

TEMA 5

INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES EN PROFUNDIDAD. RECOGIDA DE MUESTRAS Y PRUEBAS. INVESTIGACIÓN DE LOS INDICIOS DE LA VÍA. INVESTIGACIÓN DE DAÑOS EN LOS VEHÍCULOS. CONDUCTORES Y TESTIGOS: EL INTERROGATORIO COMO PARTE DE LA INVESTIGACIÓN, OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DE CONDUCTORES, PASAJEROS Y TESTIGOS. FACTORES EXTRÍNSECOS, ANÁLISIS DEL ENTORNO. INTRODUCCIÓN A LA RECONSTRUCCIÓN.

I. INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES EN PROFUNDIDAD.

1. Importancia, concepto y objeto de investigación.
2. Fases en la investigación de accidentes.
3. Métodos de investigación de accidentes.

II. RECOGIDA DE MUESTRAS Y PRUEBAS.

1. Lámparas de vehículos.
2. Grasas.
3. Materias orgánicas.
4. Partes o piezas del vehículo.
5. Ropas.
6. Otros.

III. INVESTIGACIÓN DE LOS INDICIOS DE LA VÍA.

1. Restos.
2. Daños a objetos fijos.
3. Marcas dejadas por partes metálicas sobre el pavimento.
4. Huellas de neumáticos.

IV. INVESTIGACIÓN DE DAÑOS EN LOS VEHÍCULOS.

1. Daños y estado del vehículo.
2. Reconocimiento del vehículo.
3. Deducción, por lo daños, de cómo se produjo el accidente.
4. Obtención de fotografías.

V. CONDUCTORES Y TESTIGOS: EL INTERROGATORIO COMO PARTE DE LA INVESTIGACIÓN, OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DE CONDUCTORES, PASAJEROS Y TESTIGOS.

VI. FACTORES EXTRÍNSECOS, ANÁLISIS DEL ENTORNO.

1. Condiciones atmosféricas.
2. Obstáculos.
3. Obstrucciones visuales.
4. Deslumbramiento.
5. La incidencia de los colores en la seguridad vial.

VII. INTRODUCCIÓN A LA RECONSTRUCCIÓN.

I. INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES EN PROFUNDIDAD.

1. Importancia, concepto y objeto de investigación.

Según el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2.011-2.020 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, cada año fallecen cerca de 1,3 millones de personas a raíz de un accidente de tráfico (más de 3.000 defunciones diarias). Entre 20 y 50 millones de personas más sufren traumatismos no mortales que constituyen una causa importante de discapacidad en todo el mundo. Además del coste moral que representa para la sociedad la pérdida de vidas o de salud, los accidentes de circulación van asociados a otro coste añadido de gran importancia, como es el coste económico: en la Unión Europea se sitúa en torno al 2% de su Producto Interior Bruto (unos 160.000 millones de euros). Esta cifra es el resultado de los diferentes gastos que un accidente origina tales como los costes sanitarios, las indemnizaciones, las reparaciones de vehículos y vías, los costes administrativos etc.

Con la labor investigadora los responsables de la seguridad vial tratan de descubrir las causas que originan los accidentes de tráfico, el proceso de desarrollo de los mismos y sus consecuencias finales. La idea es diseñar estrategias de políticas preventivas que permitan reducir su número o, al menos, hacer menos graves sus consecuencias y, por tanto, incrementar los niveles de seguridad en las vías de circulación, tanto urbanas como interurbanas.

La reducción del número de heridos y muertos por accidentes de tránsito puede mitigar el sufrimiento, desencadenar el crecimiento y liberar recursos para una utilización más productiva. En el logro de estos objetivos, la investigación de accidentes de tráfico constituye un importante eslabón al erigirse en una de las estrategias fundamentales que, tanto las Administraciones Públicas como las empresas, emplean para actuar sobre los factores que intervienen en la seguridad del tráfico: diseño y fabricación de vehículos; diseño y construcción de vías públicas; señales y sistemas de control del tráfico; normas de circulación; formación de todos los usuarios de las vías públicas y campañas de sensibilización ciudadana. Por lo general, el accidente es la combinación de una serie de circunstancias y su investigación brinda la oportunidad de aprender sobre los factores concurrentes que, exclusivos o combinados, contribuyen a su producción. Sólo conociendo cómo y por qué acontecen los accidentes de tráfico, puede lucharse contra los mismos adoptando las medidas pertinentes al albor de los resultados obtenidos.

Investigar es analizar un suceso relacionando los detalles y circunstancias observados en el mismo para tratar de explicar la causa y su forma de producción. De este modo, el objeto fundamental de cualquier proceso de investigación es el de obtener datos y recoger información para, a la luz de los mismos, deducir unas conclusiones.

Extrapolando lo expuesto al ámbito de la investigación de los accidentes de tráfico, se busca obtener y registrar toda la información posible acerca del accidente para explicar cómo sucedió, cuál fue su verdadera causa y, finalmente, adoptar las medidas necesarias tanto para evitar su repetición como para exigir las pertinentes responsabilidades. Para ello, la investigación se basa en la aplicación de métodos científicos y debe contemplar datos tales como diagramas, declaraciones de testigos, fotografías y toda clase de materiales o hechos que puedan servir de apoyo a las conclusiones finales.

Ahora bien, en todo proceso de investigación de accidentes es necesario distinguir dos aspectos claramente diferenciados: el de información del accidente y el de investigación del mismo. La información del accidente consiste en la obtención y registro de datos de forma objetiva que permitan conocer las circunstancias del mismo (dónde tuvo lugar, cuándo, quiénes eran las personas afectadas, lesiones de las víctimas, vehículos implicados, estados de los mismos, circunstancias de la vía etc.). La investigación, sin embargo, es la obtención y registro de información para formar una opinión u ofrecer una explicación sobre cómo sucedió el accidente, por qué y a quién corresponde su responsabilidad. En conclusión, la investigación es más amplia que la información porque no sólo consiste en recopilar datos sino también en formar opiniones.

Dos son los principales escollos que encuentra la investigación de accidentes incrementando su complejidad: el elevado número de variables implicadas en el sistema hombre-vehículo-vía, y la naturaleza del *“fenómeno accidente”*. El accidente es un suceso imprevisto donde concurren cadenas de sucesos implicados en su proceso causal. De este modo, los hechos se analizan a posteriori, puede darse una insuficiencia de evidencias físicas, suele existir una tendencia a la autojustificación por parte de los implicados, no hay que olvidar la poca fiabilidad de las percepciones de los observadores y la tendencia a identificar culpables, etc.

Lo indicado afecta muy directamente al trabajo investigador obligando a formular hipótesis no exentas de subjetividad en algunas ocasiones y difícilmente sostenibles mediante estudios técnicos con base en las evidencias físicas del accidente. Por ello, al aplicar métodos de investigación más rigurosos, los resultados pueden variar de forma importante respecto a las percepciones iniciales, los factores implicados y su incidencia en el accidente. Todo ello pone de manifiesto la influencia de la metodología en los resultados y, por tanto, la importancia de elegir el diseño metodológico apropiado a los fines del estudio. En este sentido, la investigación de accidentes en profundidad actúa sobre muestras reducidas de accidentes y de forma más rigurosa, permitiendo unos resultados depurados. Se trata de una investigación multidisciplinar que recaba la información directamente de los accidentes de un modo muy pormenorizado.

A fin de estructurar las investigaciones en el complejo sistema del tráfico, existe un elemento de gran ayuda: la matriz de William Haddon. A finales de los años sesenta, el Dr. William Haddon Jr., pionero y primer director de la National Highway Traffic Safety Administration (Agencia Americana de Seguridad Vial en las

Carreteras o NHTSA), propuso la aplicación del modelo epidemiológico a la prevención de lesiones relacionadas con el tráfico. El trabajo de este autor contribuyó al avance en el conocimiento de los factores relacionados con el comportamiento humano, con la vía y con el vehículo, que afectan al número y a la gravedad de las lesiones relacionadas con el tráfico. En este modelo, los tres elementos clásicos de la circulación (factor humano, vía y vehículo) se distribuyen en el tiempo en el que se desarrolla un accidente. Se trata de sistematizar la influencia de cada uno en las fases de pre-accidente, durante el accidente y post-accidente. Esta matriz es válida para el estudio de un único accidente, para un conjunto determinado de ellos e incluso para analizar un problema parcial de la seguridad vial (la conducción bajo los efectos del alcohol, por ejemplo).

FACTORES				
FASE		SER HUMANO	VEHÍCULO Y EQUIPO	ENTORNO
Antes de la colisión (Pre-colisión)	Prevención de la colisión	Información Actitudes Discapacidad Aplicación de la reglamentación por la policía	Buen estado técnico Luces Frenos Maniobrabilidad Control de la velocidad	Diseño y trazado de la vía pública Limitación de la velocidad Vías peatonales
Durante la colisión (Colisión)	Prevención de lesiones durante la colisión	Utilización de dispositivos de retención Discapacidad	Dispositivos de retención de los ocupantes Otros dispositivos de seguridad Diseño protector contra colisiones	Objetos protectores contra choques
Después de la colisión (Post-colisión)	Conservación de la vida	Primeros auxilios Acceso a atención médica	Facilidad de acceso Riesgo de incendio	Servicio de socorro Congestión

2. Fases en la investigación de accidentes.

La mayoría de la doctrina acepta cinco niveles en la investigación de accidentes:

- **Información:** Recogida de datos inmediatamente después de producirse el siniestro. No debe incluirse ningún tipo de opinión y los formularios o impresos sirven a menudo de inestimable ayuda en este nivel.
- **Investigación en el escenario:** Toma de aquellos datos “perecederos”. Tampoco deben aportarse opiniones en esta fase, siendo los formularios, fotografías o croquis algunas de las herramientas útiles. Entre los datos perecederos pueden citarse el test de intoxicación; los testigos; las huellas;

las posiciones finales; la señalización; el examen del vehículo en relación con los vestigios; las medidas de seguridad adoptadas por los ocupantes; etc.

- **Trabajo técnico:** Recopilación de datos técnicos que serán necesarios para la siguiente fase (croquis de la vía; pendientes y visibilidad; coeficiente de rozamiento; velocidades de otros usuarios de la vía en condiciones similares a las de ocurrencia del siniestro; examen de lámparas y neumáticos; reportajes fotográficos; análisis de restos de pintura y cristales; direcciones de líneas de fuerzas etc.).
- **Reconstrucción especializada:** en este nivel deben extraerse conclusiones sobre el modo en que se produjo un accidente, obtenidas a partir de velocidades; posición de peatones y vehículos en el momento del impacto; daños producidos; posición de los ocupantes; influencia de la vía, el vehículo y el conductor; descripción de maniobras evasivas realizadas; posibilidad de evitar el accidente; tiempos de reacción; ensayos con vehículos similares; etc. La cantidad y calidad de datos, la formación de los investigadores y los recursos disponibles podrán afectar al nivel de reconstrucción.
- **Análisis de las causas:** Búsqueda de por qué se produjo un accidente precisando la contribución de la vía y del vehículo a los daños y las lesiones, la repercusión de las peculiaridades de la personalidad y la combinación de errores en la maniobra evasiva.

3. Métodos de investigación de accidentes.

En el campo de la investigación de accidentes los métodos aplicados son muy variados, como también lo son los objetivos de los trabajos y los problemas que se han intentado resolver. Con objeto de presentar una breve visión de conjunto, los métodos más utilizados se sintetizan en los siguientes:

- **Estadísticos.** Consisten en el tratamiento estadístico de los datos relativos a los accidentes en relación con su localización, períodos temporales, vehículos implicados, circunstancias relacionadas y causas seguras o aparentes. Son ampliamente utilizados pero su principal finalidad es el diagnóstico de la situación general de la seguridad. Detectan los “síntomas” más importantes, pero no ofrecen suficientes datos acerca de las causas (especialmente las indirectas) y no siempre permiten definir las acciones a adoptar para resolver cada situación conflictiva.
- **Reconstrucción de accidentes.** Se orienta a la formulación de hipótesis acerca de la secuencia de sucesos que precedieron al accidente y su verificación a partir de los datos disponibles (evidencias físicas en informaciones de implicados y observadores). Para verificar las hipótesis se aplican conocimientos científicos y técnicos, especialmente los relacionados con la dinámica de los vehículos, análisis energéticos y deformaciones. En la actualidad, se aplican programas de simulación por ordenador que facilitan enormemente la tarea de reconstrucción por la rapidez y realismo con los que se pueden descartar o constatar hipótesis.

- **Modelización.** Se trata de la modelización matemática de situaciones representativas de accidentes. Permite analizar en profundidad la influencia de ciertas variables en los accidentes y sus consecuencias, aunque su fiabilidad quedará condicionada por las posibilidades de verificación utilizando datos de accidentes reales.
- **Experimentales.** Se pretende pasar al ámbito del laboratorio problemas concretos relacionados con el comportamiento del factor humano y del vehículo (colisiones frontales o laterales; actuación de los elementos de retención; comportamiento dinámico del vehículo en condiciones concretas; tiempo de reacción de los conductores a determinados estímulos; etc.). El coste que impone este control es la simplificación del problema mediante la reducción del número de variables implicadas.

Las metodologías expuestas no son excluyentes sino complementarias. Un programa de investigación de accidentes debería integrarlas todas y aplicar cada una en función de los propósitos que se persiguen. Los métodos estadísticos son excelentes para diagnosticar los principales problemas relacionados con la seguridad vial; la reconstrucción de accidentes permite el análisis integrado de todos los factores del sistema hombre-vehículo-vía; y los métodos de modelización, simulación y experimentación se muestran más eficaces en el análisis de la influencia de variables concretas, constituyendo una herramienta imprescindible para ensayar soluciones y valorar su eficacia.

II. RECOGIDA DE MUESTRAS Y PRUEBAS.

Tal y como se indicaba en el epígrafe anterior, la recogida de datos es la fase inicial de todo proceso investigador y una de las más importantes de cara a la obtención de unos resultados finales deseables. La recogida de muestras y pruebas forma parte de dicha fase. Se analizan a continuación las muestras y pruebas más destacadas.

1. Lámparas de vehículos.

Se procede a su recogida y estudio cuando alguno de los implicados en un accidente manifiesta que un determinado vehículo hacía o no uso del sistema de iluminación o señalización. Sin perjuicio de contrastar tal manifestación con testigos, procede la correspondiente inspección ocular. Al producirse la colisión, puede que la lámpara quede totalmente destruida o resulte parcialmente afectada. En este último supuesto se analizan todas las posibilidades, por ejemplo, si el bulbo emitía luz, cerca del filamento existirá óxido de wolframio que varía de color según la temperatura que hubiera alcanzado la lámpara y, en caso de que no estuviese en funcionamiento, presentaría un brillo metálico característico.

2. Grasas.

Previamente ha de comprobarse qué tipo de grasa es (más o menos fluida) y si está quemada o no para localizar a qué parte o partes del vehículo pertenece. Se procede a recoger dos muestras: la primera perteneciente a la grasa cuyo origen se quiere determinar, y la segunda correspondiente a la grasa del lugar del vehículo del que se presume que procede la primera muestra. Posteriormente, se analizará si ambas muestras coinciden.

3. Materias orgánicas.

Normalmente se trata de sangre, si bien puede recopilarse otro tipo de materias orgánicas. Para la recogida habrá que tener en cuenta que la muestra sea líquida (se tomará con una jeringa estéril sin aguja), parcialmente líquida (se introducirá en un frasco de vidrio) o aparentemente seca (se distinguirán soportes transportables, no transportables pero que se puedan trocear y no transportables ni con posibilidad de trocear en cuyo caso se procederá al raspado de la mancha). Cuando se trate de víctimas mortales, la extracción corresponderá al médico forense.

4. Partes o piezas del vehículo.

La recogida de este tipo de muestras y pruebas es especialmente importante en aquellos accidentes en los que uno de los vehículos implicados se ha dado la fuga. Hay que examinar cuidadosamente el lugar del accidente para descubrir cualquier parte o pieza del vehículo, por pequeña que sea, que permita, a la postre, determinar la identidad del conductor.

Se recogerán muestras de pintura y cristales. Respecto a la pintura, se tratará de obtener una “costra” del vehículo sospechoso que, junto con la muestra, será enviada para su estudio. Se evita, pues, el raspado en la medida en que los vehículos suelen tener varias capas de pintura, bases, aceites etc. que harán que los restos del lugar del accidente tengan la forma de láminas superpuestas observados por un microscopio. Respecto a los cristales, no son tan identificativos como la pintura dado que casi todos los fabricantes utilizan la misma técnica. No obstante, y aunque su singularización es bastante complicada, también se procede a su recogida para contrastar si ese resto coincide con una parte dañada o desaparecida del vehículo sospechoso.

5. Ropas.

Un análisis exhaustivo de las ropas de las víctimas puede aportar algún dato a la investigación con relación al tipo de restos de pintura, marcas, restos orgánicos o incluso algún trozo de las partes blandas del vehículo. Estas pruebas se han de remitir, si ello es posible, con toda la pieza si no es muy voluminosa o está muy deteriorada.

6. Otras.

También se recogerán muestras y pruebas de cualquier tipo de restos que puedan arrojar luz sobre la investigación (un casquillo, un arma etc.).

III. INVESTIGACIÓN DE LOS INDICIOS DE LA VÍA.

La práctica totalidad de los accidentes de vehículos motorizados dejan algunas señales físicas en la vía que, bien interpretadas, son irrefutables. Con frecuencia, complementan las declaraciones de los testigos y personas afectadas, prueban o desmienten teorías sobre lo acontecido y marcan el rumbo de la ulterior investigación.

Los indicios o tipos de marcas dejados en la vía por un accidente de tráfico, que se analizarán con detenimiento a continuación, se pueden clasificar del siguiente modo:

- Restos
- Daños a objetos fijos.
- Marcas dejadas por partes metálicas sobre el pavimento.
- Huellas de neumáticos.

1. Restos.

Consisten en la acumulación de fragmentos de vehículos, escombros, polvo y otros materiales que una colisión deja en el escenario del accidente. Se distinguen hasta siete variedades:

a) Residuos de la parte inferior del vehículo.

Se trata de barro, polvo, hollín, pintura y alquitrán de la carretera que se desprende tanto de la parte inferior del vehículo como del parachoques, guardabarros, chasis y otras partes en virtud del golpe, roce o sacudida violentos de tales partes en la colisión.

Si estos materiales se encuentran amontonados, casi podría tenerse la certeza de que la colisión tuvo lugar en ese punto, pero esta concentración de restos estructurales se observa únicamente en aquellas colisiones donde los vehículos se ha separado escasos metros después del choque. También debe tenerse en cuenta que, al tener poca consistencia, pueden ser dispersados fácilmente por los vehículos que circulen sobre ellos.

b) Piezas o partes del vehículo.

Se trata de los restos desprendidos del vehículo al romperse con ocasión de la colisión. Aunque pueden caer junto con los residuos del chasis, lo normal es que queden más desperdigados. Los trozos de cristal y de metales pueden soltarse y ser arrojadas a varios metros del punto de la colisión, mientras que otros accesorios duros pueden rodar, resbalar o rebotar. Por lo expuesto, no resultan tan útiles como los escombros de la infraestructura para localizar el punto de conflicto del accidente.

c) Fluidos del vehículo.

Con mayor frecuencia, se trata del agua del radiador y del aceite del cárter, seguidos por otros menos habituales como el combustible, fluidos de transmisiones automáticas de ciertos vehículos, líquidos de frenos y ácidos de las baterías.

Como tales líquidos, en su mayoría, tienen poca densidad y masa, el desplazamiento que sufren tras la colisión es pequeño y permiten deducir el punto de conflicto por su proximidad.

d) Cargamento líquido y sólido.

Si la colisión es lo suficientemente violenta como para romper los recipientes de líquido de un vehículo, se observarán rociaduras, salpicaduras, goteos o charcos.

El cargamento sólido de un vehículo son los restos caídos o arrojados sobre la vía en virtud de la violencia de la colisión. Puede quedar esparcido si se trata de material a granel (cereales, grava etc.), debiendo tener en cuenta que puede enterrar otras huellas importantes de la vía.

e) Materiales de la carretera.

Se refieren a los rastros arrancados por la colisión y esparcidos fuera de su lugar de origen, especialmente en pavimentos con grava o carbonilla. Al quedar desperdigados a cierta distancia, suelen carecer de importancia para localizar el punto de la colisión.

f) Sangre y ropas.

Se considera un “resto” cuando cae, salpica o discurre por la vía como consecuencia de un accidente. Permite localizar el punto donde quedó un herido o fallecido como consecuencia de su arrastre o de la propia colisión.

2. Daños a objetos fijos.

Puede tratarse de vallas protectoras, barandillas, cercas, señales, postes, árboles, otros vehículos estacionados, pretilas de puentes y estructuras por encima de la superficie de la carretera que hayan quedado dobladas, rotas, melladas o raspadas como consecuencia del accidente. Los daños arrojan luz para establecer la senda de un vehículo después de la colisión e, incluso, para determinar la situación final del mismo cuando ya haya sido retirado del lugar de la escena.

3. Marcas dejadas por partes metálicas sobre el pavimento.

Las más frecuentes son los arañazos; hendiduras (más profundas que los anteriores); raspaduras en la superficie del pavimento (arañazos anchos o conjunto de pequeños arañazos); astillas, fragmentos y surcos en el pavimento; y acanaladuras en material blando. Resultan muy útiles para localizar la posición de un vehículo en el momento de la colisión y, sobre todo, el curso que siguió con posterioridad a la misma.

4. Huellas de neumáticos.

Pueden ser de distinto tipo y no todas tienen el mismo valor y trascendencia. Atendiendo al modo en que se producen, destacan las huellas de fricción y las huellas de frenado:

a) Huellas de fricción.

Acaecen cuando las ruedas giran y a su vez se deslizan. Presentan distintas variedades:

- Por deceleración: El vehículo decelera por acción de los frenos, y los neumáticos giran y patinan al mismo tiempo. Suelen localizarse al comienzo de las huellas de frenado, después de aplicar el freno con bastante fuerza para decelerar el vehículo, pero antes de que las ruedas queden totalmente bloqueadas.
- Por aceleración: Cuando el esfuerzo motor es superior a la inercia, las ruedas giran con mayor rapidez que su capacidad de arrastre. Son generadas por las ruedas motrices y suelen aparecer en semáforos, cruces y puntos de salida de inmuebles.
- Laterales: Son las marcas dejadas por un neumático que rueda y, a su vez, se desliza de costado. Pueden producirse antes o después de la colisión y su principal característica es un estriado transversal o diagonal sobre el pavimento.

b) Huellas de frenado.

Las huellas de frenado son señales dejadas en el pavimento debido al bloqueo de las ruedas. Si el conductor acciona el pedal de freno con la suficiente presión y la mantiene, sobreviene el deslizamiento del neumático en un mismo punto y genera un desprendimiento de calor intenso por el rozamiento que, con los áridos de la vía, es capaz de erosionar la goma de la banda de rodadura.

La ausencia de huellas de frenado, junto con otra información adicional, puede indicar que el conductor no aplicó los frenos con fuerza o que éstos eran inadecuados o antirreglamentarios.

Revisten gran valor para calcular la velocidad del vehículo antes del accidente, siendo importante averiguar dónde comienzan y dónde terminan (lo primero suele entrañar más dificultad que lo segundo). También pueden superponerse las marcas dejadas por las ruedas delanteras y las traseras u observarse interrupciones en las huellas de frenada debido a diversas circunstancias tales como frenadas intermitentes con el fin de obtener mayor eficacia en la deceleración, resbalamiento del pie del conductor sobre el pedal del freno, reaparición de la situación de peligro que el conductor creía ya solventado etc.

Según la superficie sobre la que se producen, se distinguen las siguientes clases de huellas de neumáticos:

- **Impronta:** Es el dibujo del neumático impreso en terreno blando, húmedo o no. Suelen aparecer en los márgenes de la vía, cunetas o caminos de tierra.
- **Tiznadura:** Se produce sobre el pavimento, en épocas calurosas y primordialmente por neumáticos de vehículos pesados. Suele aparecer en las vías urbanas y, normalmente, no están relacionadas con accidente alguno.
- **Embarraduras.** Es la generada por la rueda del vehículo que, habiendo pasado previamente por barro, deja una señal clara en un firme duro.
- **Untaduras:** Es la producida por el dibujo del neumático debida al paso previo de la rueda sobre una sustancia líquida (aceite, ácido de batería etc.)
- **Estampas:** Es el rastro dejado por las ruedas del vehículo tras su paso sobre materias polvorientas tales como tierra, harina etc.
- **Abrasiones:** Se produce cuando un vehículo, generalmente pesado, circula durante un trayecto con el neumático deshinchado.
- **Surcos:** Aparecen cuando un vehículo circula con alguna rueda bloqueada y por un terreno blando.
- **Barridos:** Surgen cuando la rueda patina sobre un firme con suciedad.
- **De secado:** Acontecen cuando la superficie está mojada y deviene un patinazo.

- **De arrastre:** Producida por el remolcado de un vehículo de modo que la rueda bloqueada va dibujando sobre el asfalto la trayectoria seguida.

IV. INVESTIGACIÓN DE DAÑOS EN LOS VEHÍCULOS.

1. Daños y estado del vehículo.

Todo vehículo que haya experimentado un accidente de tráfico puede aportar una información muy valiosa para extraer importantes conclusiones al respecto. Una observación detallada podría esclarecer los siguientes interrogantes:

- **Cómo se produjo el accidente:** Se observará la dirección de las líneas de fuerza para reconstruirlo, partiendo de la posición inicial de cada vehículo y pasando por cada fase hasta llegar al punto de conflicto y posterior posición final.
- **Por qué sucedió el accidente:** Determinando sus causas mediatas o inmediatas y el grado de influencia o participación de los tres factores del tráfico (humano, vía y vehículo).
- **La existencia de algún defecto en los vehículos:** Puede haber contribuido como causa mediate o inmediata a la generación del accidente, a pesar de los daños ocasionados en virtud del mismo. En ocasiones, será necesaria la colaboración de expertos en mecánica o en ingeniería automovilística.
- **Qué daños se han producido como consecuencia del mismo.** Podría darse el caso de que existan daños preexistentes al accidente que será necesario distinguir para evitar confusiones. Según J.S. Baker, se observan seis clases de averías o daños:
 - **Precediendo al accidente pero sin contribuir al mismo:** Daños derivados de accidentes anteriores, accesorios que no funcionan en el momento del accidente, etc. No sirven para esclarecer las causas del mismo.
 - **Precediendo al accidente y contribuyendo al mismo:** Un neumático desinflado, la rotura de la suspensión de una rueda, etc. Este tipo de daño o avería sí podría esclarecer la causa del accidente.
 - **Durante la colisión:** Cristales rotos, abolladuras, etc. Revelan información sobre cómo sucedió el accidente.
 - **Después del choque y antes de la posición final:** Puede ser la misma clase de daños que durante la colisión y arrojan algo de luz respecto de cómo aconteció el accidente, especialmente si hay una segunda colisión.

- En la escena posterior al accidente: Daños producidos por maniobras de salvamento o recuperación del vehículo, incendio, vandalismo, etc. No revelan nada acerca del accidente.
- Durante la retirada y almacenamiento del vehículo: Partes separadas, dobladas, o rotas, que tampoco aportan ninguna información importante.

Para la investigación de daños en los vehículos interesan, especialmente, los producidos durante la colisión y después del choque antes de la posición final.

2. Reconocimiento del vehículo.

La **observación inicial** comienza en el instante en que el vehículo es visto por primera vez y lo más acuciante será determinar si hay posibilidades de que empeore el accidente por la concurrencia de humo, gasolina derramada etc. También habrá de desconectarse el sistema de arranque en el supuesto de seguir encendido el motor.

Una vez adoptadas estas medidas de seguridad, se procederá a un **reconocimiento preliminar**. Mediante la observación de la posición de los vehículos implicados y de sus daños visibles, se puede efectuar una primera evaluación general de daños que servirá de punto de partida para su investigación. La información obtenida también puede emplearse para perfilar las preguntas que posteriormente se efectuarán a los posibles testigos. Así mismo, este examen preliminar aportará una valiosa imagen visual para la reconstrucción del accidente.

Los datos a observar serían los siguientes: si funcionan las luces; si ha variado la posición del vehículo desde el momento en que se detuvo; si, además de los neumáticos, hay alguna parte del vehículo en contacto con el suelo; si hay algún neumático desinflado; en qué posición se halla la palanca de cambio de marchas; la velocidad marcada por el velocímetro; en qué posición se encuentran los interruptores de alumbrado y de señalización; etc. En resumidas cuentas, deben buscarse causas, deficiencias y condiciones evidentes en el vehículo que apunten a su contribución al accidente.

El **reconocimiento final** del vehículo, en caso de resultar necesario, consiste en una ampliación del reconocimiento preliminar. La finalidad no es otra que extraer alguna conclusión y, el momento para llevarlo a cabo, dependerá de numerosas variables: que se estén adoptando medidas de urgencia y otras diligencias indispensables, que las manifestaciones de los testigos aporten nuevos datos que exijan este reconocimiento final, etc.

Por último, cabe la posibilidad de que no quede otra opción que efectuar un **reconocimiento tardío** ante la imposibilidad de examinar el vehículo inmediatamente después del accidente, durante días e incluso semanas. No resulta tan fiable ante la posibilidad de que se hayan ocasionado daños durante su retirada

y la dificultad de hermanar los daños del vehículo con las señales de la carretera una vez retirado de la escena.

3. Deducción, por lo daños, de cómo se produjo el accidente.

En primer lugar, se trata de aparejar los daños de un vehículo con los daños del otro u otros. Por ejemplo, las posibles velocidades se pueden calcular atendiendo a la distorsión de las ruedas y las estructuras, y a la cantidad de penetración de un vehículo en el otro. Además, las huellas de pintura o de goma de neumático pueden identificar en el otro vehículo las partes afectadas y determinar el ángulo de colisión y el punto de máxima violencia. Por los daños se puede deducir la dirección de la fuerza que los provocó, estudiándolos en partes específicas como el parachoques, el guardabarros, las puertas, los cristales, los ejes, las ruedas y el motor, entre otras.

El conocimiento de la posición de los vehículos en el momento crítico máximo permite deducir el ángulo de colisión y el punto del primer contacto para cada vehículo. En el caso de que existan muescas, estrías o embarraduras en la calzada, habrá que observar qué parte del vehículo las ha generado, siendo el mejor momento para esta observación cuando la grúa proceda a levantarlo para su retirada.

Otro importante dato se refiere al hecho de si el vehículo ha volcado o no. En caso afirmativo, suele haber pruebas evidentes de ello. Los órganos vitales del vehículo también deberán analizarse para determinar su incidencia o no en el accidente de tráfico (mecanismo de dirección, frenos, embrague, neumáticos, alumbrado, etc.).

Finalmente, las lesiones de los pasajeros y los daños de las mercancías también determinan qué partes o elementos del vehículo dañadas deben analizarse. Las áreas más peligrosas en el interior de un vehículo son los cristales del parabrisas y de las ventanas, el montaje del volante, el cuadro de mandos (especialmente el derecho), la estructura superior (en vuelcos), los bastidores de los asientos, la ferretería del interior (tiradores de puertas, asideros, etc.), el suelo del vehículo y los adornos. En el supuesto de atropellos, deberán observarse si hay roturas en los faros, en el embellecedor o en la parrilla o trazas de impacto, abolladuras u otras señales en el capó.

4. Obtención de fotografías.

La prueba fotográfica es una prueba clásica en la investigación y constatación de los accidentes de tráfico. Será de utilidad no sólo para la investigación de los daños y la posición de los vehículos, sino también para dejar constancia de los indicios de la vía, de la situación de las víctimas y del estado general del accidente.

Si bien es cierto que la fotografía recoge la realidad estricta de lo que se sitúa delante del objetivo, también se producen deformaciones de perspectiva que deberá

compensarse con fotografías complementarias que proporcionen una idea de lo acontecido en su plenitud. De este modo, la pérdida de relieve y la confusión entre cosas que están en un primer término frente a las que aparecen en un segundo o tercer plano, pueden inducir a error. Los vehículos pueden aparecer muy distanciados o muy juntos según el ángulo desde el que se tome la fotografía.

La experiencia ha demostrado que las fotografías mínimas necesarias son las siguientes:

- Aspecto general del accidente y naturaleza de la vía (vistas panorámicas).
- Emplazamiento de los vehículos, punto de choque y posición final de los mismos.
- Daños en los vehículos.
- Naturaleza y situación de los elementos transitorios, comprendiendo en esta amplia denominación las huellas de todo tipo, rastros, manchas, vestigios etc.
- Víctimas.

V. CONDUCTORES Y TESTIGOS: EL INTERROGATORIO COMO PARTE DE LA INVESTIGACIÓN, OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN DE CONDUCTORES, PASAJEROS Y TESTIGOS.

La conducción entendida como sistema, consta de tres elementos básicos: el vehículo, la vía y el factor humano (conductor, pasajero o peatón). El proceso de la conducción presenta, pues, múltiples dimensiones en las que concurren distintos factores: técnicos (vía y vehículo); jurídicos (normativa legal y reglamentariamente vigente) y humanos (las actitudes y aptitudes del conductor, su formación vial sistemática y su nivel de maduración personal).

Cuando se produce un accidente, la persona que conduce el vehículo siempre se halla implicada ya que ejerce el control sobre el mismo en función de las condiciones que percibe y de sus disposiciones. La conducción es una de las actividades humanas que requieren del sujeto un potencial elevado de energía y la puesta a punto de todos sus mecanismos bio-psicológicos en virtud del incremento y la complejidad de los dispositivos y circunstancias que rodean a la circulación.

Las condiciones del conductor que contribuyen a los accidentes son generalmente enigmáticas. Muchos ni siquiera reconocen ciertas condiciones propias tales como trastornos personales, malos hábitos en la conducción y hasta defectos físicos que pueden propiciar el accidente (visuales, por ejemplo). Los conductores, los pasajeros, sus familiares y amistades generalmente ocultan o, por lo menos, no revelan ciertas condiciones que afectan al comportamiento como

epilepsias, demencias, dolencias cardiacas etc. No obstante lo expuesto, la mayor parte de las condiciones de los conductores pueden evidenciarse sabiendo reconocer ciertas claves y datos que las confirman o las contradicen.

Los datos relativos a las personas deben tomarse, en la medida de lo posible en el lugar del accidente o en sus proximidades. La información puede recabarse de los conductores, pasajeros, peatones y testigos. Resueltas las situaciones de emergencia provocadas por el accidente, se debe localizar e identificar a los conductores implicados en el mismo, a quienes se interrogará sobre su visión de cómo acaecieron los hechos. Conviene tomar nota de las condiciones psicofísicas del conductor y de las manifestaciones que realice sobre las posibles causas del accidente.

Es importante recabar de los conductores implicados datos sobre en qué punto percibió el peligro (punto de percepción real), qué maniobra o maniobras evasivas intentó realizar y su grado de éxito, velocidad a la que circulaba, identificación exacta del lugar del accidente, posición final de los vehículos y de las personas, etc. A pesar de las dificultades anteriormente reseñadas, se tratará de conocer posibles deficiencias físicas, distracciones y motivos de las mismas, grado de fatiga, plan y motivo del viaje, conocimiento del trayecto, experiencia como conductor etc.

Si hubiera testigos, su testimonio podrá ser de gran importancia para hacerse una idea fiable sobre el desarrollo del accidente. El testigo ideal es aquel que vio u oyó algo importante. Es interesante tomar estas declaraciones por separado para, posteriormente, contrastar todas las informaciones recabadas. Conocer si tenían alguna relación con las personas implicadas es de crucial importancia por si este hecho pudiera haber condicionado su declaración. Dentro de los testigos, conviene dedicar especial atención a los pasajeros de los vehículos. En efecto, estos pueden suministrar información valiosa sobre los instantes previos del accidente, el plan de viaje y el estado del conductor.

Para depurar la fiabilidad de la información que nos va facilitando el conductor, el pasajero, los peatones u otros testigos, hay que tener presente que las propias circunstancias del accidente sugieren ciertas posibilidades y descartan otras. Se han de considerar los defectos evidentes (por ejemplo, la ausencia de un brazo). Otras claves importantes son el aspecto normal de la persona y sus actos después del accidente, obviando siempre la normal alteración de ánimo que se deriva de cualquier accidente. Las condiciones del vehículo y de su contenido pueden sugerir alguna situación aclaratoria como, por ejemplo, botellas vacías que apunten a una intoxicación alcohólica o un acondicionamiento del vehículo para dormir durante el viaje que pueda denotar un estado de fatiga. El reconocimiento de estas pistas depende de una observación minuciosa, en combinación con el interrogatorio.

Por otro lado, es muy frecuente que los conductores no recuerden o lo hagan en muy poca medida qué estaban haciendo o cómo se sentían en los momentos previos a un grave accidente. Ciertas preguntas son particularmente útiles para determinar si un conductor está bien orientado, relativamente alerta y con capacidad para resolver situaciones normales. Se trata de interrogantes del tipo “¿dónde se encuentra ahora?”, “¿por qué se halla usted aquí?” o “¿qué hora es?”.

VI. FACTORES EXTRÍNSECOS, ANÁLISIS DEL ENTORNO.

Una vez estudiada la vía intrínsecamente considerada, es necesario analizar el cúmulo de aspectos que pueden modificarla o alterarla, bien de forma intensa cambiando radicalmente las condiciones de visibilidad, bien de forma moderada.

1. Condiciones atmosféricas.

Pertenecen al conjunto de factores que transforman de modo radical las características de la vía. Se trata, básicamente, de las siguientes:

a) Nieve.

Por un lado, la nieve afecta a la visibilidad reduciéndola de manera intensa si la caída es copiosa y anulándola en el supuesto de ventisca. Por otro, afecta a las condiciones de adherencia provocando salidas de vía, invasión del carril contrario o alcances por ineficaces maniobras evasivas. De hecho, las grandes rampas y pendientes son extremadamente deslizantes para los vehículos pesados. También obstaculiza la fluidez del tráfico obligando a cerrar la vía en numerosas ocasiones, por lo que habrá de observarse el uso o no de cadenas por parte de los vehículos accidentados.

Si bien es cierto que la mayoría de los accidentes no son especialmente graves debido a las bajas velocidades a las que se circula, los tramos nevados se tornan más peligrosos en dos situaciones: durante la noche, al transformarse en hielo la capa inferior de la nieve que se halla en contacto con el pavimento; y en situaciones de escasa circulación, donde los vehículos pesados son capaces de licuar los tramos helados debido a su masa.

Asimismo, la combinación de nieve y sol brillante afecta de modo negativo a la visión del conductor, generando deslumbramientos y un mayor cansancio. Por último, afecta notablemente a la visibilidad de las señales verticales por alterar su reflectancia y es capaz de ocultar las líneas longitudinales y otras marcas viales.

b) Hielo.

Lo expuesto anteriormente se reproduce con el hielo, aunque el factor de adherencia es aún menor. Aumenta su peligrosidad en zonas umbrías y durante las horas nocturnas, y por su carácter inesperado para el conductor. Los accidentes también revisten mayor gravedad al incrementarse la velocidad en comparación con la nieve.

c) Lluvia.

Incide en la seguridad vial desde los siguientes aspectos:

- **Visibilidad:** Tanto la lluvia intensa como la leve ensucia el parabrisas y merma la capacidad de visión de la carretera. En los vehículos de dos

ruedas el efecto es mucho más grave al no disponer de la protección de un cristal.

- **Disminución de la adherencia:** Muy acusada cuando se producen las primeras gotas de lluvia tras un largo periodo de sequía. Al mezclarse con el polvo y la grasa se genera una película sumamente deslizante.
- **Modificación de la reflectancia de las señales:** Esencialmente de noche, la lluvia fuerte puede eliminar el efecto reflectante de las pinturas de la señalización vertical y horizontal.

Cuando existe una gran cantidad de agua sobre el pavimento puede acontecer el denominado “efecto acqua-planning”. Consiste en la pérdida total de contacto con el suelo por parte de los neumáticos y las consecuencias suelen ser catastróficas debido a las elevadas velocidades en las que se produce, especialmente en autopistas y autovías.

Otra situación de peligro se observa cuando un vehículo transita tras un vehículo pesado y recibe una enorme cantidad de agua que salpica constantemente en el parabrisas, creando situaciones de escasa visibilidad que afectan negativamente a los adelantamientos.

En todos los supuestos, el investigador tendrá que constatar el estado del limpiaparabrisas del vehículo accidentado y la profundidad del dibujo de los neumáticos.

d) Niebla.

Reduce notablemente la distancia de visibilidad tanto al frente como hacia atrás, acercando el punto de percepción del peligro al punto de conflicto. Es especialmente peligrosa en la circulación de vehículos de dos ruedas y otros vehículos lentos, y ante la existencia de peatones, si bien la mayoría de los accidentes son alcances o colisiones frontales por adelantamientos arriesgados sin visibilidad. Se ha de examinar, pues, todo el conjunto del alumbrado y si los faros antiniebla estaban instalados y encendidos.

Las nieblas espesas y prolongadas generan cansancio en el conductor y provocan reacciones insólitas como adelantamientos impetuosos o el incremento de la velocidad de crucero aconsejable con el fin de salir, cuanto antes, del banco de niebla.

e) Oscuridad.

La gravedad de los accidentes acaecidos en horario nocturno se debe a la disminución de la visibilidad y del campo de acción del conductor, la reducción del espacio de maniobra, la imperceptibilidad de determinadas eventualidades (peatones, animales, otros objetos, etc.) y el impacto a mayor velocidad por las razones apuntadas.

Se debe examinar el alumbrado de los vehículos, las prendas vestidas por el peatón en el supuesto de atropello, la eventual existencia de problemas de visión por parte de las personas implicadas, etc.

Finalmente, huelga indicar que la oscuridad no justifica la producción de todos los accidentes que se producen en horario nocturno. Habrá de estudiarse como un factor contribuyente cuando el accidente no hubiera devenido de día.

f) Otras.

El viento puede afectar a vehículos ligeros y, especialmente, a remolques y caravanas que pueden llegar a volcar arrastrando incluso al vehículo tractor. La motocicletas reciben el impulso del viento racheado de tal modo, que se pueden alterar las condiciones de la marcha.

Por otro lado, tras lluvias intensas la calzada puede verse cruzada por flujos de agua inesperados que pueden desde propiciar el “efecto acqua-planning”, hasta arrastrar a un vehículo o a elementos hallados a su paso, si bien en estos casos no sería tanto un accidente de tráfico cuanto un accidente por fuerza mayor.

2. Obstáculos.

En la medida en que la vía no puede aislarse de su entorno, recibe influencias exteriores derivadas de la mano del hombre o de la naturaleza.

Cuando el “hombre” sitúa obstáculos en la calzada, suele tratarse de abandonos de piedras y maderas utilizadas como calzos, derrame de aceite o gasóleos intencionado o no, pérdida de parte de la carga, el olvido de algún neumático, etc. Obviamente, no todos los objetos o líquidos son intrínsecamente capaces de ocasionar un accidente; al mismo puede contribuir la desatención del conductor o su impericia para reaccionar adecuadamente frente a la disfunción. Asimismo, no todos los vehículos se ven afectados en el mismo grado, pues un ciclomotor es más sensible a su paso sobre un obstáculo que un turismo.

La naturaleza también puede depositar objetos o partículas distorsionadores en el firme: barro o tierra de explotaciones agrarias colindantes, troncos o ramajes desgajados, elementos arrastrados por el viento, desprendimientos de tierras o rocas, etc. Su importancia en la producción del accidente dependerá del tamaño del obstáculo y de su mayor o menor visibilidad.

3. Obstrucciones visuales.

Se trata de obstáculos que impiden que un conductor vea a otro vehículo, una señal o un peligro potencial. Se diferencia de la visibilidad reducida en que ésta se origina por la nieve, la lluvia, la niebla o la oscuridad y el objeto de hace visible gradualmente a medida que la distancia se reduce. En la falta de visibilidad, sin

embargo, el responsable es un obstáculo y el riesgo puede surgir inesperadamente detrás del mismo.

Las obstrucciones visuales verticales son las crestas de las colinas y, en ocasiones, los puentes. Las horizontales serían los cambios de rasante o protuberancias en un terreno aparentemente llano, que suelen observarse en largos tramos rectos y en terrenos ligeramente ondulados, así como depresiones en una carretera.

Tantos las obstrucciones verticales como las horizontales pueden verse afectadas en positivo o en negativo por la oscuridad; es decir, lo que de día puede ser una obstrucción visual, puede no serlo de noche y viceversa, en virtud del efecto de los faros delanteros del vehículo.

4. Deslumbramiento.

En la mayoría de los supuestos, el deslumbramiento es una circunstancia que no puede determinarse con toda exactitud durante la investigación del accidente ya que ha desaparecido cuando el investigador llega al lugar del suceso. Además, los conductores no suelen mencionarlo como posible causa o lo señalan para enmascarar fallos propios. Consecuentemente, es difícil de evaluar por lo que habrá que determinar si el deslumbramiento es una posibilidad o una probabilidad.

Una vez más, no todo deslumbramiento puede provocar un accidente. Será improbable su concurrencia en carreteras rectas con arcén, autopistas, autovías y vías iluminadas. En cambio, los atropellos a peatones que circulan por la cuneta; los alcances a ciclomotores, motocicletas, vehículos de tracción animal o tractores agrícolas; y las salidas de la vía en tramos curvos, sí pueden deberse a un previo deslumbramiento por luces de carretera.

Es importante recordar que si bien el ojo humano es capaz de adaptarse a las condiciones de luz existentes, circunstancias como la edad, enfermedades o la ingesta de alcohol o drogas pueden distorsionar tanto la capacidad de concentración como la dilatación de la pupila.

Tres son las clases de deslumbramiento que pueden contribuir a la producción de un accidente:

a) Deslumbramiento por los faros frontales de otro vehículo.

Rara vez ocasiona colisiones con otros vehículos que circulan en el mismo sentido sino que suele contribuir a derrapes, salidas de la vía y choques contra objetos situados a la derecha, entre otros.

Si se trata de las luces de cruce, no suele tener consecuencias salvo que no estén bien regladas o el vehículo remonte una cresta en un cambio de rasante.

b) Deslumbramiento por luces fijas o por reflejo.

Procedente del alumbrado vial, los anuncios luminosos o las luces proyectadas desde varios puntos, especialmente en zonas urbanas. Pueden contribuir a los accidentes cuando estas luces se alinean con algo que el conductor debería ver (un semáforo, una señal, etc.), siendo el resultado casi idéntico al de la obstrucción visual.

En otras ocasiones, la luz genera un error de apreciación en el trazado de la vía haciendo creer al conductor que se trata del faro de una motocicleta, una bicicleta o un ciclomotor.

c) Deslumbramiento por el sol.

Las consecuencias del deslumbramiento solar pueden ser tan graves como las producidas por los faros frontales durante la noche; además, a menudo para inadvertido como causa inmediata del accidente.

Se produce con más frecuencia cuando el sol está bajo y se refleja de frente en los ojos del conductor, circunstancia que suele darse hora y media después de la salida del sol o una hora antes del ocaso. El peligro se multiplica en los terrenos ondulados, crestas de pendientes y curvas.

El deslumbramiento solar puede hacer invisibles peatones, semáforos o señales, incluso a un coche que se aproxime.

5. La incidencia de los colores en la seguridad vial.

Finalmente, se considera interesante hacer una breve referencia a cómo el color del vehículo influye sobre las condiciones de visibilidad. Los colores negro, rojo y morado se confunden con las sombras, la línea negra de la carretera o la oscuridad, difuminándose hasta hacerse difícilmente perceptibles durante la noche y a la hora crepuscular. En tales condiciones, el riesgo de accidente se multiplica notablemente tanto para el coche camuflado como para el que no lo distingue.

Sin embargo, todos los expertos coinciden en señalar los colores blanco, marfil y amarillo limón como los más seguros para la visibilidad en ruta por ser los que más intensidad provocan en el ojo humano y los que a mayor distancia se distinguen.

VII. INTRODUCCIÓN A LA RECONSTRUCCIÓN.

En su acepción gramatical, reconstruir es volver a construir, es decir, unir, allegar y aportar ideas para completar el conocimiento de un hecho. La reconstrucción de accidentes, pues, se define como el proceso para determinar “cómo” ocurrió el accidente a partir de la información disponible y tras casar adecuadamente los datos referentes a los interrogantes “qué”, “cuándo”, “dónde” y

“quién”. Por lo tanto, y en el proceso de la investigación de un accidente, se erige en el paso siguiente al de análisis de los datos recogidos y en el anterior a la fase de hipótesis de las causas que lo han originado (“por qué”).

La reconstrucción de accidentes se desarrolla por diferentes motivos, con diferentes objetivos y por distintas personas:

- **Organizaciones gubernamentales:** En el ánimo de las Administraciones Públicas está el recabar información más precisa sobre los accidentes de tráfico para perfilar y mejorar las disposiciones normativas en materia de seguridad vial, las políticas públicas sobre la materia, las campañas de control y preventivas, la información a los ciudadanos, etc.
- **Constructores de vehículos:** Efectúan reconstrucciones de accidentes con el objetivo de mejorar el diseño de sus productos conociendo cómo se han comportado en accidentes reales para solventar los problemas que en ellos se hubiesen producido.
- **Compañías aseguradoras:** Su interés en la reconstrucción de accidentes radica básicamente en las elevadas indemnizaciones que se gestan ante los Tribunales de Justicia con ocasión de los mismos.
- **Policía judicial:** Precisa de la reconstrucción de accidentes para determinar las posibles responsabilidades de orden penal o civil a que hubiera lugar, a resultas del accidente de circulación.

La reconstrucción se realiza partiendo de las evidencias materiales producidas por el accidente, analizándolas a la luz de las leyes de la física. Se emplean técnicas de representación gráfica que se completan con las nuevas tecnologías: informática, fotogrametría, medición de las deformaciones de los vehículos, biomecánica, etc. Tomando como punto de partida las evidencias físicas del accidente, el uso de todas estas técnicas permite reconstruir la trayectoria de cada vehículo o peatón antes y después del accidente, calcular las velocidades desarrolladas y determinar con un alto grado de precisión la forma en que aconteció el accidente. Si bien para la reconstrucción de accidentes han de tenerse en cuenta muchos factores que se encuentran en el lugar de los hechos, no es menos cierto que después hay un intenso trabajo de laboratorio, de aplicación de fórmulas matemáticas, de confección de diagramas etc. que son propiamente los que han de permitir dicha reconstrucción.

El empleo de programas informáticos para la reconstrucción de accidentes arrancó en EE.UU. a finales de la década de los años sesenta cuando la Agencia Americana de Seguridad Vial en las Carreteras o NHTSA encargó al Laboratorio Aeronáutico Cornell (actualmente CALSPAN) el diseño de un programa de reconstrucción de accidentes. Paralelamente y también en EE.UU., la Asociación de Fabricantes de Vehículos de Motor (MVMA) desarrolló, en colaboración con el Instituto de Investigación de Transportes de la Universidad de Michigan (UMITRI), diversos programas de reconstrucción de accidentes.

La utilización de estos programas se extendió durante los años setenta entre las Administraciones Gubernamentales americanas, las compañías constructoras de automóviles y en algunas Universidades y centros de investigación importantes. Ahora bien, los programas desarrollados por CALSPAN y UMITRI tenían un problema que impedía su generalización: requerían de un ordenador *mainframe*, de elevado coste, sólo accesible para pocos centros. La aparición de los primeros ordenadores personales, en particular del IBM PC, cambió radicalmente el panorama poniendo al alcance del público en general los programas de reconstrucción de accidentes. Actualmente, se desarrollan programas específicamente diseñados para ejecutarse en PC's que están en continua evolución, sobre todo en la mejora de la representación gráfica del accidente y en la incorporación a sus bases de datos de nuevas pruebas de choque de los más importantes centros de investigación.

Como se indicaba con anterioridad, la reconstrucción de la secuencia del accidente requiere la realización de gran número de complicados cálculos matemáticos en aplicación de los principios de conservación de la energía, las fórmulas de Campbell sobre las energías de deformación, el principio de conservación de la cantidad de movimiento, etc. Aquí es donde se ha demostrado particularmente útil el empleo de medios informáticos por la mayor rapidez, precisión y exactitud en las operaciones, que finalizan con una representación gráfica bi o tridimensional del suceso, recreando así la explicación de lo sucedido en el accidente con una aproximación muy certera y cercana a la realidad.

Ahora bien, el empleo de programas informáticos para la reconstrucción de accidentes no basta por sí mismo. Para lograr buenas reconstrucciones el investigador ha de cuidar el aprendizaje y la mejora de las cualidades de observación, la aplicación de la lógica y el máximo de conocimientos teóricos, combinados con la experiencia ulterior. La información recogida habrá de ser de la máxima calidad, evitando comenzar el estudio con conclusiones predeterminadas derivadas de estereotipos o de las declaraciones de los testigos presenciales o implicados en el accidente sin proceder a su comprobación. Ello podría conducir a desechar hipótesis por su no correspondencia con una idea previa del desarrollo del accidente. Partiendo, pues, de que la recogida de datos debe ser exhaustiva, lo ideal es que también sea ininterrumpida, culminando todo este trabajo de recopilación en la fase de reconstrucción del accidente.

De todo lo expuesto se deduce que la reconstrucción de accidentes de tráfico es una labor de especialistas por resultar necesarios conocimientos en el ámbito de la resistencia de materiales, coeficientes de fricción, índices de torsión, etc.

Igualmente, no ha de olvidarse que dado el complejo de fuerzas y de circunstancias que intervienen en un accidente de tráfico, la reconstrucción de los hechos ha de estimarse entre un máximo y un mínimo en muchos de sus elementos a tener en cuenta para extraer las conclusiones. Es decir, hay resultados que no pueden considerarse nunca exactos sino que deberá admitirse un margen de error: así acontece con los puntos de percepción posible y de percepción real, el tiempo de reacción, la eficacia de los frenos, el coeficiente de adherencia de la carretera, el estado de los neumáticos, etc.

El investigador ha de facilitar una versión verosímil técnicamente razonada y acorde con la forma lógica de producirse el hecho. De ahí que, a parte de la reconstrucción, tenga que analizar las causas que han provocado el accidente relativas al conductor, al vehículo, a la vía y al tráfico en general (peatones, otros vehículos, etc.). El estudio de todos estos elementos y circunstancias dará como resultado un análisis del accidente que permitirá distintos tipos de conclusiones:

- **Descartadas por erróneas:** En ocasiones, los conductores de los vehículos accidentados afirman categóricamente unos determinados hechos, incluso con el apoyo de testigos, inconscientemente falsos. Cuando se realiza el análisis y la reconstrucción del accidente se compraba que tales afirmaciones no pudieron darse en la realidad.
- **Posibles:** A veces los hechos se relatan de tal forma que parece que pudieron desarrollarse de ese modo. En la reconstrucción podrá verificarse qué probabilidades existen de que fueran así o no.
- **Probados:** Serán las situaciones que se presenten con mayor frecuencia en la reconstrucción de accidentes, admitiendo los márgenes de error anteriormente indicados.
- **Ciertos:** Por mucha meticulosidad que presida la recogida de datos y por más esmero que se ponga en su estudio, rara vez podrá afirmarse que los hechos se produjeron exactamente como se deduce de la reconstrucción. Fuerzas imprevistas o reacciones anómalas pueden condicionar movimientos, desplazamientos o destrozos cuya interpretación resulta en ocasiones incomprensible. No obstante, puede haber supuestos de “casi” absoluta certeza.

Dentro del Área estratégica 7 de la Estrategia de Seguridad vial 2030 se aborda la obtención de datos y la generación de conocimiento para dar soporte a las políticas de seguridad vial. Se trata de un área eminentemente transversal, ya que está relacionada con todas las demás Áreas estratégicas.

Se conserva la distinción clásica entre:

- ☐ datos de siniestros y víctimas;
- ☐ datos de movilidad o exposición al riesgo;
- ☐ datos de indicadores clave de rendimiento (*KPI: Key Performance Indicators*).

Estos datos se relacionan del siguiente modo: el número de siniestros y víctimas depende de la cantidad de movilidad y de las condiciones de seguridad en que esa movilidad se realiza. Estas condiciones de seguridad se representan a través de los denominados indicadores clave de rendimiento, que miden factores como la velocidad de circulación, el uso de equipamiento de seguridad (cinturón, casco, SRI), el consumo de alcohol y otras drogas, el uso de teléfono móvil, el nivel de seguridad de vehículos e infraestructuras y los tiempos de respuesta tras el siniestro.

En el ámbito del denominado *big data*, el uso de datos con fines de gestión del tráfico —como cálculo de tiempos de viaje o avisos sobre siniestros de tráfico, incidencias y situaciones de riesgo— se considera incluido en el área estratégica “Vehículos seguros y conectados”, mientras que su uso con fines de predicción y análisis de siniestros y factores de riesgo está incluido en esta área.

Esta área incluye también, junto con los datos e indicadores anteriores, los relacionados con la intensidad de aplicación de las políticas consideradas en todas las áreas estratégicas. Ejemplos de estos indicadores son el número de personas que realizan cursos de conducción segura, el número de controles de alcohol, o el número de auditorías de seguridad realizadas por los titulares de las vías.

Por último, esta área incluye la gestión del Plan de Estudios e Investigaciones.

Las líneas de actuación

Mejorar los datos sobre siniestros de tráfico

Tras siete años de experiencia desde la publicación de la Orden que regula el procedimiento de recogida y comunicación de datos de siniestros viales, (*Orden INT/2223/2014, de 27 de octubre, por la que se regula la comunicación de la información al Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico*), es necesario evaluar el formulario de recogida y adaptarlo a las nuevas realidades de la movilidad, así como seguir mejorando los niveles de notificación y los tiempos de comunicación. También se observa la necesidad de mejorar el seguimiento de la calidad de los datos de siniestralidad.

Respecto a los datos recogidos por las policías de tráfico, constituyen ámbitos de actuación prioritarios los siguientes:

- ☐ Adaptación del formulario utilizado por las policías de tráfico a las nuevas realidades de la movilidad.
- ☐ Mejora continua de los niveles de notificación y de los tiempos de comunicación de siniestros por parte de las policías de tráfico.
- ☐ Monitorización de datos provisionales de siniestralidad mortal y grave en vías interurbanas y urbanas.
- ☐ Mejora de la calidad de datos, particularmente, los relativos a la georreferenciación de siniestros.
- ☐ Coordinación con los servicios competentes de las Comunidades Autónomas con competencias en materia de tráfico y seguridad vial.
- ☐ Colaboración y análisis conjunto de los datos con municipios y titulares de las vías.

Disponer de mejores datos sobre la movilidad de diferentes medios de desplazamiento y colectivos

Un análisis de siniestralidad útil y eficaz requiere la colaboración entre administraciones para obtener datos de calidad, tanto referidos a los siniestros y a las víctimas, como a los niveles de exposición al riesgo de las personas usuarias del sistema de transporte.

En el ámbito de la Estrategia, se promoverá la colaboración con otras administraciones para promover estudios, combinar las distintas fuentes de información disponibles y elaborar indicadores detallados de exposición.

Se consideran fuentes útiles de información:

- ☐ Los datos de odómetros recogidos en las inspecciones técnicas de vehículos, ya explotados por la Dirección General de Tráfico.
- ☐ Los datos de los aforos utilizados por titulares de las vías y entidades locales.
- ☐ Los datos procedentes de teléfonos móviles.
- ☐ Los datos procedentes de encuestas de movilidad.

Aumentar la disponibilidad de datos abiertos sobre tráfico y seguridad vial

La mejora, gestión, intercambio y difusión de forma fluida de los datos requiere de la colaboración entre aquellas Administraciones Públicas y entidades responsables de registros de siniestros, y del uso de una plataforma, aplicación o herramienta de comunicación digital, como una página web, que sea visible para las partes interesadas ya sean personas individuales u organizaciones.

Se continuará la colaboración con el Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses para la identificación de personas fallecidas y el análisis de datos de exámenes *post mortem* de alcohol y otras drogas. En este mismo ámbito, se extenderá la colaboración que ya existe con algunos Institutos de Medicina Legal. También se trabajará en la conexión del Registro Nacional de Víctimas de Accidentes de Tráfico (RNVAT) con otros registros de siniestralidad, a través de la colaboración con Administraciones Públicas y entidades como el Instituto Nacional de Estadística (registro de defunciones), el Ministerio de Trabajo y Economía Social (sistema Delt@ de accidentes laborales) y las compañías aseguradoras.

En general, se impulsará la comunicación e intercambio de datos relevantes para la mejora de la seguridad vial con todos los agentes públicos y privados involucrados en ella (por ejemplo: las compañías aseguradoras o las empresas concesionarias de autopistas).

Respecto a la difusión de la información, se potenciará el contenido de datos abiertos en la página web de la Dirección General de Tráfico.

Investigar en profundidad muestras de siniestros de tráfico

Aunque un elemento importante del Sistema Seguro es el paso de una evaluación de la seguridad vial basada en un enfoque reactivo o retrospectivo a otra basada en un enfoque proactivo o prospectivo, no se puede prescindir del estudio de los siniestros sucedidos (enfoque reactivo). El estudio de la siniestralidad permite identificar los elementos del sistema (personas, vía, vehículos) que podrían haber evitado la siniestralidad o mitigado sus consecuencias, ayudando a determinar las medidas correctoras específicas más eficaces, para su aplicación en actuaciones futuras sobre estos elementos.

Se promoverán las investigaciones en profundidad de muestras de siniestros mortales, considerando prioritarios los siniestros con implicación de colectivos y medios vulnerables en vías interurbanas, si bien se promoverán experiencias similares en el ámbito urbano. Estas investigaciones se realizarán de acuerdo con los principios y la definición de *causa* que ofrece el Sistema Seguro. El objetivo básico no será identificar las responsabilidades atribuibles a los diferentes factores (personas, vía, vehículos), sino conocer los factores que hubieran podido contribuir a evitar el siniestro o mitigar sus consecuencias. Algunos aspectos relevantes son:

- ☐ la secuencia de eventos y los impactos más lesivos;
- ☐ las lesiones sufridas por las personas implicadas y el uso de equipamientos de seguridad;
- ☐ las energías absorbidas en los impactos;
- ☐ los sistemas de seguridad presentes en los vehículos;
- ☐ los registros de datos de los vehículos (sistema EDR: *Event Data Recorder*, o registrador de datos de incidencias, conocido coloquialmente como “caja negra”)
- ☐ las características de la infraestructura.

En función del progreso de la tecnología, los siniestros viales en los que estén involucrados vehículos altamente automatizados también deberán ser objeto de investigaciones en profundidad, principalmente en las primeras fases de su despliegue, donde el factor vehículo puede tener una mayor importancia.

El trabajo de las policías de tráfico continuará siendo esencial en estas investigaciones, aunque se valorará la participación de equipos y centros técnicos especializados en los distintos ámbitos de interés. Las especificaciones de las investigaciones y el seguimiento de sus resultados serán realizados desde un Grupo de Trabajo que operará en el marco del Consejo Superior de Tráfico, Seguridad Vial y Movilidad Sostenible.

Integrar las técnicas de *big data* en los análisis de seguridad vial

Se promoverán estudios, casos piloto y aplicaciones de nuevas fuentes de información masivas —teléfonos móviles, sistemas de inteligencia artificial, registradores de datos de los vehículos— para el análisis y predicción de siniestros viales y sus factores de influencia, así como incidentes o cuasi accidentes (*near misses*).

Obtener y monitorizar indicadores relacionados con el comportamiento de las personas, la seguridad de los vehículos y la infraestructura, y la atención post-accidente.

Tal como se ha indicado en el capítulo “Los objetivos del decenio”, para el buen desarrollo de esta Estrategia de Seguridad Vial se necesita disponer de una lista de indicadores clave de rendimiento que monitoricen adecuadamente que las actuaciones que se desarrollan están contribuyendo adecuadamente a la consecución de las metas marcadas para los objetivos.

Se monitorizará, durante el periodo de vigencia de la Estrategia, los ocho indicadores clave de rendimiento definidos por la Comisión Europea (que se han expuesto y asumido como propios de la presente Estrategia), utilizando las metodologías comunes definidas en el proyecto europeo BASELINE.

Este proyecto tiene como objetivo publicar sus resultados finales, con el primer cuadro de indicadores, en el año 2022. España publicará en esos resultados los valores de los indicadores primero a sexto.

Además de los ocho indicadores expuestos, se continuará elaborando un indicador sobre el consumo de drogas, y se valorará la definición de nuevos indicadores clave de rendimiento relativos a nuevas formas de movilidad, equipamiento de protección adicional al casco (en el caso de personas usuarias de motocicleta: guantes, airbag

o elementos protectores de torso, espalda, brazos o piernas) o conductas de riesgo adicionales relacionadas con siniestros mortales y graves.

Se elaborarán guías para la determinación de indicadores clave de rendimiento por parte de administraciones locales y empresas, y se promoverá su aplicación.

Igualmente, se trabajará en la generación de indicadores para medir la intensidad con que se aplican las políticas enmarcadas dentro de esta Estrategia.

Potenciar la investigación en seguridad vial

La generación de conocimiento es un pilar básico de toda política basada en la evidencia. Los datos, y el conocimiento que de ellos se extrae, intervienen en todas las etapas del ciclo clásico de políticas públicas: diagnóstico, propuesta de soluciones, implementación, evaluación y seguimiento. Por ello, esta línea de actuación consiste en la gestión de un Plan de Estudios e Investigaciones que apoyen la toma de decisiones en favor de la seguridad vial.

A lo largo del horizonte de la Estrategia, la toma de decisiones se apoyará en el Plan de Estudios e Investigaciones definido en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de esta Estrategia. La Dirección General de Tráfico promoverá en cada momento los estudios e investigaciones prioritarios, siempre dentro de las líneas de investigación del plan. Al mismo tiempo, mediante la oportuna divulgación de los resultados, se pretende que el plan sea una guía para todas las entidades públicas y privadas que en España destinan recursos a investigar en el ámbito de la movilidad y la seguridad vial.