro, y 6) ha cambiado inadvertidamente de carril. Estos acontecimientos son señales de que usted está conduciendo distraído.

*Arreglarse mientras maneja, definitivamente no*

Es muy peligroso quitarse el abrigo y cambiar de prendas de vestir mientras conduce; otras actividades, como maquillarse, afeitarse o arreglarse el cabello también son peligrosas; estos tipos de actividades le pueden ocasionar un grave percance.

*Comer y conducir no combinan*

Esto no sólo es sucio, sino principalmente inseguro; al manipular servilletas, condimentos y bebidas se deja de prestar atención al camino; en caso de emergencia, con una mano en el volante y la otra en una bebida que no quiere tirar, su tiempo de reacción será más lento.

*Niños, mascotas y pasajeros*

Concentrarse en el trayecto, por sí misma, es una actividad difícil que empeora con la distracción de los niños, mascotas y pasajeros; con cualquiera de estos factores conducir se puede volver peligroso; para limitar la capacidad de movimiento de su mascota, use una jaula transportadora; compruebe que los niños tengan abrochado su cinturón de seguridad y deles libros, juegos y otras distracciones para mantenerlos ocupados, enseñe a los niños la importancia de comportarse bien en el automóvil.

Sin importar la razón, los conductores distraídos presentan siempre el mismo tipo de comportamiento básico. Las distracciones causan que el conductor reaccione con mayor lentitud a las condiciones y acontecimientos del tráfico, como un auto que se de-

tiene para virar a la izquierda o que ingresa al camino desde una calle lateral, estos conductores con mayor frecuencia no reconocen riesgos potenciales como peatones, bicicletas y escombros en el camino; además disminuyen su margen de seguridad, llevándolos a tomar riesgos que no tomarían en otras circunstancias, como dar vuelta a la izquierda frente al tráfico en contrasentido; evite caer en el hábito de estas distracciones manteniéndose concentrado y prestando atención a la tarea de conducir.

1) Reprograme las estaciones de radio; 2) escuche el equipo de sonido a un volumen lo bastante bajo para "escuchar el tráfico"; 3) limite su interacción con los pasajeros y evite los argumentos; 4) mantenga la vista en el camino y el tráfico; 5) sujeté con ambas manos en el volante; 6) planifique sus viajes de modo que tenga paradas de descanso y alimentación, y 7) evite la fatiga del conductor y no maneje cuando esté cansado.

*¡Vale la pena repetir: conducir es un trabajo de tiempo completo!*

Requiere de toda su atención tras el volante; su responsabilidad principal es conducir.

Un hecho que debe resaltarse es que 62% de los accidentes en los que la distracción del conductor ha sido un factor, ocurren en zonas rurales: 1) las principales distracciones en zonas rurales son fatiga del conductor, insectos, animales y mascotas no controladas, y 2) las principales distracciones en zonas urbanas son: conductores curioseando, tráfico, otros vehículos y teléfonos celulares.

*¡Preste atención tras el volante!, manténgase concentrado en conducir. No distraerse.*

La lista de distracciones que contribuyen a que ocurran accidentes y lesiones es larga. La Fundación para la Seguridad en el Tráfico y la Asociación Automovilística Americana (AAA) han grabado video a conductores voluntarios sin que ellos sepan que se les está filmando para detectar distracciones; en el estudio se determinó que: 1) 92% de los conductores manipula la radio o el reproductor de CD; 2) 71% come o bebe; 3) 46% se arregla mientras conduce;

4) 40% lee e incluso escribe mientras maneja, y 5) sólo una tercera parte usa el teléfono celular.

*Cuando use el teléfono celular en su auto,  
póngase listo*

Los teléfonos celulares están en todas partes; en casos de emergencia pueden salvarle la vida, en situaciones normales pueden ser una gran herramienta, si los usa de manera segura y responsable; sin embargo, conducir mientras se habla por teléfono puede ser peligroso para usted y los demás, los celulares son fuente importante de distracciones del conductor, no obstante, si es esencial usarlo mientras maneja siga estas sugerencias de seguridad: 1) oríllese al lado de la carretera para hablar; ésta es la precaución más segura; 2) conozca su teléfono; aprenda cómo funcionan sus características especiales, como marcaje rápido y remarcado; aproveche estas peculiaridades para que no distraiga su atención del camino; utilice dispositivos de manos libres si lo posee, siempre es más seguro tener dos manos en el volante que una; ¡el uso del celular mientras se conduce aumenta en 400% la posibilidad de tener un accidente!; al buscar el teléfono, marcar y hablar dejamos de prestar la atención debida al camino, los dispositivos de "manos libres" son de ayuda, pero no pueden evitar que usted se meta en la conversación y pierda la concentración; 3) su teléfono debe estar al alcance de la mano, de esta manera, lo puede tomar sin quitar la vista del camino, y 4) no use su teléfono cuando las circunstancias en las que maneja incluyen tráfico pesado o clima inclemente, dígale a la otra persona que más tarde le devolverá la llamada.

*Recuerde que su principal responsabilidad  
es prestarle atención al camino*

1) Al manejar, no tome notas ni busque números telefónicos; 2) sea sensato al marcar, de ser posible, haga sus llamadas cuando no esté

en movimiento o antes de entrar en el tráfico; sin embargo, si necesita llamar mientras conduce sólo marque unos pocos dígitos a la vez, revise el tráfico y sus espejos y continúe marcando, y 3) no se enfrasque en conversaciones que lo puedan distraer. Las conversaciones tensas o exaltadas no combinan con el manejo seguro. Esta combinación puede ser peligrosa, pues usted deja de prestar atención a su manera de conducir. Dígale a la otra persona que le regresará la llamada. ¡Actúe con seguridad!

¡Nota! Las investigaciones demuestran que la verdadera distracción es mental, pues se está hablando con alguien que no se encuentra en el vehículo; sostener el teléfono y marcar son apenas una pequeña parte de las distracciones telefónicas, se recomienda que no use el teléfono al manejar y, si aún así lo quiere, por favor trate de reducir sus llamadas aplicando las sugerencias anteriores; recuerde: hablar por celular mientras se conduce no vale el riesgo de matar a otro y vivir con esa culpa por el resto de la vida.

#### LOS PELIGROS DE CONDUCIR ADORMILADO

El sueño al conducir se ha convertido en un grave problema y en un peligro importante en las carreteras; la fatiga y la somnolencia reducen de manera importante el desempeño del conductor, y crea una combinación que pone en riesgo la vida.

Este tipo de hechos, con frecuencia ocurren a altas horas de la noche o durante la madrugada (entre la medianoche y las seis de la mañana), e involucran únicamente a un vehículo y a un conductor sobrio que viaja solo, saliéndose el vehículo del camino sin que haya ningún intento por evitar el choque; en la mayoría de los casos, estos accidentes suceden en autopistas o caminos de alta velocidad. *Conducir con somnolencia es un problema en el que la mayoría no piensa.*

La fatiga puede ser responsable del hecho de que haya más accidentes durante el tráfico de la tarde que de la mañana. Los conductores que regresan a casa del trabajo están cansados, menos alertas, y reaccionan más lentamente que durante el tráfico matutino.

El cansancio también puede provocar que el conductor pierda los estribos o tome una decisión imprudente; la mayoría de la gente, al hablar sobre una persona no apta para conducir, en general piensa en un borracho o en alguien con impedimentos físicos; de hecho, la mayoría de las personas en algún momento no están en condiciones de manejar, debido al cansancio y a la falta de vigilancia ante las condiciones cambiantes del camino y del tráfico.

*Causas de la conducción  
con somnolencia*

1) Falta de sueño; 2) patrones de manejo, por ejemplo: conducir entre la media noche y las seis de la mañana todas las noches; 3) medicamentos sedantes; 4) problemas de sueño no tratados o no reconocidos, y 5) bebidas alcohólicas.

*Poblaciones de alto riesgo  
por la somnolencia*

1) Personas jóvenes entre los 16 y 29 años, especialmente hombres; 2) trabajadores por turnos, cuyo sueño es alterado debido al trabajo nocturno o durante períodos largos e irregulares, y 3) personas que padecen apnea durante el sueño o narcolepsia.

*La conducción con somnolencia  
es más común de lo que usted piensa*

Aproximadamente la mitad de todos los conductores adultos admite que ha manejado con somnolencia durante el último año; dos de cada diez dicen que de hecho se han quedado dormidos tras el volante, la conducción con somnolencia es más común entre los hombres (55%) que entre las mujeres (45%), especialmente entre los hombres jóvenes de 16 a 29 años.

*Cómo prevenir la conducción  
con somnolencia*

1) Planifique su rutina de modo que duerma lo suficiente antes de manejar, la persona promedio necesita unas ocho horas de sueño cada noche; 2) evite el alcohol y los medicamentos (tanto recetados como no recetados) que puedan afectar su desempeño, el alcohol interactúa con la fatiga, y aumenta sus efectos (de modo parecido a beber con el estómago vacío); 3) evite conducir entre la media noche y las seis de la mañana; 4) durante viajes largos, programe paradas regulares, digamos cada cien millas o cada dos horas; 5) considere hacer sus viajes largos con un compañero, los pasajeros le pueden ayudar a identificar las primeras señales de fatiga, y podrán cambiar de conductor cuando haga falta; 6) los pasajeros se deben quedar despiertos para hablar con el conductor y tan pronto como le dé sueño a él, deberá detenerse y dejar que un pasajero con licencia conduzca, o dormir un rato antes de continuar; 7) tome café o algún otro producto que contenga cafeína, ésta puede promover la *vigilancia de corto plazo*, pero tarda unos 30 minutos en entrar en la sangre, los "trucos" para mantenerse despierto, como subir el volumen de la radio o abrir la ventana, no funcionan.

*¿Tiene problemas para mantenerse despierto?  
¿Necesita tomar un descanso?*

1) ¿De pronto, se ha dado cuenta de que está siguiendo demasiado cerca a otro vehículo, o que se ha salido de su carril?; 2) ¿está manejando sobre las líneas blancas o sobre las "bandas sonoras" de la orilla del camino?; 3) ¿tiene problemas para recordar el último tramo recorrido, y no recuerda las salidas ni las señales de tráfico?; 4) ¿se le cierran los ojos o está perdiendo la agudeza visual?; 5) ¿ha estado bostezando, parpadeando con frecuencia, o cabeceado?; 6) ¿le han comenzado a arder los ojos?; 7) ¿ha estado sacudiendo la cabeza para mantenerse despierto?; 8) ¿ha abierto la ventana para que le dé el aire

fresco?; 9) ¿necesita cafeína o chocolate para mantenerse alerta?; 10) ¿no puede recordar la última señal de advertencia qué ha pasado?

Si responde sí a tres o más de estas preguntas, debe dejar de manejar y descansar. Si no puede descansar el resto de la noche, encuentre un área segura y bien iluminada para tomar una siesta de 15 a 20 minutos.

Recuerde que el cinturón de seguridad es la mejor manera de protegerse en caso de un accidente a consecuencia de conducir con somnolencia.

*Advertencias especiales que debe tomar en cuenta el conductor*

*Evite el envenenamiento por monóxido de carbono*

Tenga cuidado con el monóxido de carbono, los vehículos automotores lo despiden; es un gas mortal, invisible, no huele y no tiene sabor, pero el gas de monóxido de carbono de su motor lo puede matar; éste tiene mayor probabilidad de entrar en su automóvil cuando está operando la calefacción y si el sistema de escape no funciona correctamente, si usted se encuentra en medio de tráfico pesado, respirando los gases de otros autos; un sistema de escape con fallas puede provocar una fuga de gases venenosos que entran por el asiento trasero, donde podría haber niños.

*Síntomas del envenenamiento por monóxido de carbono*

1) Sensación de somnolencia o mareo; 2) piel azulosa, labios azules; 3) las luces parecen más brillantes; 4) la frente se siente apretada, y 5) salga del camino, estacionese y apague el motor, abra las ventanas, relájese y baje del vehículo y camine hasta que se sienta mejor, es posible que un niño o pasajero invadido por monóxido de carbono necesite respiración artificial o atención médica.

*Cómo evitar el envenenamiento por monóxido de carbono*

1) Pida a su mecánico que revise regularmente su sistema de escape; 2) esté atento a un "rugido" inusual que proviene de debajo del auto; 3) no maneje el vehículo si el silenciador o el sistema de escape están defectuosos; 4) nunca deje que el motor funcione en un garage cerrado; 5) si está estacionado, no deje el motor funcionando con las ventanas cerradas; 6) no utilice la calefacción ni el aire acondicionado si el vehículo está estacionado con las ventanas cerradas; 7) cierre la ventila de aire fresco en tráfico congestionado, y 8) en la carretera, si hace frío, abra la ventila de aire fresco.

*¡Advertencia! Si hace calor afuera, no deje solos a los niños en el vehículo*

En los días calurosos del verano, el interior de un auto se puede calentar peligrosamente; en un estudio se descubrió que, si la temperatura exterior es de 35°C, con las ventanas cerradas, la temperatura del interior del vehículo podría subir de 50 a 55°C en una hora.

Los niños y adultos pueden desarrollar problemas de salud potencialmente mortales relacionados con el calor si se encuentran en un vehículo estacionado y la temperatura exterior llega a 30°C, en particular, el riesgo de los bebés y los niños es mayor, debido a que sudan menos y a que, a diferencia de la mayoría de los adultos, tienen la incapacidad para salirse del vehículo si se sobrecalienta.

Evite una tragedia innecesaria y asegúrese de no dejar solo a un niño pequeño dentro del vehículo caliente, tampoco se olvide de las mascotas, dejarlas solas en él cuando hace calor también puede ser mortal.

*Tenga cuidado con los vehículos que cuentan con sistema de interbloqueo del encendido y el motor de arranque*

Los vehículos actuales vienen equipados con sistemas de interbloqueo del encendido, los cuales, empleados de la manera correcta,

previenen el robo del vehículo, así como su desplazamiento involuntario si no se activa el freno de emergencia.

En la actualidad, la mayoría de los fabricantes de vehículos han seguido la norma para protección contra robo y desplazamiento si no se activa el freno de emergencia, específicamente para los autos con transmisión automática, esta regla permite una mayor flexibilidad en el diseño de sistemas de bloqueo del encendido y de la transmisión.

*Son varios los sistemas de bloqueo del volante*

1) *El sistema de bloqueo de la transmisión*: estaciónese, ponga el cambio de la dirección en *Park* (por supuesto, si es automático), gire la llave a la posición apagar, y sáquela.

2) *El sistema de botón y dos manos*: estaciónese, este sistema requiere de dos manos, presione el botón que está debajo de la columna de la dirección, gire la llave a la posición apagar, y sáquela.

3) *El sistema de palanca*: estaciónese, presione la palanca que se encuentra cerca del interruptor de encendido, gire la llave a la posición apagar, y sáquela.

4) *El sistema de botón y una sola mano*: estaciónese, presione el botón que se encuentra cerca del interruptor de encendido, gire la llave a la posición apagar, y sáquela.

5) *El sistema de presión*: estaciónese, empuje la llave hacia adentro, gire la llave a la posición apagar, y sáquela.

6) *El sistema de giro*: estaciónese, gire la llave a la posición apagar, y sáquela.

Los conductores que se encuentran en situación de emergencia podrían tratar de apagar el vehículo mientras está en movimiento, pensando que de esta manera lo detendrán, la regla básica que debe seguir el operador con un sistema de interbloqueo de la dirección es: si el vehículo está en movimiento, no ponga el interruptor de encendido en la posición de bloqueo, de hacerlo, el volante se trabarán cuando trate de girarlo y usted perderá el control del vehículo.

*Conducción agresiva o "ira del camino"*

Al ponerse tras el volante, usted tiene una responsabilidad personal (y legal) hacia usted, su familia y sus amigos, así como a las demás personas en las carreteras, de mantener una "actitud correcta" para manejar.

La manera de actuar le puede ayudar a usted y a los otros a mantener la seguridad y la vida; ya sea que usted se encuentre en una zona metropolitana a la "hora pico" o maneje por un camino rural desierto, debe mantener una conciencia de seguridad, un modo de cooperación y una "preparación para responder" a emergencias.

*Actitudes correctas para el camino:  
estar alerta, compartir, dar, tener auto-control*

1) Conduzca prestando su completa atención; 2) obedezca la ley; 3) comparta el camino con los demás y recuerde la "regla de oro"; 4) esté alerta a posibles accidentes; 5) controle sus emociones, de modo que no interfieran con su manejo, y 6) conserve un colchón de seguridad, y permita que los demás lo tengan.

*Ira del camino*

La conducción agresiva —manejar demasiado cerca, sonar la bocina, hacer gestos con la mano y elevar el puño, gritar, viajar a alta velocidad, cerrarles el paso a otros conductores y, en tiempos más recientes, utilizar armas de fuego— se ha vuelto un verdadero peligro en las carreteras, los conductores que descargan su estrés y su enojo en otros han sido llamados "la amenaza de más rápido crecimiento en las carreteras de hoy".

Las estadísticas refieren que 66% de las muertes por los hechos de tránsito de vehículos, son debido a comportamientos de manejo agresivos, como el conducir en estado de ebriedad, pasarse la luz roja y manejar demasiado cerca del vehículo delantero, etcétera.

Los expertos expresan que pueden ser varias las razones por las que está aumentando la ira del camino: todos estamos bajo mayor estrés, una persona hostil y frustrada por el tráfico, o por problemas en el trabajo o en su casa entra a su auto lista para pelear, su vehículo se vuelve un “estimulante del ego”, y lo emplea para dominar e intimidar a los demás.

Mientras hay conductores que manejan muy rápido y toman riesgos debido a la impaciencia ante condiciones de tráfico lento, otros “se plantan” en la carretera y no dejan que los rebasen.

Debido a que la ira del camino aumenta año tras año, usted debe aprender a protegerse contra los conductores agresivos. *Si tiene la tendencia a irritarse y enojarse tras el volante, debe aprender a cambiar su actitud y su comportamiento*, de lo contrario, usted es un accidente esperando un sitio para ocurrir.

#### *¿Es usted un conductor agresivo?*

¿Suele conducir a demasiada velocidad, querer ser el primero, dar lecciones a los malos conductores, o evitar que otros vehículos lo rebasen?

¿Acelera cuando alguien lo trata de rebasar, sigue muy de cerca a los vehículos que van más lento que usted, serpentea entre los carriles, o rebasa por el carril de la derecha?

¿Destella sus faros para que los vehículos lo dejen pasar, suena la bocina cuando está enojado o molesto con otros conductores o con los congestionamientos de tráfico?

¿Hace gestos obscenos o mira desafiante a los demás conductores, le grita a los peatones y a otros conductores, o pelea por su posición en el camino?

La autoridades consideran que estos comportamientos son ejemplos de conducción agresiva, así que, en la próxima ocasión, piense dos veces antes de hacer cualquiera de estas cosas, es importante que reconozca sus tendencias agresivas y aprenda cómo sobreponerse a un comportamiento que conduce a un manejo inseguro, de lo contrario, podría perder su licencia de conducir o, peor aún, su vida.

*¡Antes de encender su motor,  
apague su enojo!*

#### *¿Qué puede hacer para mantener su seguridad?*

1) “Conduzca correctamente” y reduzca la posibilidad de que otro conductor arremeta contra usted; 2) aléjese de la gente que “maneja como loca”; 3) evite el contacto visual con un conductor agresivo; 4) mantenga la calma; siga viendo hacia adelante y rehúse volverse parte del problema; 5) no participe en la confrontación, aun cuando sólo se trate de sonar su bocina o devolver la mirada, simplemente sálgase del camino, no empeore las cosas: a) no haga gestos obscenos; b) no bloquee el carril para rebasar o el de vuelta a la derecha; c) no siga a los autos a una distancia demasiado corta; d) no use sus faros altos cuando vaya siguiendo a otro; e) al estacionarse, no ocupe más de un espacio, y f) al abrir la puerta, evite golpearla contra otro auto; 6) conduzca a la defensiva, esté al acecho de conductores que cambian de carril con frecuencia, y evítelos; 7) dé a los conductores enojados bastante espacio, si usted comete un error de conducción (aun accidental), es posible que el otro conductor trate de pelearse con usted, mantenga la mayor distancia posible entre usted y el otro auto; 8) no se atraviese frente a otros vehículos, al confluir con el tráfico, compruebe que tiene suficiente espacio y siempre señale con sus direccionales; 9) ponga el seguro de las puertas; 10) cuando esté detenido en tráfico, deje suficiente espacio adelante para poder cambiar de carril; 11) mantenga a un nivel razonable el volumen de su radio o estéreo; 12) sólo use el teléfono celular para llamadas urgentes o de emergencia; 13) no se distraiga al hablar por teléfono en su auto; 14) no viaje en el carril para rebasar, y encienda sus luces direccionales al cambiar de carril; 15) si otro conductor lo reta, no insista en el derecho de vía; 16) no haga personales los problemas de tráfico, sea cortés, aun cuando el otro sea grosero; 17) no deje que le gane la tentación de pelear y de cargar armas, estos actos pueden conducir a una agresión, y 18) si lo está siguiendo otro vehículo, acuda a una estación de policía o a un lugar público donde pueda conseguir ayuda, si lo acosan en el camino, anote la matrícula del agresor y notifique el incidente a las autoridades.

*No se enoje, ¡mejore!*

*Sugerencias para evitar la ira del camino*

1) Planifique: considere 50% más de tiempo para cualquier viaje, lleve consigo su música grabada o libro favorito, disfrute el viaje; 2) el competidor que siempre ve metas y porterías debe darse cuenta de que conducir no es un juego que se debe ganar, concéntrese en los placeres de conducir, y condúzcase hacia la salud; 3) maneje relajado y dentro de los límites de velocidad, rebase sólo cuando sea necesario, el cambio le sorprenderá; 4) no tome personalmente la conducción descuidada o desconsiderada de los demás, todos nos distraemos y cometemos errores, al conducir, recuerde relajarse y "ocuparse de sus propios asuntos", y 5) mantenga la calma.

Decídase a llegar vivo y otorgue a los otros la misma ventaja.

*Haga la diferencia manteniendo los caminos seguros para todos. ¡Actúe con responsabilidad!*

¡No puede controlar el tráfico, pero sí puede controlar su reacción a él!

*¿Cuáles son las influencias más peligrosas en el camino?*

1) Impaciencia; 2) frustración, e 3) ira.

*¿Cuáles son las precauciones más importantes en el camino?*

1) ¡Abroche su cinturón de seguridad!; 2) ¡reduzca su velocidad!, y 3) ¡maneje sobrio!

La mejor manera de conservar la vida es no exceder el límite de velocidad, no beber y conducir, y usar siempre el cinturón de seguridad, en todas ocasiones, e insista en que todos sus pasajeros también lo usen.

*¡Sin excepciones!  
¡Actúe con responsabilidad!*

Podríamos hacer mención de un sinfín de causas que ocasionan los accidentes de tránsito que, en su mayoría, se deben a nuestra pésima educación vial que se trasluce en nuestro actuar ante el volante; por tanto, es necesario que seamos mejores conductores, para evitar accidentes. La mayoría de ellos se podrían evitar si los conductores cedieran el paso a otro aunque a éste no le corresponda por derecho.

La idea de que la mayoría de los incidentes se pueden evitar, destaca la importancia de distinguir entre las precauciones posibles y razonables que un motorista puede tomar para evitar verse envuelto en un percance de tránsito. La precaución más evidente sería abstenerse totalmente de manejar, empero ésta no es una solución razonable.

Una de las soluciones que pregonamos para disminuir los accidentes de tránsito, es la enseñanza que se podría impartir en las escuelas primaria y secundaria, y cuya finalidad sería la de hacer conciencia entre los alumnos de las graves consecuencias humana y material que tiene un hecho de tránsito, así como dar a conocer las distintas precauciones que están vinculadas a la conducción de vehículos y seguridad de los peatones, como se hace en otros países.

## IX. IDENTIFICACIÓN DE VEHÍCULOS

### GENERALIDADES

EL ROBO de vehículos es uno de los ilícitos más lucrativos de la delincuencia organizada y también uno de los delitos que ha preocupado a las autoridades encargadas de impartir, procurar y administrar justicia para erradicarlo.

Existen diferentes formas de cambiar o alterar los números de identificación originales de un vehículo cuando éste cae en manos de la delincuencia, y se utiliza equipo y herramientas sofisticadas para lograr este objetivo.

En algunas procuradurías del país, incluida la Procuraduría General de la República, es el Departamento de Tránsito Terrestre de la Dirección General de Servicios Periciales, la que además de realizar las investigaciones correspondientes a los delitos cometidos por hechos de tránsito terrestre, cuenta con personal capacitado y adiestrado para realizar funciones específicas de la especialidad de Identificación de Vehículos (figura ix.1).

Dichos expertos emplean procedimientos técnicos y científicos adecuados para demostrar la identidad de los vehículos, cuando así lo solicita el agente del Ministerio Público, ya que debido a la gran demanda de peticiones por parte de la autoridad solicitante, producto del robo de vehículos tanto nacionales como extranjeros, los peritos de esta especialidad tienen mayor índice de intervenciones, razón por la cual es muy conveniente señalar que en esta obra se incluyera un capítulo de tan importante especialidad y no pasar por alto el hacer mención de los diferentes métodos y técnicas a que se recurre en la investigación criminalística de esta materia.

La finalidad que persigue la intervención pericial orientada a la identificación del vehículo es, precisamente, determinar la identi-



FIGURA IX.1.

dad real de un vehículo, señalar si existen alteraciones en sus medios de identificación de origen, indicar de manera objetiva en qué consiste e investigar mediante procedimientos y técnicas si hay modificaciones o alteraciones en sus medios.

Respecto a la *identificación vehicular* ésta es una rama de la Criminalística que se encarga de determinar y demostrar la identidad real de un vehículo, con base en procedimientos técnicos y científicos plenamente aceptados.

#### ANTECEDENTES

El origen de la identificación en los vehículos automotores se dio en la Organización Internacional de Estándares, conocida por las siglas ISO, en febrero de 1977, cuando en su emisión número 3779 describió el Número de Identificación Vehicular, asignándole las siglas NIV. En emisión 3780 se describe el identificador mundial del fabricante con las siglas WMI (World Manufacturer Identifier).

En ellas se acuerda que a la Sociedad de Ingeniería Automotriz SAE, con sede en Estados Unidos, se le reserva un número NIV, y será responsabilidad de asignar códigos para cada país, por lo que dicho carácter o dígito se inserta en el identificador mundial del fabricante WMI y la finalidad de la Organización Internacional de Estándares para vehículos automotores ISONIV o VIN (Vehicle Identification Number) es identificar vehículos automotores, tráileres, motocicletas, etcétera.



FIGURA IX.2.

En 1970 el gobierno de Estados Unidos obligó a los fabricantes de vehículos a instalar una etiqueta de certificación que tuviera las características del vehículo y su NIV, la cual debería ser indestructible a cualquier manipulación. En 1975 en la ciudad de Ginebra, Suiza, la Organización Internacional de Normas (ISO) y los fabricantes de vehículos en el mundo, firmaron un acuerdo para estandarizar el marcaje de los medios de identificación de los vehículos al emitir la norma internacional ISO-3779-(NIV, 17 caracteres), al entrar en vigor en 1979 en Estados Unidos, incorporándose paulatinamente a otros países.

En 1981 esta forma de marcaje empezó a utilizarse en los consorcios de Chevrolet (GMC), Chrysler, Ford, American Motors, en Estados Unidos. El 22 de junio de 1988, se publica en el *Diario Oficial* de nuestro país “la determinación, asignación e instalación del número de identificación vehicular, así como sus especificaciones”, como Norma Oficial Mexicana NOM-131-SCFI-1998 (figura IX.2).

#### SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN

La norma nacional NOM-SCFI-131-1998 es publicada y respaldada internacionalmente por la norma ISO-3779 e ISO-3780, la cual manifiesta que la placa NIV debe constar de 17 caracteres alfanuméricos, de los cuales el noveno dígito es el verificador para determinar la autenticidad y validez de la misma.

El NIV consta de una serie de 17 caracteres o dígitos de letras mayúsculas de la A a la Z y los números de 0 a 9, de ahí su denominación de alfanumérico, que son seleccionados por el fabricante o ensamblador. Para evitar confusiones no se utilizan las letras, I, O, Q, Ñ.

Los vehículos cuentan con una placa metálica que se localiza en la parte superior izquierda del tablero de instrumentos en la cual podemos observar un sistema alfanumérico de 17 dígitos que nos indican las características de los vehículos, como son: país de origen, marca del fabricante, tipo de vehículo, características técnicas en cuanto a tipo de motor, sistema de frenado, sistemas de seguridad (tipo de cinturones, bolsas de aire, año modelo, planta armadora) y número progresivo de producción (figura IX.3).

Así también, algunos fabricantes o ensambladores utilizan para sus vehículos una placa metálica denominada de especificaciones técnicas o patente (por ejemplo: Ford, Chrysler, entre otros), misma que podemos encontrar sujetada al cuerpo del vehículo en su parte delantera a la altura del radiador, salpicaderas y las bases del amortiguador, la cual presenta grabado el número de serie que corresponde al número designado al NIV.

Otros sistemas son la placa de especificaciones técnicas o placa de patente, que está ubicada en el interior del vehículo en la parte frontal.

Los marcas por sistemas de punto y por sistema de estampado de golpe, son colocados o grabados en la parte laminar del vehículo.

#### CALCOMANÍAS, ENGOMADOS O ETIQUETAS

Engomados, calcomanías o etiquetas son colocados en parte laminar del vehículo, ocultas en el tablero de instrumentos, en los tapetes de alfombra o en el interior de las portezuelas.

Los fabricantes de las marcas Ford, Chrysler y General Motors usan para sus vehículos la calcomanía denominada del medio ambiente la cual se encuentra ubicada en algunos vehículos en el

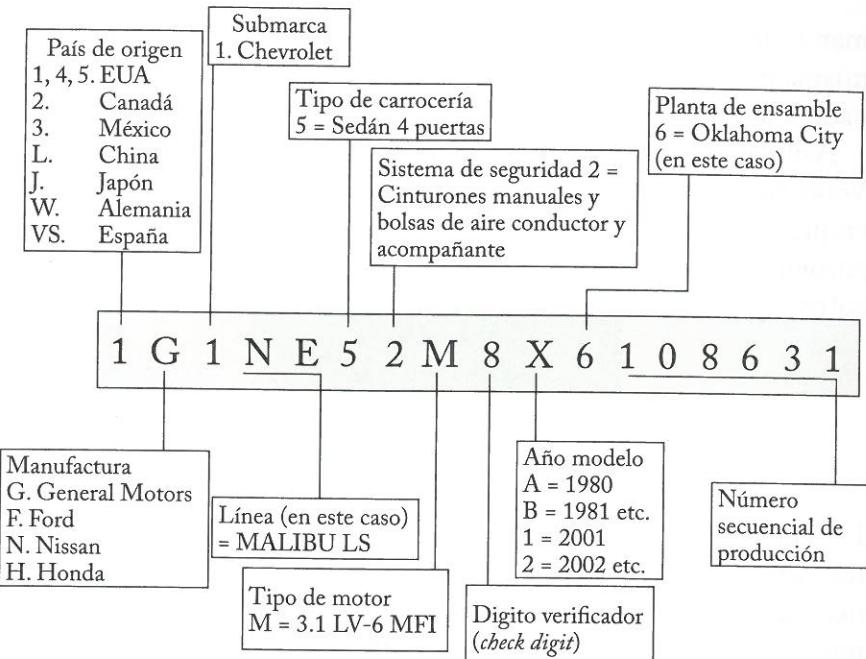


FIGURA IX.3.



FIGURA IX.4.

Marco de la puerta izquierda y algunos otros en el costado de la misma puerta izquierda, la cual contiene el número de serie designado a la placa NIV.

Asimismo las marcas Ford, Chrysler, General Motors, Nissan y Volkswagen utilizan para algunos de sus vehículos calcomanías o etiquetas que contienen la serie completa de éste, mismas que se encuentran en diferentes partes del cuerpo del vehículo, como son: cofre, cajuela, facias, puertas, asientos y tablero (figura IX.4).

#### MARCAJES, NÚMERO DE MOTOR Y CAJA DE TRANSMISIÓN

Los fabricantes de las marcas antes mencionadas utilizan diferentes sistemas de grabado o marcaje para sus vehículos como son: neumático, lápiz eléctrico, punto de golpe y sistema de puntos, mismos que podemos encontrar en diferentes partes del cuerpo del vehículo como son: parte frontal del cuerpo del vehículo (pared de fuego), parte superior del cuerpo del vehículo (botaaguas), parte superior de la base del amortiguador cara lateral derecha, en marco del radiador.

De esta manera podemos ubicar a lo largo del chasis, en ambos lados (largueros) y en sus diferentes caras, marcajes de acuerdo con el vehículo y marca del fabricante.

Los fabricantes de las marcas Ford, Chevrolet y Chrysler graban un número en sus motores y cajas de transmisión por el sistema de puntos que consiste en los ocho últimos dígitos a partir del año modelo en delante de la serie del número NIV, y los podemos ubicar en las cejas del monobloc del motor y caja de transmisión.

Los fabricantes de las marcas Volkswagen y Nissan graban sus motores en una ceja que se ubica en la parte frontal del monobloc del motor, asignándoles un número de acuerdo con sus especificaciones de producción y que no coincide con los ocho últimos dígitos de la serie del NIV como en las marcas anteriores, asimismo estos fabricantes no graban sus cajas de transmisión (figura IX.5).



FIGURA IX.5.

#### VEHÍCULOS ALTERADOS EN SUS SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN

Para reconocer los vehículos alterados en sus sistemas de identificación (remarcados) se requiere de conocimientos técnicos y la experiencia de trabajo diario con vehículos, hay que identificar los tipos de dígitos y letras que utilizan las diferentes marcas de automotores a fin de identificar sus vehículos y saber que estas variaciones están presentes en forma, tamaño, color y dimensiones de letras y números, y que van a variar desde la hechura artesanal hasta complejos métodos de remarcado.

Se debe saber que como norma la pintura original del vehículo no se limpiará ni se quitará con un simple solvente, se necesitará removedor específico de pintura, esto para el proceso de pintado industrial del vehículo que al limpiar nunca se llega al brillo metálico de la carrocería, el obtenerlo indica que se ha manipulado esa zona, y cuando un vehículo no ha sido manipulado ni repintado se llega a la primera capa, que es un tipo de pintura opaca de color rojizo, gris o pistache conocido como *primer*.

Si se encuentran vestigios de repintado o manipulaciones en esa zona, se procede a limpiar los números aproximadamente dos cen-



FIGURA IX.6.



FIGURA IX.7.



FIGURA IX.8.

tímetros alrededor de la numeración y verificar las soldaduras de unión de la respectiva parte para detectar un posible injerto ya sea de una sección de una pieza o la pieza entera; hecho lo anterior, se deberá sacar copia del número de serie en cinta adhesiva transparente, ancha, antes de proceder a aplicar técnicas de recuperación de números borrados (figura IX.6).

Antes de proceder a utilizar reactivos deberá revisarse la parte posterior de la lámina en donde ha sido grabado el número de serie, utilizar un espejo para tratar de localizar posibles vestigios del número original, y en placas metálicas, como el chasis, se limpiará y lijará para posteriormente utilizar el reactivo, limpiar con agua y aplicar nuevamente reactivos hasta obtener resultados.

En la detección de los números originales se procede a la utilización del reactivo (ácido nítrico rebajado en agua), siempre que el esmerilado y remarcado no se haya hecho con profundidad.

En placas metálicas como chasis es más conveniente utilizar el ácido, pero si no se usa de forma adecuada puede perforar el metal, perdiéndose el número de forma irreversible.

#### ALTERACIONES MÁS COMUNES EN SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN

Se refiere al acto ilícito de cambiar la esencia, forma o cualidades de un vehículo, ya sean algunas de sus modalidades en la placa de identificación, marcas en chasis, bastidor o motor, en la placa de especificaciones técnicas, engomados o etiquetas; algunas de sus modalidades son: 1) retroquelamiento (remarque); 2) borrado total y parcial de dígitos; 3) relleno con soldadura de estaño; 4) relleno y moldeado; 5) desbastado; 6) sustitución de dígitos; 7) injertos parciales; 8) falsificación de placas de identificación; 9) número de serie, grabados en partes de la estructura del vehículo; 10) etiquetas, engomados o certificación; 11) placa metálica de especificaciones del fabricante; 12) placa metálica del Registro Federal de Vehículos; 13) números confidenciales, y 14) número de motor (figuras IX.7 y IX.8).

FORMAS MÁS COMUNES  
DE ALTERACIÓN

*Borrado total y parcial de dígitos*

Este tipo de alteración o falsificación se realiza sobre los dígitos originales —donde forma, tamaño, alineación y espaciamiento en el remarcaje, que pueden ser similares al original— los cuales son pulidos con esmeriles borrando los grabados; en estos casos se aprecian vestigios de limado y rebajamiento de la superficie alterada, y puede darse en toda la serie o sólo en los últimos dígitos correspondientes al número de producción.

Se pueden observar también diferencias de la textura original como el brillo del pulido en comparación con el resto de la superficie en donde está grabado el número. En el remarcaje de los números de motor las líneas curvas características del marcaje original no aparecen en algunos casos debido al abrazamiento, una variación de esto ocurre cuando se adicionan números a la serie.

*Injertos*

Estos injertos son parte de vehículos distintos; en ellos viene grabado el número de serie, se toman en general de autos siniestrados o similares para insertarlos en el automóvil que se quiere hacer pasar por otro, por lo que hay que revisar y limpiar perfectamente las uniones para localizar soldaduras o injertos.

*Relleno con soldadura de estaño*

En esta manipulación se procede a llenar el número de serie con soldadura de estaño para después, con las características de suavidad del material, volver a marcar otro número; para detectar este tipo de alteración por la naturaleza de este trabajo al calentar la

lámina la pintura tiende a quemarse, por lo que hay que limpiar con perfección, pulidez o esmero mediante un solvente y repintar esta zona del vehículo.

*En la placa NIV metálica*

Sustitución de la placa NIV metálica por otra de similares características hecha de materiales que van del plástico al aluminio y que no corresponde en forma, textura de material ni color, además de utilizar remaches diferentes a los de fabricación, de morfología circular o en forma de roseta, lo cual nos indica si hay o no correspondencia con las del fabricante; variaciones en los últimos dígitos de una placa NIV original con la misma técnica de borrados y sustitución de otro número hecho de material plástico y repintado de la placa; indicadores de que ha sido alterada con maltrato sin correspondencia en los remaches, repintado, morfología de los diferentes números; utilización de una placa NIV original de un vehículo que no corresponde con las características físicas como son el modelo (por ejemplo: un automóvil LTD por un Mustang) de la numeración de la placa NIV.

**METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN  
DE VEHÍCULOS**

El perito se verá en la necesidad por la naturaleza de su trabajo de revisar diferentes vehículos robados o alterados con la finalidad de detectar esos delitos por medio de sus números de identificación, lo cual llevará a cabo de acuerdo con la siguiente metodología:

Revisará el NIV, el cual puede apreciarse en la parte superior izquierda del tablero de instrumentos a través del parabrisas, para verificar si éste no presenta alteraciones o manipulaciones en sus dígitos, además de que éstos tengan matiz, forma, tamaño y espacio entre dígitos utilizados por la planta armadora.

También deben revisarse los vehículos que presenten el NIV grabado en las placas metálicas; éstas están sujetas con remaches utilizados por la misma planta.

Si se observan alteraciones en el NIV, deberá realizarse una revisión de los números de chasis, de motor, de caja de transmisión y calcomanías. Si se examina que estos medios de identificación vehicular fueron manipulados o alterados, de la misma manera es recomendable lo siguiente:

1) Realizar la comprobación del dígito verificador con el fin de establecer si es un vehículo clonado o alterado en sus números de identificación.

2) Con la seguridad de que se tiene un vehículo alterado en sus números de identificación, se procederá a su posible reidentificación, llevando a cabo y de modo correcto, y sólo si se conocen las técnicas adecuadas en que se utilizarán solventes reactivos como son *thiner*, removedor de pintura, ácido nítrico y agua.

3) Antes de usar cualquier reactivo (ácido nítrico) se debe observar si la lámina donde se encuentra el NIV alterado no está demasiado delgada por la devastación sufrida al momento de la modificación de los números ya que éste ocasiona desgastes en el metal con riesgo de perforar la lámina, perdiendo del todo la oportunidad de su plena identificación.

4) Para iniciar la identificación es recomendable hacer prime- ramente una limpieza con el solvente (*thiner*) del área donde se encuentra grabado el NIV, con el propósito de que el reactivo sea aplicado correctamente al utilizar objetos punzocortantes o que dañen más el área de trabajo.

5) Dependiendo de qué tan estropeada esté la superficie debe usarse lija para llegar al brillo metálico a fin de quitar la porosidad. No ha de removese más de la superficie, sólo la necesaria.

6) Después de efectuar la limpieza es recomendable recabar una calca, que se denominará testigo, con la finalidad de comparar esta impresión con la obtenida con el reactivo.

7) Si se logra recabar los números originales después de la correcta aplicación, hasta obtener los datos del vehículo (marca, tipo, color, placas, año modelo), así como los números de serie alterados y los originales, deberemos detallar en qué posición se encuentran para que de esta forma logremos establecer la serie original de la unidad que se está revisando.



FIGURA IX.9.

8) Es importante auxiliarse con fotografías del número que se encontró, ya que las amplificaciones nos dan una mejor visión de estos números (figura IX.9).

*Material utilizado para la identificación de vehículos alterados en su sistema de identificación (remarcados)*

1) Solvente para pintura y estopa; 2) lámpara de mano, y 3) estopa, lija suave, papel carbón, cinta adhesiva transparente y lupa grande.

Los reactivos para la recuperación de los números borrados son: ácido nítrico a 50 o 75% que dependa de la zona de trabajo y agua.

*Remaches*

*Tipo pop de cabeza redonda de aluminio, acero o plástico*

Usado por los primeros vehículos de General Motors en 1965 se utiliza este método de fijar las placas NIV y lo siguen empleando la mayoría de fabricantes.

Nota. La mayoría de remaches europeos tienen el agujero del centro más pequeño que la versión americana.

*Remache tipo roseta de seis pétalos de aluminio o acero inoxidable*

Utilizado por General Motors Corporation desde 1965, Chrysler Corporation desde 1966 y Ford Motor Company desde 1970. En contadas ocasiones los remaches de cabeza redonda fueron usados en algunas plantas de ensamble pero esto no ocurrió con frecuencia.

*Remache tipo roseta de cinco pétalos de aluminio*

Es usado por Toyota desde 1985; tenían remaches redondos de aluminio.

*Tornillos de metal*

Los tornillos son ocasionalmente utilizados para fijar las placas NIV en algunos vehículos importados.

MÉTODOS PARA LA RESTAURACIÓN  
DE LOS NÚMEROS DE IDENTIFICACIÓN VEHICULAR  
ALTERADOS O MANIPULADOS

*Por calentamiento*

En el proceso por calentamiento se utiliza un soplete de acetileno, o bien se puede usar un pequeño tanque de gas butano pudiéndose aprovechar en el chasis, monobloc y diferentes laminares del cuerpo del vehículo.

Este proceso se usa para acelerar la reacción del reactivo sobre el material ya que a temperatura ambiente, sin precalentar la superficie, este procedimiento se llevaría mucho más tiempo.

Después de que se ha preparado la superficie y ha sido precalen-

tada a una temperatura más alta que la ambiental, y si el motor está todavía en el vehículo, es necesario proteger de la llama las líneas de combustible, la bomba de gasolina, el carburador y las mangueras del radiador, los cuales deberán ser cubiertos con asbestos o trapos mojados y proceder de la siguiente manera: 1) ajuste la llama y colóquela aproximadamente cinco centímetros abajo del área que va a ser trabajada y mueva con lentitud para precalentar la superficie; 2) mueva de grado en grado la llama cerca de la superficie hasta que la punta de ésta esté aproximadamente a cinco centímetros encima de la superficie; 3) mueva de manera continua la llama y no toque la superficie con el cono interior de la llama ya que llevará un calor intenso y destruiría la superficie, y 4) no caliente la superficie más allá de un color rojo cereza.

Ya una vez calentada la superficie, se procede a la utilización del reactivo correspondiente. En monoblocs, chasis y transmisión use una proporción de 50% de ácido nítrico y 50% de agua una vez preparada la superficie. Use un aplicador (hecho de un desarmador con una estopa o gasa enrollada en la punta) humedeciéndola en este reactivo, cruce frotando la superficie en forma circular, este proceso debe llevarse a cabo tantas veces sea necesario, hasta que el número sea restaurado, y tome las respectivas calcas de esta restauración una vez que los números originales sean visibles.

Neutralice el reactivo con agua, seque y cubra con aceite o grasa para evitar la oxidación. Para el trabajo en lámina el reactivo deberá de estar rebajado a una proporción de 25% de ácido y 75% de agua, ya que por ser una superficie de menor grosor se corre el riesgo de que se perfore.

*El proceso eléctrico*

Para el proceso eléctrico se utiliza una batería de seis o 12 voltios en conjunción con el reactivo antes mencionado y es aplicable a monoblocs, transmisión, lámina y chasis. La aplicación se hace con una escobilla de fibra suave metálica (en lugar de la estopa o gasa) remojada en la solución y se utiliza el mismo procedimiento de aplicación circular.



FIGURA IX.10.

Prepare la suficiente aplicación como se señaló, para ello deberá usar dos piezas de alambre del número 12 con terminaciones del tipo caimán, pega uno al lado positivo de la batería de 12 voltios, el otro extremo es adherido a tierra cerca de la superficie que va a ser procesada, el otro cable es colocado a la terminal negativa de la batería, la otra punta tendrá un aplicador en el caimán.

Humedezca el aplicador con el reactivo y aplíquelo a la zona de trabajo de manera circular pero con mayor presión sobre la lámina, hasta que los números a restaurar sean visibles; en ambos procedimientos es recomendable auxiliarse de una lente de aumento para tener una mejor observación de la restauración de los números y tomar las respectivas calcas del número restaurado; neutralice la superficie con agua, seque y cubra con aceite o grasa para evitar la oxidación.

Si no es visible ningún número restaurado es probable que mucho del metal haya sido removido o destruido, lo cual bajo estas circunstancias hace imposible recuperar alguno de ellos. Antes de proceder a la aplicación del reactivo se deberá sacar una calca en cinta del número de serie (figura IX.10).

La aplicación de la solución del reactivo correspondiente para intentar recuperar los números borrados, depende del lugar en donde se localicen, por ejemplo, si éstos se encuentran en la pared de fuego por las características del lugar se procederá a bordear el número con cinta *maskin tape* a manera de concha, en donde deberá verterse el correspondiente al material del trabajo por un periodo que estará

en relación con la concentración del mismo; es necesaria el agua suficiente para impedir el proceso y nunca tocar el reactivo, altamente corrosivo; una vez hecho esto se deben volver a tomar calcas.

En la aplicación del proceso de recuperación llegará el momento en que la numeración original se recuperará debido al tratamiento del reactivo, y es necesario estar atento a este punto para no borrar sin duda alguna los números, y sacar periódicamente calcas de ellos para verificar el proceso de recuperación de los números borrados.

Una vez que se identifiquen vestigios del número original, se deberá sacar calca de éste con cinta adhesiva transparente y papel carbón, comparar y verificar las diferencias con el que tiene grabado.

Ya reconocido el número se procederá a lavar con agua la parte afectada, se limpiará y se aplicará una pequeña placa de aceite para evitar que se oxide.

Debe recurrirse si es necesario a la verificación de los números secretos que vienen grabados en diversos lugares del vehículo según la marca; en éstos podremos ver características que nos indicarán si son originales o falsos, y si están alterados se procede a la recuperación de los mismos con la técnica anterior.

Para la verificación del número del motor se procede conforme al anterior utilizando la correspondiente concentración del reactivo.

Las alteraciones y remarques se notarán en su totalidad por el pulido y limadura para borrarlos, la limpieza en el chasis y la parte limada variarán de acuerdo con el conjunto y vestigios de brillo metálico en alteraciones recientes o de óxido por el paso del tiempo.

#### *Indicadores de posibles alteraciones*

Para identificar la falsedad de una placa NIV, tenemos indicadores, como el repaintado en el que no se apreciará el color metálico que es característico en las placas auténticas, y por ello hay que limpiar con un solvente y verificar que esté perfectamente remachada y lisa sin ninguna alteración y maltrato, ya que éste es un lugar inaccesible que no tiene por qué ser tocado, salvo que sea un automóvil reparado por accidente, la placa NIV estará maltratada. Asimismo

pueden observarse peculiaridades en los remaches que corresponden según sea la marca o modelo; nunca una placa NIV puede desprenderse fácilmente.

Puede darse el caso de reemplazo de placas NIV de vehículos que no corresponden a los que deben portar, por lo que es obligatorio conocer el significado de cada dígito.

Las alteraciones de los números de serie se detectan por la verificación de la forma, el tamaño y el color de la placa NIV o de los números grabados en el chasis o carrocería del vehículo, porque nunca son exactamente iguales a las originales; para poder localizarlas e identificarlas hay que conocer las características que corresponden a la marca y el modelo del vehículo, por lo que hay que actualizarse con frecuencia con los modelos más recientes.

**LOCALIZACIÓN GENÉRICA  
PARA LA IDENTIFICACIÓN ALFANUMÉRICA  
VEHICULAR**

En México y en el extranjero se utilizan sitios específicos para colocar las identificaciones alfanuméricas en los automotores; dependiendo de la marca del vehículo se colocarán en lugares determinados por el fabricante y será de acuerdo con sus normas internas.

En los automóviles conocidos como de "primer orden" se imprimen por lo común en las siguientes partes: 1) pared de fuego; 2) piso posterior del lado derecho de la batería; 3) piso del lado derecho bajo el asiento delantero del acompañante; 4) parte media del piso de la plataforma debajo del asiento trasero; 5) en el piso de la cajuela o portamaletas lado izquierdo o derecho; 6) en piso debajo del asiento del conductor; 7) en bastidor o chasis partes delantera, media o posterior en cara externa e interna o superior; 8) en postes de puertas; 9) en botaaguas, y 10) en base superior de amortiguador derecho o izquierdo (figura IX.11).

La ubicación más común de la placa NIV es en el tablero de instrumentos de la parte superior izquierda del lado del conductor, y queda visible desde el exterior del vehículo a través del parabrisas.

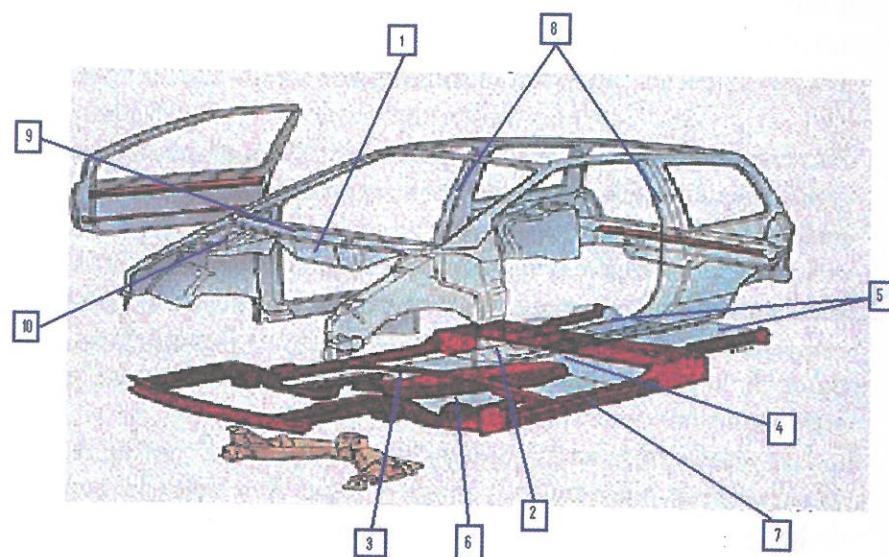


FIGURA IX.11.

En el caso del vehículo vw sedán se halla en la parte interna del poste de la portezuela del lado izquierdo.

En el Chevrolet Corvette (modelos anteriores a 2000) se localiza en el marco del parabrisas del lado izquierdo.

En camiones (cualquier vehículo automotor que cuente con un chasis, para efectos de su localización se dividirá en tres secciones): 1) parte delantera, desde el frente del vehículo hasta la pared de fuego; 2) larguero o vara del lado del conductor (izquierdo) cara externa; 3) larguero o vara del lado del conductor (izquierdo) cara superior; 4) larguero o vara contrario al conductor (derecho) y cara externa; 5) larguero o vara contrario al conductor (derecho) y cara superior; 6) parte media; de la pared de fuego hasta la diferencial; 7) larguero o vara del lado del conductor (izquierdo) cara externa; 8) larguero o vara del lado del conductor (derecho) cara externa; 9) larguero o vara contrario al conductor (derecho) y cara superior, y 10) parte trasera, larguero o vara contrario al conductor (derecho) cara externa o cara superior (como en el caso de los camiones y autobuses de la marca Dina).

### VERIFICACIÓN DE AUTENTICIDAD DE DOCUMENTOS

Es necesario el reconocimiento y detección de documentación apócrifa porque las falsificaciones se dan en facturas, tarjetones, pagos e identificaciones.

La documentación que corresponderá investigar al personal del Ministerio Público y que se va a verificar en un vehículo es diversa:

La tarjeta de circulación estará a nombre del propietario y los datos de la tarjeta deben coincidir con los del vehículo en placas, serie y número de motor.

Las alteraciones en las tarjetas de circulación se distinguen por transparencias a contraluz, por ser el papel más delgado, ausencia de hologramas, llenado de datos a maquina de escribir, fotocopia de color con bordes lisos, ausencia de bordes, plastificado demasiado grueso.

En la observación para verificar la autenticidad de una factura, la autoridad (Ministerio Público) acude directamente a la agencia distribuidora y coteja los datos con la factura original, y verifica que todos éstos concuerden, así como el formato que expiden las agencias, aseguradoras, lotes de autos, firma y nombre de quien envía el documento.

Generalmente las falsificaciones de las facturas se realizan por computadora o son calcas de color, por lo cual son de menor calidad y nitidez que una factura original, carecen de sellos de la agencia, no concuerdan los nombres de los gerentes, son de papel comercial de diferente calidad, no cuentan con los sellos correspondientes, tienen errores de ortografía o el número de la factura no corresponde con el vehículo en cuestión.

Para la verificación de la autenticidad de la factura de un vehículo, primeramente ésta debe tener ciertas características: 1) las facturas actuales sin excepción están escritas por computadora; 2) nunca rebasan los cuadros marcados por los espacios; 3) la tinta se ve claramente, así como los sellos y la firma; 4) nunca tiene errores de ortografía, ni utilizan lenguaje común; 5) algunas facturas tienen sello en relieve y en papel especial; 6) se describen las carac-

terísticas del vehículo; 7) van de acuerdo con un número de control; 8) tienen el engomado de block de facturas; 9) la correspondiente impresión de la Secretaría de Hacienda, y 10) dependiendo del año de expedición, el precio se encontrará en pesos.

Para la detección de identificaciones falsas se verifican que éstas: 1) tengan las correspondientes medidas de seguridad, bajo luz ultravioleta; 2) no tengan las fotografías superpuestas; 3) no tengan borrados ni alteraciones; 4) que la fotografía corresponda al portador; 5) la claridad y nitidez; 6) los hologramas correspondientes; 7) la vigencia de las mismas, y 8) de ser posible cotejar con otra identificación similar.

### DÍGITO VERIFICADOR

Dentro de la serie de 17 dígitos que conforman el número de identificación vehicular, el noveno recibe el nombre de *dígito verificador* ya que es éste el que mediante un algoritmo nos dice si la serie se encuentra dentro de los patrones de la Organización Internacional de Estándares.

Es decir, que si el resultado de este algoritmo es diferente al noveno dígito, podemos asegurar que la serie del vehículo ha sido alterada, por tanto podemos presumir que es un vehículo robado.

Existen excepciones, ya que en algunos vehículos europeos no se puede realizar esta comprobación, de la misma manera, en 1995 los vehículos de la Volkswagen ya contaban con 17 dígitos y es hasta 1998 cuando se puede efectuar la verificación con el noveno dígito.

### *Pasos para calcular el dígito verificador*

A continuación, se indicarán los pasos o mecanismos de comprobación matemática para una numeración (NIV), sobre la identificación de un vehículo. El cálculo correcto determina con precisión si el NIV es auténtico: 1) copiar el número de 17 dígitos alfanumérico; 2) dar el valor numérico equivalente a las letras según le corresponda (de acuerdo a la tabla de valores); 3) anotar la constante del al-

goritmo debajo del número de la serie (estos valores ya se encuentran establecidos); 4) multiplicar los valores asignados de la serie por los valores de la constante; 5) sumar las cantidades resultantes de la multiplicación; 6) dividirlas entre el número 11 (regla marcada por la ISO); 7) el residuo de la división deberá ser el mismo que el dígito verificador, es decir el noveno dígito; 8) en la primera fila tenemos el número VIN, que corresponde a los 17 dígitos condicionados; 9) en la segunda fila, se tiene el valor numérico equivalente a cada una de las letras, según la tabla; 10) en la tercera fila, se integra una numeración de mayor a menor que empieza con ocho y termine con dos, de igual forma le seguirá el 10, el 0 (cero) y continuará con una nueva numeración de mayor a menor, que empieza con el nueve y termina con el dos, a estos valores se les denomina "Constantes del algoritmo"; 11) en la cuarta fila se tiene el producto de multiplicar cada uno de los valores correspondientes a la segunda por la tercera fila; 12) posteriormente se suma el total de la cuarta fila, cuyo resultado es 368; 13) esta cantidad (368) se divide entre una constante ya establecida que es el número 11; 14) al realizar la relación, observamos que el residuo de la división es cinco, y 15) si comparamos el residuo con el dígito correspondiente a la novena posición del VIN comprobamos que esta serie no se encuentra alterada (cuadros IX.1 y IX.2).

Para lo anterior ya existen programas de cómputo o *software*, que realizan en forma rápida y automática la verificación del noveno dígito; de la misma manera, existen compañías aseguradoras que cuentan también con programas de cómputo o *software* que aportan la información general y completa de un vehículo con base en el número de identificación vehicular (VIN).

#### EJEMPLO DE IDENTIFICACIÓN DE VEHÍCULO DE LA MARCA CHRYSLER

El número de serie de los vehículos fabricados por corporativo Daimler Chrysler a partir de 1991 (México) y por norma internacional consta de diecisiete dígitos, caracteres, símbolos etcétera (le-

CUADRO IX.1. *Tabla de valores para los dígitos alfabeticos.*

A	1	J	1	T	3
B	2	K	2	U	4
C	3	L	3	V	5
D	4	M	4	W	6
E	5	N	5	X	7
F	6	P	7	Y	8
G	7	R	8	Z	9
H	8	S	2		

CUADRO IX.2. *Ejemplo de comprobación matemática del número de serie.*

3	V	W	F	B	8	1	H	5	S	M	0	0	3	9	8	2
3	5	6	6	2	8	1	8	5	2	4	0	0	3	9	8	2
8	7	6	5	4	3	2	10	0	9	8	7	6	5	4	3	2
24	35	36	30	8	24	2	80	0	18	32	0	0	15	36	24	4

tras y números) aunque con anterioridad en el extranjero éstos ya se manejaban con esta característica y porta una placa metálica de identificación vehicular denominada NIV, la cual se encuentra adherida en la parte superior izquierda delantera del tablero de instrumentos y es visible a través del parabrisas desde el exterior de la unidad, en donde se describe su origen, marca, tipo de vehículo, sistema de seguridad, línea o cuerpo de vehículo, capacidad de motor, dígito comprobatorio, año modelo, planta armadora y obviamente su número consecutivo de serie o producción.

#### Descripción del número de serie

Pongamos como ejemplo el siguiente número de serie: 3 C 3 B 1 4 6 W 8 P T 5 9 0 2 0 3. En este caso el primer dígito (3) nos indica el origen y nacionalidad, esto quiere decir que es un vehículo fabricado en México; el segundo dígito (C) nos refiere la marca del mismo, el cual es un Chrysler; el tercer dígito (3) nos señala que es

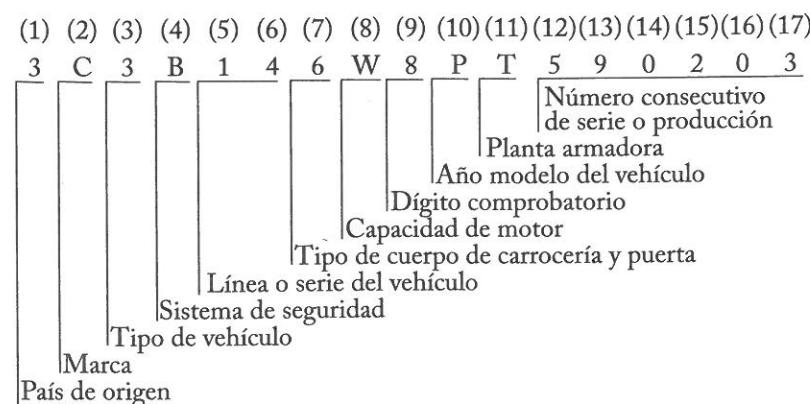


FIGURA IX.12.

un vehículo tipo sedán para servicio de pasajeros; el cuarto dígito (B) se refiere a su sistema de seguridad, en cuanto a cinturones de seguridad y tipo de frenos; el quinto y sexto dígitos (1 y 4) nos indican la línea o tipo de vehículo que corresponde a un Spirit; el séptimo dígito (6) señala que la unidad cuenta con cuatro puertas; el octavo dígito (W) indica la capacidad del motor; el noveno dígito (8) es un dígito comprobatorio; el décimo dígito (P) se refiere al año modelo de la unidad, que es un 1993; el undécimo dígito (T) señala que este vehículo fue ensamblado en la planta armadora de corporación Chrysler que se localiza en la ciudad de Toluca, Estado de México, y los dígitos restantes, del duodécimo al decimoséptimo (5, 9, 0, 2, 0 y 3), señalan el número consecutivo de serie o producción (figura IX.12).

Esta interpretación de acuerdo con su número de serie es en vehículos nacionales como de origen y procedencia extranjera, ya sean tipo sedán o de usos múltiples.

En la relación de vehículos que a continuación se mencionan se establece la identificación del número de serie, en virtud de que los vehículos de corporación Chrysler se encuentran marcados en diferentes sistemas (grabados de alto relieve, bajorrelieve, punto de golpe, punto estampado, impresos en calcomanías y engomados) y los cuales se encuentran en la placa metálica de identificación vehicular NIV, de especificaciones técnicas y engomados, y terminacio-

nes de serie en cuanto hace a las grabaciones que presentan en sus bastidores, chasis, motores y cajas de transmisión. La terminación de serie que se maneja en la República Mexicana inicia en el décimo dígito (año modelo). Esta terminación de serie se interpreta tal como mencionó anteriormente.

Para lograr la identificación de vehículos en cuanto a los años modelos de todo tipo de vehículo comercial, pasajeros o de cualquier otro uso, se presenta el siguiente cuadro:

CUADRO IX.3. Dígito identificador para el año modelo.

1970	0	1980	A	1990	L	2000	Y	2010	A	2020	L
1971	1	1981	B	1991	M	2001	1	2011	B	2021	M
1972	2	1982	C	1992	N	2002	2	2012	C	2022	N
1973	3	1983	D	1993	P	2003	3	2013	D	2023	P
1974	4	1984	E	1994	R	2004	4	2014	E	2024	R
1975	5	1985	F	1995	S	2005	5	2015	F	2025	S
1976	6	1986	G	1996	T	2006	6	2016	G	2026	T
1977	7	1987	H	1997	V	2007	7	2017	H	2027	V
1978	8	1988	J	1998	W	2008	8	2018	J	2028	W
1979	9	1989	K	1999	X	2009	9	2019	K	2029	X

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

LA INVESTIGACIÓN criminalística en los hechos de tránsito terrestre debe realizarse mediante un estudio profesional, serio y con auxilio de los diferentes procedimientos y técnicas analizados en este documento, dado que en este tipo de hechos se cumplen diversas leyes de la naturaleza, de las cuales las leyes de la Física son fundamentos primordiales en la investigación de estos hechos.

El perito investigador debe tener la capacidad de ser un excelente observador, así como ser competente al examinar con toda objetividad los sucesos que se producen y la importancia de los mismos. Debe ser ecuánime y comprobar o asociar cada elemento objetivo que tenga a la vista, no debe haber en él parcialidad y deberá realizar una investigación con un fundamento técnico. Hemos manifestado que dentro de las fases del método científico, la observación desempeña un papel relevante en la búsqueda de la verdad histórica de los hechos de tránsito terrestre y “técnicamente” podemos asegurar que *una buena observación es directamente proporcional al éxito de la investigación*.

Los hechos de tránsito terrestre constituyen una rama de las ciencias forenses al igual que otras especialidades que se derivan de éstas. Algunas se caracterizan porque tienen bases científicas, para lo cual se apoyan en procedimientos que permiten fortalecer su investigación, ya que a partir de la observación se establecerán las hipótesis pero siempre apoyándose en los principios fundamentales de la criminalística, principalmente *la correspondencia y el intercambio* de indicios, con el fin de estar en condiciones de establecer las causas y dar una opinión técnico-criminalística que nos permita llegar a la verdad histórica de los hechos, por lo cual se recomienda la metodología propuesta para la realización del dictamen pericial, toda vez que como ya se demostró ésta cumple con las fases del método científico.

Entre otros puntos se sugiere que los especialistas en esta rama unifiquemos criterios en cuanto a la aplicación de los valores establecidos en el tiempo de percepción y reacción, la velocidad de marcha de las personas, los coeficientes de fricción, entre otros, por lo que es conveniente realizar un análisis de sus parámetros correspondientes con el fin de actualizarlos ya que éstos son susceptibles de variar considerablemente, en ocasiones bajo criterios personales y sin fundamento técnico.

En cuanto a la velocidad, cuando ésta es deducida únicamente por los daños producidos y debido a la deformación de los materiales que presentan los vehículos en la colisión, es conveniente aclarar que el diagnóstico puede ser cuestionable ya que faltan por realizar formales investigaciones, para las cuales ya existen modelos matemáticos de diferentes autores, cuyo estudio permite conocer la distancia de penetración de los daños ocasionados a los vehículos y algunas variables correspondientes a los coeficientes de rigidez de sus materiales deformados, de donde es posible establecer una velocidad más exacta y con fundamento técnico-científico, tema que se tratará en otro estudio de investigación.

De la misma manera, en el caso de los atropellamientos existen modelos matemáticos de autores extranjeros como el de Searle, el de Collins, así como el modelo de la Northwestern University, entre otros, donde se toman en consideración las características del vehículo atropellador, la zona exacta del contacto, la longitud de proyección y la distancia de desplazamiento del peatón hasta su posición final con el fin de conocer la velocidad del vehículo, situación que requiere también de un minucioso análisis para su aplicación y que se analizará igualmente en otro estudio de investigación.

Por otra parte, si bien es cierto que una de las herramientas más útiles para establecer las causas que dan origen a un hecho motivado por el tránsito de vehículos, es el Reglamento de Tránsito; también es cierto que éste llega a ser ambiguo, impreciso, contradictorio, antagonico y obsoleto en varios de sus artículos correspondientes a las "Normas generales de circulación"; razón por la cual, el perito debe tener un amplio criterio para discernir las causas del hecho, sin ser aplicadores a ultranza del reglamento en cuestión.

Del mismo modo, debido a la gran diversidad de reglamentos de Tránsito que existe en cada entidad de la República Mexicana, como es el Reglamento de Tránsito Federal, el Reglamento de Tránsito del Distrito Federal, los reglamentos de Tránsito estatales, e incluso los reglamentos de Tránsito municipales, a manera de sugerencia, sería idóneo que únicamente hubiese un reglamento que regulara la circulación de vehículos en el ámbito nacional y que, para la formulación de los articulados, se considerase la opinión de personas involucradas en estos acontecimientos, dada la experiencia, la práctica y la constante labor de los expertos en la materia como es el caso de los peritos en hechos de tránsito terrestre.

Un factor muy importante para que la mayoría de los accidentes pueda evitarse y que es muy evidente, sería que los conductores y peatones acataran las disposiciones que marca el Reglamento de Tránsito, pero principalmente atendieran y respetaran los señalamientos, y una de las soluciones efectivas para disminuir los accidentes sería la enseñanza que desde pequeños podríamos tener como una asignatura en las escuelas primaria y secundaria, cuya finalidad sería la de hacer conciencia entre los alumnos de la gravedad humana y material que causa un hecho de tránsito, así como la de dar a conocer las distintas normas de prevención relacionadas con la conducción de vehículos y la seguridad de los peatones.

Es preciso puntualizar que las investigaciones en los hechos de tránsito terrestre deben tener un sentido científico, es decir contar con un análisis técnicocriminalístico donde pueda fundamentarse con elementos tangibles y objetivos la verdad histórica de los sucesos y siempre con una actitud de perfeccionamiento constante y de mejoras continuas.

Es conveniente y necesario hacer un llamado a las autoridades de las instituciones encargadas de impartir justicia a fin de que al perito se le proporcione el equipo suficiente para desempeñar su labor; se le debe capacitar para profesionalizar su función y acredecir el conocimiento que ha adquirido orientado a la certificación para fines de promoción, y hacer hincapié en que el nombramiento de perito es una distinción que debemos valorar quienes ocupamos ese cargo con honor y responsabilidad, demostrarle a la sociedad

que somos personas preparadas, honestas, objetivas, eficientes e imparciales.

Finalmente, debido a la escasa bibliografía existente en la especialidad, recomendamos utilizar este documento como base de consulta o de procedimientos en la materia a aquellos peritos que desempeñan su labor en alguna Dirección de Servicios Periciales del país y también a quienes tengan un gran interés en conocer los métodos y técnicas que se aplican en la investigación criminalística de los hechos de tránsito terrestre.

## GLOSARIO

*Acceso controlado:* facilidad de acceso en puntos específicos a un camino en términos de distancia, tiempo o costo.

*Accesorio para funcionamiento de destello:* relevador u otro dispositivo instalado en el control, que al recibir energía eléctrica de un punto distante o por medio de un interruptor automático de tiempo, suspende el funcionamiento del semáforo y hace que opere intermitentemente una de las luces.

*Accidente:* suceso o acontecimiento inesperado e impremeditado que tiene un elemento de azar, de probabilidad, y cuyos resultados son indeseables o fortuitos.

*Acera:* parte de la vía pública construida y destinada especialmente para el tránsito de peatones.

*Acotamiento:* faja contigua a la calzada comprendida entre su orilla y la línea de hombros del camino, que sirve para dar más seguridad al tránsito y para estacionamiento eventual de los vehículos.

*Acotar:* poner medida en un plano topográfico e ilustrativo de un lugar de hechos.

*Alcance:* hecho de tránsito en el que intervienen al menos dos vehículos en movimiento y en la misma dirección cuya colisión se produce cuando uno de ellos proyecta la parte frontal en la parte posterior del otro.

*Actividad pericial:* integración del conocimiento del juzgador o Ministerio Público cuando se requiere la aportación de conocimientos de una ciencia o arte.

*Ademanes:* movimientos que utilizan los agentes de tránsito para transmitir las señales que les permiten controlar la actividad de vehículos y peatones.

*Agente:* personal de la Policía Preventiva que realiza funciones de control, supervisión y regulación del tránsito de personas y vehículos en la vía pública. También se encarga de la aplicación de sanciones por infracciones a las disposiciones establecidas en el Reglamento de Tránsito y demás disposiciones jurídicas en materia de tránsito.

*Alineamiento horizontal:* proyección de un camino sobre un plano horizontal.

*Alineamiento vertical:* proyección de un camino sobre un plano vertical.

*Análisis:* distinción y separación de las partes de un todo hasta llegar a conocer sus principios elementales.

*Área común:* área común de dos o más arterias que se entrecruzan o se unen.

*Área urbana:* área geográfica cuyos renglones ecológicos, sociales, demográficos, económicos y culturales se encuentran en extremo desarrollados y donde habita una población relativamente densa.

*Arteria:* vía de extensa longitud y con volúmenes de tránsito considerables, con intersecciones en general controladas con semáforos y señalamientos que conectan con los diferentes núcleos o zonas de una unidad.

*Arroyo de circulación:* superficie de rodamiento destinado principalmente para el tránsito de vehículos, limitado por guarniciones, líneas de pintura longitudinales a los lados de la vía, cunetas y/o acotamientos.

*Asfalto:* material con que se pavimentan las calles y autopistas, betún negro y mezcla de hidrocarburos.

*Atropello:* hecho de tránsito en el que intervienen por lo menos un vehículo en movimiento y un peatón que se encuentra en algún punto sobre el arroyo de circulación.

*Autobús:* vehículo automotor de seis o más llantas de estructura integral o convencional con capacidad de más de 16 personas.

*Autopista:* camino urbano o rural de cuatro o más carriles, con faja separadora central e intersecciones generalmente resueltas a desnivel; el control del acceso puede ser parcial o total.

*Automóvil:* vehículo de motor con cuatro ruedas.

*Autotanque:* vehículo cerrado, camión, tanque, semirremolque o remolque destinado al transporte de líquidos, gases licuados o sólidos en suspensión.

*Avenida:* vía de gran longitud cuyo voluminoso tránsito exige un tratamiento especial con separadores y controles de tránsito en intersecciones con otras calles y a veces con calles laterales.

*Bache:* orificio que se forma sobre el asfalto de los caminos o carreteras a causa del tránsito vehicular y el clima.

*Banqueta:* faja destinada a la circulación de peatones ubicada en general a un nivel superior de la calzada.

*Barrera:* dispositivo de seguridad que se emplea para evitar en lo posible la invasión del sentido de circulación contrario en caminos divididos.

*Bicicleta:* vehículo con dos ruedas accionado por el esfuerzo locomotriz del propio conductor.

*Bicimoto:* bicicleta provista de un motor auxiliar cuyo desplazamiento embolar no excede de cincuenta centímetros cúbicos.

*Bifurcación:* división de un camino en dos ramales, uno de los cuales se aparta de la trayectoria principal.

*Calzada:* parte de la corona destinada al tránsito de vehículos correspondiente al área que ocupa el pavimento cuando existe.

*Calzar con cuñas:* poner una pieza en forma de cuña entre el piso y la rueda de un vehículo para inmovilizarlo.

*Calle:* vía urbana de tránsito público que incluye toda el área comprendida entre linderos frontales de las propiedades.

*Calle auxiliar:* calle auxiliar de una vía principal paralela a ella que sirve a las propiedades adyacentes y hace posible la limitación de acceso a la vía.

*Cama baja:* semirremolque de piso de baja altura con suspensión especial.

*Camellón:* faja separadora a la cual se le construyen guarniciones que se encuentran en un espacio sobreelevado con relación al piso del arroyo de circulación.

*Camino:* cualquier vía rural o urbana por donde puedan transitar los vehículos.

*Camión:* vehículo de motor de cuatro ruedas o más cuyo diseño y construcción es funcional para el transporte de carga.

*Capacidad:* número máximo de personas, más peso del equipaje, que un vehículo puede transportar y para el cual fue diseñado por el fabricante.

*Capacidad de tránsito:* volumen máximo de tránsito que permite un camino sin congestionamientos.

*Carga de gran peso o volumen:* peso adicionado al peso vehicular rebasa los límites establecidos para el peso bruto vehicular, o carga cuyas dimensiones rebasan las máximas autorizadas, por lo que su transportación requiere de vehículos y disposiciones especiales.

*Carga útil y peso útil:* peso máximo de la carga que un vehículo puede transportar en condiciones de seguridad y para el cual fue diseñado por el fabricante o reconstructor.

*Carpeta:* capa de espesor determinado construida sobre la base con materiales pétreos y un cemento asfáltico que constituye la superficie de rodamiento.

*Carretera:* vía pública de jurisdicción federal situada en las zonas rurales y destinada principalmente al tránsito vehicular.

*Carril:* cada una de las fajas de circulación en que puede estar dividida la superficie de rodamiento, con anchura suficiente para el tránsito de vehículos en fila.

*Ceder el paso:* tomar todas las precauciones del paso e incluso detener la marcha si es necesario, para que otros vehículos no se vean obligados a modificar bruscamente su dirección o velocidad.

*Cercas:* construidas con rocas, poste o alambres o con postes y telas de alambre, se colocan para delimitar el derecho de vía o cualquier superficie.

*Choque en ángulo diferente a 90°:* hecho de tránsito en el que intervienen cuando menos dos vehículos en movimiento, en diferente dirección, en el que sus ángulos de acercamiento y salida son diferentes a 90°.

*Choque perpendicular:* hecho de tránsito en el que intervienen cuando menos dos vehículos en movimiento, que sucede en un crucero regular de 90°.

*Ciclo:* tiempo necesario para una secuencia completa de indicaciones de un semáforo, hasta que vuelve al color o indicación inicial.

*Ciencia:* conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas, es una doctrina metódicamente formada y ordenada que constituye un ramo particular del saber humano.

*Ciencias exactas:* las que sólo admiten principios y consecuencias y hechos rigurosamente demostrables, como las matemáticas, física, etcétera.

*Circulación:* condición de tránsito por la cual un vehículo que recorre un tramo de vía, no se vea obligado a detenerse por cualquier causa externa a la corriente de tránsito.

*Colisión:* hecho en el cual por lo menos un cuerpo en movimiento hace contacto con otro.

*Combinación vehicular especial:* vehículos especiales destinados al transporte de carga indivisible de gran peso y volumen, acoplados mediante mecanismos de articulación.

*Concreto:* mezcla uniforme y homogénea en proporciones adecuadas de material de petróleo, de dimensiones y características establecidas y fijadas con un asfalto o un producto asfáltico.

*Conductor:* persona que lleva el dominio del movimiento del vehículo.

*Conducción y abanderamiento:* actividades desempeñadas por el personal de transportistas en unidades piloto, que supervisan y evalúan las condiciones de seguridad de los usuarios de los caminos, el tránsito de las grúas industriales o de las combinaciones vehiculares especiales.

*Congestionamiento:* movimiento defectuoso y deficiente de los vehículos en un cruce, calle o avenida, que provoca pérdida de velocidad y saturación de tránsito.

*Contacto:* hecho en el cual dos cuerpos físicos en movimiento establecen colisión.

*Contenedor:* embalaje metálico de dimensiones normalizadas, de uso continuo en el transporte de mercancías que simplifica su traslado entre modos de transporte y provisto de cantoneras para su sujeción.

*Contracuneta:* canal de sección determinada que se construye en las laderas del lado, aguas arriba de una obra, vías a distancia fijada y que tiene por objeto impedir que el agua se escurra por dichas laderas y penetre a la obra vial.

*Convoy:* grupo de vehículos o combinaciones vehiculares especiales que simultáneamente realizan una transportación con el mismo origen y destino, sin efectuar maniobras de rebase que mantienen una distancia constante entre ellos.

*Corona:* superficie terminada de una carretera, comprendida entre sus hombros o entre guarniciones de una calle.

*Corte de circulación:* hecho de tránsito en el que intervienen cuando menos dos vehículos en movimiento en la misma dirección que ocurre cuando uno de los vehículos realiza maniobra de cambio de carril.

*Croquis:* diseño ligero de un terreno y su descripción planimétrica de la escena del hecho.

*Cruce:* intersección de dos o más caminos, o de un camino con otras vías que pueden ser férreas, de agua, de peatones, de bicicletas, etcétera.

*Cruzamiento:* acción que ejercitan los conductores y peatones al cruzar una calle o una intersección.

*Cuneta:* canal que se ubica en uno o ambos lados de la corona, contigua a la línea de hombros, para drenar el agua que escurre por la corona y el talud.

*Curva:* arco de circunferencia de la alineación horizontal.

*Daño:* efecto de causar un perjuicio o detrimiento como resultado de una acción u omisión culposa o dolorosa.

*Defensa:* dispositivo de seguridad que se emplea para evitar en lo posible que los vehículos salgan de la carretera.

*Derecho de vía:* superficie de terreno cuyas dimensiones, fija la autoridad, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y, en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y de sus servicios auxiliares.

*Desfasamiento:* desalineación que existe en los alineamientos de guarniciones de banquetas, camellones, cabeceras entre un lado y otro del crucero.

*Desviación:* camino auxiliar de carácter provisional construido como lo fija el proyecto y lo ordena la autoridad con objeto de desviar el tránsito por fuera de una obra vial para facilitar su construcción o reparación.

*Dictamen pericial:* juicio técnico científico especializado que emite el perito en la ciencia, técnica o arte solicitados respecto del examen de personas, objetos o hechos y que responden a un planteamiento de problema requerido por la autoridad administrativa o judicial.

*Dimensiones:* alto, ancho y largo máximo expresado en metros de un vehículo en condiciones de operación, incluida la carga.

*Discapacitado:* individuo que presenta temporal o permanentemente una disminución de sus facultades físicas, intelectuales o sensoriales que lo limitan en la realización de una actividad normal.

*Dispositivos para el control de tránsito:* señales, marcas, semáforos y otros medios que se utilizan para regular y guiar el tránsito.

*Dispositivos para protección de obras viales:* elementos de diversas índoles elaborados para informar o proteger a conductores y peatones que utilizan alguna vía que está en construcción, reparación o mantenimiento.

*Distancia de frenado:* distancia total recorrida por un vehículo en movimiento hasta quedar en reposo, una vez accionado el freno.

*Distribución de peso:* condición dinámica que se produce en los vehículos cuando el peso del motor y los ocupantes, equipaje, etcétera, y los afecta en las maniobras del centro de gravedad.

*Educación vial:* capacitación y adiestramiento que se da a los individuos acerca de los usos, leyes y reglamentos para el uso de las diferentes vías de comunicación.

*Eje:* componente mecánico que en cada extremo cuenta con una o dos llantas, las cuales transmiten el peso del vehículo al pavimento.

*Enlace:* tramo corto de vía destinada a vincular dos ramas de una intersección.

*Entronque:* zona donde dos o más caminos se cruzan o se unen permitiendo la mezcla de las corrientes de tránsito.

*Estacionamiento:* área destinada especialmente para alojar los vehículos en forma temporal.

*Estribo:* apoyo extremo de la superficie de un puente o paso a desnivel.

*Evidencia:* es el indicio sometido a un estudio y análisis.

*Faja separadora:* faja de anchura variable, limitada por rayas de pintura o por guarniciones, que se construye en zona central o de uno y otro lado para separar el tránsito de vehículos en sentidos opuestos o en el mismo sentido.

*Fase de circulación:* parte del ciclo del semáforo que se asigna a la corriente de tránsito o cualquier combinación de circulación de vehículos o peatones que reciben el derecho de paso con simultaneidad durante uno o más intervalos.

*Gálibo:* sección libre mínima que se necesita considerar para una vía de comunicación en el proyecto de puentes, túneles, paso a desnivel, etcétera.

*Glorieta:* intersección a nivel donde el movimiento vehicular es rotatorio y continuo alrededor de una isleta central.

*Glosario:* catálogo de palabras explicadas.

*Guía:* tubos colocados a ambos lados del vado y a todo lo largo del mismo, para delimitar su anchura; antes de cruzarlo deben de observarse las escalas de profundidad, fijadas en algunas guías.

*Guarnición:* elemento en cuanto a una o más partes enterrado, generalmente de concreto, que se emplea sobre todo para limitar las banquetas e isletas y delinear la orilla de la calzada.

*Hecho:* suceso, evento, acontecimiento.

*Hecho de tránsito:* todo suceso que ocurre en la vía pública con vehículos que alteran el curso regular de su circulación, cuyo resultado son hechos infortunados o indeseables y donde se causan daños materiales, lesionados y en ocasiones pérdidas de vida.

*Hidrante:* toma de agua contra incendio.

*Hombro:* límites de la corona.

*Huella:* toda figura producida en una superficie dura o blanda por contacto suave o violento; las huellas nos indican forma, contorno y características del objeto que las produjo.

*Huella de arrastre:* marcas o huellas producidas por los neumáticos de un vehículo sobre una superficie al ser arrastrados por otro, en general de mayores dimensiones.

*Huellas de desplazamiento:* marcas o señales que causan los neumáticos de los vehículos cuando se pierde su trayectoria normal y el vehículo se desplaza lateralmente.

*Huellas de frenado:* señales o huellas dejadas en las superficies de rodamiento causadas por los neumáticos cuando son bloqueados por el sistema de frenado que impide su rotación; indican forma, contorno y características de los neumáticos que las produjeron.

*Huellas de rodamiento:* marcas o huellas producidas por los neumáticos de un vehículo que se señalan en su proceso de rodamiento generalmente en banquetas, camellones, jardineras, etcétera.

*Incorporación:* hecho de tránsito en el que intervienen por lo menos dos vehículos en movimiento, que sucede en un crucero o intersección regular o irregular y donde alguno de los vehículos está cambiando de arroyo de circulación.

*Indicio:* material sensiblemente significativo (cadáver, objetos, huellas, etcétera) encontrados en el lugar de los hechos, los cuales son percibidos mediante los sentidos: vista, oído, tacto, olfato, y que están íntimamente relacionados con un presunto hecho delictivo.

*Indubitable:* que es tan evidente que se encuentra fuera de toda duda.

*Informe:* exposición escrita de una intervención pericial, donde no existen elementos para dar una opinión técnica-científica.

*Infracción:* conducta que lleva a cabo un conductor, peatón o pasajero que transgrede alguna o diversas disposiciones del Reglamento de Tránsito aplicables y que tienen como consecuencia una sanción.

*Impronta:* huella o señal que deja un golpe de un objeto contra otro.

*Inspección ocular:* examen que hace el personal del Ministerio Público de un lugar para hacer constar en acta o diligencia los resultados de la observación.

*Intersección:* área donde dos o más vías se unen o cruzan ya sea a nivel o desnivel, permitiendo o no la mezcla de las corrientes de tránsito.

*Intervalo:* cualquiera de las diversas subdivisiones del ciclo correspondiente a las indicaciones o colores del semáforo.

*Isleta:* cualquier superficie prohibida a la circulación vehicular, situada en una vía o intersección de vías, para encauzar las corrientes vehiculares o servir de refugio a los peatones.

*Junta de peritos:* reunión de expertos para tratar una controversia de carácter pericial.

*Labrador:* ancho adicional que se da a la corona de las carreteras tipo "E" en una longitud limitada para permitir el paso simultáneo de dos vehículos.

*Licencia de conductor:* documento expedido por las autoridades de auto-transporte para poder conducir vehículos.

*Luces altas:* las que emiten los faros principales de un vehículo para obtener largo alcance en la iluminación de la vía.

*Luces bajas:* las que emiten los faros principales de un vehículo para iluminar la vía a corta distancia.

*Luces de estacionamiento:* las de baja intensidad emitidas por dos faros accesorios colocados en el frente y parte posterior del vehículo y pueden ser de haz fijo o intermitente.

*Luces demarcadoras:* las que emiten hacia los lados las lámparas colocadas en los extremos y el centro de los omnibus, camiones y remolques, las cuales delimitan la longitud y altura de los mismos.

*Luces de frenos:* las que emiten el haz de luz por la parte posterior del vehículo cuando se oprime el pedal del freno.

*Luces de gálibo:* las que emiten las lámparas colocadas en los extremos de las partes delanteras y posteriores del vehículo y que delimitan su anchura y altura.

*Luces de marcha atrás:* las que iluminan el camino por la parte posterior del vehículo durante su movimiento hacia atrás.

*Luces direccionales:* las de haces intermitentes emitidas por una lámpara delantera y otra trasera, según la dirección que se vaya a tomar.

*Luces intermitentes:* las de haces intermitentes emitidas simultáneamente por las lámparas delanteras y traseras para indicar precaución.

*Luces rojas posteriores:* las emitidas hacia atrás por lámparas colocadas en la parte baja posterior del vehículo o del último remolque de una combinación y que se encienden de manera simultánea con los faros principales o con los de estacionamiento.

*Lugar de hechos:* espacio físico donde ha ocurrido un hecho presuntamente delictuoso y en que se encuentra indicio del mismo, así como de los involucrados.

*Marcas:* rayas, símbolos o letras de color blanco, que se pintan o colocan sobre el pavimento, estructuras, guarniciones u objetos dentro o adyacentes a las vías de circulación, a fin de indicar ciertos riesgos, regular o canalizar el tránsito.

*Matricular:* acto de inscribir un vehículo en la oficina de tránsito correspondiente con el fin de obtener la autorización para circular en las vías públicas.

*Medidas de seguridad:* conjunto de acciones que debe realizar el usuario de un vehículo para obtener el máximo aprovechamiento de los dispositivos de seguridad.

*Método:* camino o procedimiento adecuado para conseguir un resultado.

*Metodología:* estudio del método.

*Motocicleta:* vehículo de motor de dos ruedas e incluso hasta cuatro, destinado para el transporte de personas y de pequeñas cargas.

*Nomenclatura:* denominación que se da a las vías de circulación para su identificación.

*Omnibus:* vehículo de motor destinado al transporte de más de nueve personas.

*Ordenación de tránsito:* uso de señales, órdenes y reglamentación legal del tránsito con objeto de lograr el uso más eficaz del sistema vial existente para beneficio de la comunidad.

*Pancoupé:* banqueta delineada en las esquinas; su principal característica es tener un campo visual más amplio en el crucero.

*Parada:* detención momentánea de un vehículo por necesidades del tránsito en obediencia a las reglas de circulación o bien, lugar destinado para maniobras de ascenso y descenso de pasajeros de vehículo de transporte público.

*Parapeto:* barandal colocado a lo largo de un puente a uno y otro lado de su calzada para protección y seguridad del tránsito de vehículos y peatones.

*Pasajero:* persona que es transportada por el conductor y que ocupa un lugar dentro del vehículo con conocimiento de aquél.

*Paso:* zona donde dos vías terrestres a nivel o desnivel se cruzan sin que se permita la mezcla de corriente de tránsito.

*Paso a nivel:* cruzamiento a una misma elevación.

*Paso a desnivel:* estructura que permite la circulación simultánea a diferentes elevaciones en dos o más vías.

*Patín:* bastidor de uno o más ejes con llantas para transferir carga.

*Pavimento:* capa de material seleccionado que proporciona una superficie de rodamiento adecuada al tránsito.

*Peatón:* persona que transita a pie por la vía pública o bien, con sus propios medios de locomoción como es el caso de los disminuidos físicos.

*Pendiente:* relación entre el desnivel y la distancia horizontal que hay entre dos puntos.

*Pendiente cóncava:* transición del camino donde ocurre un cambio de descenso a un ascenso llamándose comúnmente "columpio".

*Pendiente convexa:* transición de camino donde ocurre un cambio de ascenso a descenso, es decir, cuando llega el vehículo a una cima y desciende; presenta problemas de visibilidad en su eje longitudinal.

*Pendiente longitudinal:* diferencia de altitud entre dos puntos, situados en su eje longitudinal.

*Peralte:* diferencia de altitud transversal al eje del camino medidos en los extremos de este eje, construido con el fin de compensar la fuerza centrífuga de los vehículos al recorrer una curva.

*Peritaje:* examen de personas, hechos u objetos, realizados por un experto en alguna ciencia, técnica o arte con el fin de efectuar investigaciones que ilustren a las autoridades jurisdiccionales y que por su naturaleza

requieren de conocimientos especializados que sean del dominio cultural de tales expertos y que con base en su opinión técnica o científica, ésta resulte necesaria para la resolución de la autoridad.

*Perito en tránsito terrestre:* derivado del latín *peritus*, cuyo significado es sabio o hábil, condición que adquiere de la constante práctica y estudio en una determinada ciencia o arte, en este caso el tránsito vehicular terrestre.

*Persona con discapacidad:* quien presenta temporal o permanentemente una disminución de sus facultades físicas intelectuales o sensoriales, que le limitan a realizar una actividad normal.

*Personal de apoyo vial:* encargado del programa radar y apoyo vial de la autoridad.

*Peso bruto vehicular:* suma del peso vehicular y el de la carga, en el caso de vehículos de carga; o suma del peso vehicular y el de los pasajeros, equipaje y paquetería en el caso de vehículos destinados al servicio de pasajeros.

*Peso vehicular:* peso de un vehículo o combinación vehicular con accesorios en condiciones de operación, sin carga.

*Plan vial:* planificación de la red de vías de comunicación en forma jerarquizada para un territorio o núcleo urbano determinando, considerando las vías terrestres para vehículos automotores, ferrocarriles, aeropuertos, las instalaciones, terminales y de transbordo, los canales y otros; incluyen e integran todas las rutas y medios de transporte colectivo.

*Planchón:* plataforma sin ejes para transferir carga a un tractocamión, al semirremolque o entre dos módulos o patines.

*Portacontenedores:* semirremolque o remolque de bastidor metálico compuesto por suspensión, ejes, llantas, frenos y sistema de acoplamiento; está equipado con elementos de sujeción para fijar y soportar contenedores.

*Prueba pericial:* acción y efecto de probar mediante técnica y métodos científicos a través de los cuales se busca demostrar la existencia de un hecho material o de un acto jurídico, con el propósito de comprobar la verdad de una cosa o la realidad de un hecho.

*Puente:* estructura con longitud mayor de seis metros destinada para pasar de una obra vial a otra, sobre ríos o una depresión.

*Radar:* aparato transceptor de ondas de alta frecuencia para medir la velocidad de vehículos de motor sobre un camino. Aplicado a un deflector indica la presencia de vehículos.

*Rebasar:* acción de alcanzar y pasar a otro vehículo en el mismo sentido de circulación.

*Reconstrucción de hechos:* diligencia judicial tendiente a precisar todas y cada una de las fases y movimientos desarrollados por el autor o los autores de un hecho.

*Reflejante:* características de ciertos materiales que permiten la reflexión del haz luminoso que incide en ellos y que provoca un efecto de iluminación.

*Reglamento:* colección ordenada de reglas o preceptos que da la autoridad competente para la ejecución de una ley, o conjunto de normas obligatorias de carácter general para el cumplimiento de los fines atribuidos a la administración pública.

*Reglamento de tránsito:* establece las normas relativas a la seguridad vial, y a los usuarios en su trayecto por la vía pública.

*Remolque:* vehículo con eje delantero y trasero no dotado de medios de propulsión y destinado a ser jalado por un vehículo de motor, o acoplado a un semirremolque.

*Remolque ligero:* remolque cuyo peso bruto no exceda de 750 kgs.

*Retorno:* discontinuidad de la faja separadora de los arroyos de circulación y que permite a un vehículo regresar en sentido opuesto al que llevaba, normalmente se le conoce como vuelta en "U".

*Revolvedora:* camión unitario equipado con un recipiente metálico tipo cónico, que se apoya en dos puntos del chasis, lo que le permite girar sobre su eje longitudinal.

*Ruta:* camino o derrotero seguido para ligar a varias poblaciones, o para cruzar un centro urbano.

*Semáforo:* dispositivo eléctrico para regular el tránsito, mediante el juego de luces.

*Semirremolque:* vehículo no automotor, compuesto de cuatro o más ruedas, sin eje delantero, destinado a ser acoplado a un tractor camionero de manera que parte de su peso sea soportado por éste.

*Señal:* dispositivo que se coloca en el hombro de la corona del camino para prevenir, restringir e informar al usuario de los lugares de peligro o de interés a lo largo de la ruta.

*Señal elevada:* la que se coloca a mayores alturas de las usuales para obtener mayor visibilidad, por restricciones de espacio lateral que impidan la colocación de señales normales o cuando se desea guiar al tránsito por determinados carriles; las señales elevadas pueden instalarse sobre los carriles de circulación y se nombra según su tipo en

señales de bandera y de puente, de acuerdo con la estructura que las soporta.

*Señal de advertencia:* tablero con símbolos o leyendas que indican el tránsito de un vehículo o combinación vehicular con exceso de peso y dimensiones.

*Señales audibles (sirena):* dispositivo y aparato generador de sonidos de gran intensidad, de advertencia de peligro o precaución, usado en los vehículos de emergencia para indicar su presencia.

*Señales informativas:* tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su ruta e informarle sobre las calles o caminos que se encuentre y los nombres de poblaciones, lugares de interés y sus distancias.

*Señales luminosas (torreta):* lámpara de advertencia de peligro o precaución, que debe ser intermitente o giratoria de 360 grados.

*Señales preventivas:* advierten la existencia y naturaleza de un peligro en el camino.

*Señales restrictivas:* indican la existencia de ciertas limitaciones o prohibiciones que regulan el tránsito, las cuales deberán ser totalmente obedecidas.

*Símbolo:* figura con que se presentan ideas, conceptos, circunstancias, objetos, lugares, cosas, etcétera.

*Superficie de rodamiento:* área de una vía de circulación rural o urbana, sobre la que transitan vehículos automotores.

*Suspensión mecánica:* elementos mecánicos, elásticos y estructurales que unen a los ejes con el chasis en la que el principal elemento que absorbe las deformaciones es un muelle.

*Suspensión mixta:* elementos mecánicos, elásticos y estructurales que unen a los ejes con el chasis en la que el principal elemento que absorbe las deformaciones es un conjunto de muelles y bolsas de aire tipo cámara.

*Suspensión neumática:* elementos mecánicos y estructurales que unen a los ejes con el chasis en la que el principal elemento que absorbe las deformaciones es una bolsa de aire tipo cámara.

*Talud:* inclinación de la superficie de los cortes de los terraplenes.

*Técnica:* procedimientos particulares que se aplican en auxilio del método general de trabajo establecido.

*Tiempo de percepción:* periodo que existe entre advertir, sentir, escuchar y percibirse de cualquier situación de peligro.

*Tiempo de reacción:* el momento y el reflejo de responder a cualquier señal de peligro, quitar el pedal del acelerador y oprimir el pedal del freno, cuyo periodo tiene una duración de 0.75 segundos.

*Tope:* protuberancia en la superficie de rodamiento, formada por elementos metálicos o bordes de concreto, que tiene por objeto que los conductores de vehículos disminuyan su velocidad.

*Tractocamión:* vehículo de motor destinado a soportar y arrastrar semirremolques y remolques.

*Tránsito:* movimiento de vehículos y peatones que se desplazan sobre un camino o calle.

*Transitar:* acción de circular en una vía pública.

*Transporte:* traslado de personas y mercancías de un lugar a otro, se clasifican en: urbano, foráneo, regional y nacional en función de su alcance o ámbito; colectivo e individual, de acuerdo con la utilización de los medios o unidades de transporte; de carga o de pasajeros, que atiende al elemento transportado; automotor, eléctrico, etcétera. De acuerdo al origen que lo impulsa.

*Traslado de peso:* dinámica que se produce en los vehículos cuando el peso del motor u ocupantes, equipaje, etcétera, por efecto de maniobras de frenado, el centro de gravedad cambia hacia el eje delantero.

*Trayectoria:* línea imaginaria del espacio que recorre un cuerpo en movimiento (automóvil, peatón) para trasladarse de un lado a otro.

*Triciclo:* vehículo de tres ruedas, accionado por el esfuerzo del propio conductor.

*Triciclo automotor:* vehículo de motor de tres ruedas.

*Unidad piloto:* vehículo de motor, dotado de una torreta y señales de advertencia, para conducir y abanderar el tránsito de las grúas industriales o las combinaciones vehiculares.

*Vado:* cambio de alineamiento vertical para permitir el cruce de una corriente intermitente de agua sobre la superficie de rodamiento.

*Vehículo:* artefacto que sirve para transportar personas o cosas por caminos y calles, exceptuándose los destinos para el transporte de impedidos como silla de ruedas y juguetes para niños.

*Vehículo de diseño especial:* grúa industrial o unidad vehicular especial de tracción o de arrastre que por sus características de diseño rebasa las dimensiones de 2.60 metros de ancho, 4.25 metros de altura y las longitudes máximas autorizadas para un vehículo unitario o de arrastre.

*Vehículo de motor:* vehículo dotado de medios de propulsión independientes del exterior.

*Vehículo de servicio público:* reúne las condiciones necesarias y llena los requisitos que la ley de la materia señala para explotar el servicio de autotransporte en sus diferentes clases y modalidades.

*Vía pública:* espacio terrestre de uso común delimitado por los perímetros de las propiedades y que esté destinado al tránsito de vehículos y peatones, así como a la prestación de servicios públicos y colocación de mobiliario urbano.

*Vías de acceso controlado:* aquellas en que la entrada o salida de vehículos se efectúa en lugares específicamente determinados.

*Vías de pistas separadas:* aquellas que tienen la superficie de rodamiento dividida longitudinalmente en dos o más partes, de modo que los vehículos no puedan pasar de un sitio a otro, excepto en los lugares destinados al efecto.

*Vía de tránsito continuo:* camino dividido destinado al tránsito de paso, con control total o parcial de accesos y, generalmente, con pasos a desnivel en intersecciones.

*Vía pública:* carretera o calle destinada al tránsito libre de vehículos y peatones, sin más limitaciones que las impuestas por la ley.

*Vialidad urbana:* conjunto de vías o espacios geográficos destinados a la circulación o desplazamiento de vehículos y peatones, distinguiéndose en general el medio urbano, como vialidad vehicular y peatonal.

*Vialidad especial:* destinada a la circulación de vehículos especiales.

*Vibradores:* acanalamientos de la superficie de rodamiento, transversales al eje de la vía, que advierten la proximidad de un peligro. Ante esta advertencia los conductores deben disminuir la velocidad y extremar sus precauciones.

*Volumen de tránsito:* número de vehículos que pasan en una determinada longitud de una arteria, en un intervalo de tiempo establecido.

*Zona escolar:* área adyacente a un centro escolar en el que el movimiento es de escolares.

*Zona peatonal:* área de la superficie de rodamiento, marcada o no, destinada al paso de los peatones. Cuando no está marcada, se considera como tal, la prolongación de la acera o del acotamiento.

*Zona de seguridad:* área demarcada sobre la superficie de rodamiento de una vía pública, destinada para el uso exclusivo de peatones.

*Zona rural:* extensión territorial entre centros de población.

*Zona urbana:* área habitada o urbanizada, definida por los aspectos geográficos, ecológico, demográfico, social, económico, etcétera, es decir, es la ciudad misma mas el área contigua edificada, con uso de suelo no agrícola.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Hoyos, Luis Eduardo, *Guía práctica para investigación*, Paidós, Buenos Aires, 1972.
- Administración Pública del Distrito Federal, "Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Áreas Urbanas y Suburbanas", en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 11 de diciembre de 2001.
- Andión Gamboa, Mauricio y Col., *Guía de investigación científica*, Ediciones de Cultura Popular, México, 1986.
- Ashton, S. J., y G. M. Mackey, *Field Accident and Experimental Work in Europa*, SAE Technical paper # 830626.
- Barzeley, M. E., y C. W. Lacy, *Scientific Automobile Accident Reconstruction*, Mathew Bender Publishing, 1991.
- Basham, Donald J., *Traffic Accident Management*, Inglaterra, Charles C. Thomas Publisher, Springfield, 1979.
- Bruno, Héctor F., *Reconstrucción de accidentes de tránsito*, UNLP, Colegio de Ingeniería de la Provincia de Buenos Aires, 2001.
- Bueche, Frederick J., *Física para estudiantes de ciencias e ingeniería*, tt. I y II, México, 1976.
- , *Fundamentos de física*, McGraw-Hill, México, 1978.
- Bunge, Mario, *La investigación científica*, 2a. ed., Barcelona, 1972.
- Cervo, Luis Amado, *Metodología científica*, McGraw-Hill Latinoamericana, Bogotá, 1980.
- Chiñas de la Torre, Amado, *Primer curso de física (mecánica)*, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1967.
- Ficke, L. B., *Vehicle-Pedestrian Reconstruction*, Northwestern University Traffic Institute, Topic # 877 and Traffic Accident Reconstruction, vol. 2, 1990.
- Fingerman, Gregorio, *Lógica y teoría del conocimiento*, El Ateneo, Buenos Aires, 1977.
- Hanns, Gross, *Manual del juez*, trad. del alemán por Máximo de Arredondo, Lázaro Pavía, México, 1900.

- Hernández Sampieri, Roberto, Carlos Fernández y Pilar Bautista, *Metodología de la investigación*, 2a. ed., McGraw-Hill, 1998.
- Irureta, Víctor A., *Accidentología vial y pericia*, La Rocca, Argentina, 1996.
- Laves-Britzel, Berger, *Los accidentes de la circulación*, Paz Montalvo, Madrid, 1959.
- Limpert, R., *Motor Vehicle Accident Reconstruction and Analysis*, 2a. ed., The Michie Company.
- López Muñiz, Goñi Miguel, "Accidentes de tráfico", *Revista de Derecho Judicial*, Madrid, 1995.
- Malecón Díaz, José Antonio, *Investigación de los hechos de tránsito*, Academia Estatal de Policía de Sinaloa, México, 1988.
- Meilij, G. Raúl, *Accidente de tránsito, aspectos jurídicos*, Depalma, Buenos Aires, 1991.
- Moreno González, Luis Rafael, *El método científico y la investigación criminalística*, 8a. ed., Porrúa Hermanos, México, 1974.
- , *Introducción a la criminalística*, Porrúa Hermanos, México, 1997.
- , *Deontología pericial*, Academia Nacional de Criminalística, México, 1982.
- Olaon, P. L., *Drive Perception response Time*, Society of Automotive Engineers, SAE Technical paper # 89731.
- Pardinas, Felipe, *Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales*, 19a. ed., Siglo XXI Editores, México, 1979.
- Pritz, H. B., *Experimetal Investigation of Pedestrian Head Impacts on Hoods Fenders of Production Vehicles*, SAE Technical paper # 830055.
- Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, *Guía de Conclusiones Periciales Relacionadas con Hechos de Tránsito Terrestre*, septiembre de 1992.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes, *Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito en Calles y Carreteras*, 5a. ed., Dirección General de Servicios Técnicos, Subsecretaría de Infraestructura, 1986.
- Stcherbatcheff, G., et al., *Simulation of Collisions Between Pedestrians and Vehicles Using Adult and Child Dummies*, SAE Technical paper # 751167.
- Warren, Clark, y J. T. O'Brien, "Equidata", en *Forense Class*, EUA, Cal. State Long Beach, 2000.
- Código Federal de Procedimientos Penales.
- Curso de "Hechos de Tránsito Terrestre, Fase II", INACIPE/PGR/Academia Nacional de Seguridad Pública, México, julio de 2002.

- Curso de "Taller de Actualización de los Hechos de Tránsito Terrestre", septiembre de 2004 (Dirección General de Coordinación de Servicios Periciales de la Procuraduría General de la República), México.
- Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales.
- Reglamento de Tránsito del Distrito Federal.

*Investigación criminalística en hechos de tránsito terrestre*, edición al cuidado de la Dirección de Publicaciones del Instituto Nacional de Ciencias Penales, se terminó de imprimir y encuadrinar en octubre de 2009 en los talleres de Diseño e Impresos Sandoval, Salto del Agua 247, Col. Evolución; 57700 México, D. F.  
El tiraje consta de 3 000 ejemplares.



**REYNALDO OLIVARES ALCALÁ**

Es egresado del Instituto Politécnico Nacional y cursó una maestría en Criminalística en el INACIPE, donde actualmente es docente. Ha dado también cátedra en la Academia Nacional de Seguridad Pública, en la FES Campus Aragón (UNAM) y en el Instituto Nacional de Desarrollo Jurídico, entre otras instituciones. Ha impartido cursos y conferencias sobre investigación criminalística de hechos de tránsito terrestre en numerosas instituciones académicas e instituciones de impartición de justicia. Es perito profesional en materia de tránsito terrestre desde el año de 1992 en la Procuraduría General de la República, donde también fue Director de Ingenierías y Siniestros. Es miembro de la Academia Mexicana de Criminalística.