

TEMA 4:

La evidencia física, indicios materiales en el lugar del accidente, las huellas de frenada. Huellas de derrape. Huellas de efracciones. Huellas. Rastros e indicios. Determinación del vehículo embistente y del vehículo embestido, lugar momento de impacto. Signos que lo evidencian. Interpretación de las deformaciones permanentes en los rodados. Desaceleración de la velocidad en comparación con choques contra barrera rígida.

GUARDIA CIVIL ESTUDIO DE LOS INDICIOS DE LA VIA XVII

Justificación:

¿Qué es lo que hay que buscar en la carretera?

Las marcas en la carretera contribuyen a la aclaración de lo que sucedió. Muchos investigadores confían que alguien les explique lo que ha ocurrido y por consiguiente dejan de observarlo por sí mismos. En algunos accidentes mortales no queda nadie que pueda contar lo que sucedió. En otros los conductores peatones implicados no saben realmente lo que ha sucedido y lo que dicen se funda mayormente en la imaginación; y a veces incluso tratan de ocultar la verdad. Todo lo que se logre saber tiene que ser a base de propia observación. El éxito de la investigación depende casi siempre del esmero con que sepan buscar y encontrar huellas en la carretera.

Todos los accidentes de vehículos motorizados dejan alguna señal física de lo que ha ocurrido. Pueden ser los daños causados a un vehículo, las lesiones a un peatón o las marcas en la calzada. Todas estas señales materiales serán irrefutables si se saben descubrir o interpretar correctamente. Claro que muy raras veces podrán explicar todo lo que ha tenido lugar en un accidente, *pero, con frecuencia complementan las declaraciones de los testigos y personas afectadas, prueban o desmienten teorías de lo ocurrido y marcan el rumbo de una ulterior investigación.*

Algunas de las huellas que dejan los accidentes en la escena son tan evidentes que todo el mundo las ve y comprende. Sin embargo muy pocos de las de las que las han contemplado podrán contar algo de ella poco después. Desde luego, vieron huellas de deslizamiento, ¿pero fueron remarcadas por 4 ruedas o solamente por 2? También vieron unos restos, pero ¿indicaban donde ocurrió la colisión o donde vino a parar uno de los vehículos? No es suficiente que el investigador Eche una mirada superficial sobre las marcas de la calzada. Tiene que examinarlas detenidamente por si hay marcas disimuladas, como por ejemplo, rodaduras, estrías, salpicaduras y otras señales percederas que muy pronto pueden quedar borradas. Si las huellas son importantes o complicadas, no fiarse de la memoria para describirlas más tarde y por lo tanto tendrá que registrarla por medio de fotografía o mediciones o por ambos sistemas.

Las páginas siguientes contienen descripciones de las diferentes clases de huellas que los accidentes dejan en la calzada. Hay muchas variedades en cada una de estas clases. Para facilitar la comprensión de cómo se hacen estas marcas, y lo que significan, daremos también una breve explicación de cómo se comportan los vehículos y los neumáticos en la carretera, aunque más extensamente se habla de dicho tema en el capítulo dedicado a neumáticos.

Tipos de marcas dejadas en la carretera en los accidentes

Marcas que no son de neumáticos
Residuos
<ol style="list-style-type: none">1. Residuos debajo del vehículo: suciedad, pintura, óxido, alquitrán, etc.2. Partes del vehículo: Grasa, piezas de la carrocería, piezas del chasis, neumáticos.3. Fluidos del vehículo: Refrigerante, aceite, fluido del freno, fluido de transmisión, ácido de batería.4. Cargas líquidas.5. Cargas Sólidas.6. Otras Cargas.7. Materiales de Carretera.8. Ropas.9. Sangre: humana o animal.
DAÑOS U OBJETOS EN LA CARRETERA Y DIVERSAS MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO
<ol style="list-style-type: none">1. Objetos rotos.2. Objetos rozados.3. Barreras o vallas rotas.4. Señales de resbalones de peatones.5. Socavones en la carretera o nieve.6. Montones de Basura o nieve.7. Huellas de pies.
MARCAS DEJADAS POR PARTES METÁLICAS SOBRE EL PAVIMENTO
<ol style="list-style-type: none">1. Arañazos.2. Rozaduras en la superficie.3. Astillas en el pavimento.4. Fragmentos en el pavimento.5. Surcos en el pavimento.6. Acanaladuras en material blando.

RESTOS: es la acumulación de fragmentos de vehículos, escombros, polvo y otros materiales que una colisión deja en el escenario del accidente. Existen 7 variedades, cada una de las cuales tiene su propio significado:

1. Residuos de la parte inferior del vehículo (también llamados "Restos de la Infraestructura").
2. Partes o piezas del vehículo.
3. Fluidos del vehículo.
4. Cargamento líquido.
5. Cargamento sólido.
6. Materiales de la Carretera
7. Sangre y Ropas.

Los residuos del accidente son de la mayor utilidad para localizar el punto de conflicto, pero a veces también ayudan a identificar un vehículo que ha huido de la escena.

Si estos residuos están casi todos concentrados en un área de 2 metros de diámetro, la colisión tuvo lugar en ésta área, y probablemente el coche o coches no se apartaron mucho de ella después de la colisión. Cuando un coche choca con un objeto fijo, poste o árbol, los restos se dispersan desde aquel punto en la dirección de la marcha del vehículo, pero casi nunca a mucha

distancia, esta masa será mayor cuanto mayor sea la masa del objeto, pues al tener mayor masa, su cantidad de movimiento es mayor.

Residuos de la parte inferior de un vehículo:

Por residuos de la infraestructura, se entienden el barro, polvo, hollín, pintura y alquitrán de la carretera que se desprenden por la parte inferior del coche, parachoques, guardabarros, chasis y otras partes en la colisión. Si estos materiales no están derramados, sino más bien amontonados, se puede tener casi la seguridad de que en este punto tuvo lugar la colisión con las partes más dañadas del vehículo.

Esta acumulación de restos infraestructurales ocurre únicamente en las colisiones en que los vehículos se separan poco, después del encontronazo.

Algunas veces, los restos no se concentran en un sitio, sino que principalmente quedan esparcidos en la dirección de la marcha de los vehículos. Los vehículos al colisionar se hallaban sobre el sitio de la máxima concentración de los despojos o muy cerca del mismo. Esta clase de restos de poca consistencia fácilmente lo dispersan los vehículos que circulan sobre ellos, la gente que deambula por allí, o la lluvia o viento.

En ciertos accidentes al colisionar los vehículos, quedan detenidos o siguen marchando lentamente un corto trecho; en estos casos, las materias acumuladas debajo de los guardabarros al desprenderse, se depositan en las estrías de la superficie de rodadura de la mitad superior del neumático. Cuando el vehículo es apartado del lugar de la colisión, este poso quedará en la superficie de la calzada como un depósito o impresión de un neumático cada vez que el neumático dé una vuelta.

De esta forma puede conocerse el curso que siguió el vehículo después de la colisión. Pueden darse una serie de estas marcas o impresiones. Si están formadas por este carácter de repetición, cada vez menos clara representará una nueva circunferencia descrita por el neumático que las marcó. Algunas veces pueden confundirse con patinadoras discontinuas o brincos, pero son fácilmente diferenciales mediante un meticoloso examen, incluso en las fotografías, porque en ellas se pueden observar las huellas de las estrías de la cubierta, que van quedando impresas por el sedimento de materias desprendidas.

ES DE LOS INDICIOS DE LA VIA: Capítulo XVIII G.C.E

Comportamiento de ruedas y vehículos (II):

Para reconocer algunas huellas que dejan los neumáticos en la carretera es conveniente tener algunos conocimientos de cómo se comportan los vehículos y los neumáticos durante la acción evasiva en una colisión. Estos datos nos permiten interpretar el significado de la mayoría de estas huellas. Por esto vamos a efectuar una breve revisión de lo que sucede cuando vehículos y neumáticos resbalan o colisionan. Casi no hay nadie que no sepa algo de estos asuntos, pero son muy pocos los que han tenido la oportunidad de estudiar las pruebas que demuestran la conducta de vehículos y neumáticos bajo condiciones insólitas.

a) Contacto del neumático con la carretera:

El contacto del neumático con la carretera es normalmente un espacio que tiene lados rectos paralelos y extremos redondeados.

La superficie de rodadura de los neumáticos usuales tiene unas ranuras que los hace más flexibles y al mismo tiempo facilitan la penetración del aire para que no se recalienten. Generalmente estas estrías son en Zig-Zag o están moldeadas de forma irregular para que

tengan mayor adherencia sobre ciertas superficies y para crear un modelo o dibujo que adorna e identifica el neumático. De este modo, el contacto real del neumático muestra en el pavimento una serie de listas o tiras que están separadas por las ranuras donde el neumático no toca la carretera.

b) Neumáticos girando:

Si el neumático está mojado y discurre sobre un pavimento rígido, uniforme y seco, las partes salientes del dibujo irán imprimiéndose continuamente sobre el pavimento es flexible y está mojado, el neumático deja una impresión sobre el mismo. En el primer caso, las partes salientes del dibujo de las salientes del neumático son las que imprimen las marcas sobre el pavimento; en el segundo caso, lo que mejor se ve es el material del firme que, después de comprimirse en las ranuras del neumático, permanece "de pie" en el suelo.

Fig. pág. 420.

c) Neumáticos patinando:

Si la rueda de un vehículo que marcha hacia delante deja de girar, el neumático patinará y la huella resultante tendrá el mismo ancho que a superficie de rodadura del neumático. El dibujo no quedará impreso, pero los entrantes y salientes dejarán suficientes marcas. Si el neumático se desliza lateralmente, no dejará alguno, sino una especie de mancha de la misma longitud y anchura que la superficie de contacto. Si el vehículo derrapa mientras, o si la rueda se tuerce en la colisión, los neumáticos se deslizarán longitudinalmente, luego lateralmente, y el ancho de la huella de deslizamiento variará. A veces, estos deslizamientos laterales suelen mostrar marcas de ranuras. Estas marcas las hace el adorno o festón del borde del neumático.

d) Presión de inflado:

El neumático inflado normalmente para soportar un peso determinado ejerce la misma presión en toda la zona de contacto, es decir, que queda en línea en la carretera de un extremo a otro, como se indica en la fig. 18 (II).

Un neumático algo desinflado o sobrecargado, o ambas cosas a la vez, acusa una deflexión. Si se aumenta el peso sobre el neumático o se le quita aire a éste respecto a su presión normal, se producirá el efecto indicado en la figura 18 (III), es decir, el centro del neumático se arqueará hacia adentro y los extremos del mismo reciben la mayor parte del peso. Esto puede ocurrir si el neumático pierde aire y sigue circulando desinflado, o si pone una carga excesiva en el vehículo sin aumentar la presión de los neumáticos. Si el vehículo aplica los frenos con fuerza para desacelerar rápidamente, las ruedas se agarran al pavimento, pero la parte superior del vehículo, por inercia, tiende a continuar hacia delante. Este impulso lleva a las ruedas delanteras un peso adicional equivalente al peso desplazado de la parte posterior del vehículo. Los muelles delanteros se comprimen y los posteriores se distienden a consecuencia de este desplazamiento de peso, de modo que el vehículo acusa una inclinación hacia delante. Como resultado, los neumáticos delanteros se aplastan debido a este peso "Extra".

Un neumático Inflado en Exceso o soportando poco peso. Si se disminuye el peso sobre un neumático o se aumenta su presión de aire, éste se arqueará hacia abajo, fig. 18 IV. Esto puede ocurrir en los neumáticos traseros cuando el coche frena bruscamente y el peso de la parte posterior se desplaza hacia delante. Este efecto de una declaración repentina se acusa mucho más en los coches ligeros que en los camiones, ya que los neumáticos de aquellos son más flexibles y tienen menos presión de aire.

e) Giro muy cerrado

Si un vehículo gira con poco radio para su velocidad o si trata de seguir una curva con velocidad superior a la que permite el trazado de la misma, la fuerza centrífuga tiende a "empujarlo" hacia el exterior de la curva. Por su parte, la adherencia de la carretera tiende a mantenerlo en la curva. Por consiguiente, el vehículo se inclina hacia el exterior de la curva; el peso sobre los neumáticos interiores tienden a adoptar la forma indicada en la figura número IV (neumática con excesiva presión o poco peso, similar a lo que ocurre en las ruedas traseras cuando un coche frena bruscamente. Pero los neumáticos exteriores no solamente se aplastan con el peso adicional que tienen que soportar, sino que acusan al mismo tiempo una tracción lateral que los deforma en la manera indicada en la figura número 18 V. la mayor parte del peso recae, pues, sobre el hombro del los neumáticos exteriores.

f) Deslizamiento Normal

Es el que se produce en una superficie lisa y llana, con una característica de adherencia uniforme, cuando las 4 ruedas quedan bloqueadas en un tiempo aproximado de $\frac{1}{4}$ de segundo después de aplicar los frenos y los 4 neumáticos son prácticamente iguales. Si el vehículo no gira al comenzar a patinar se desplazará en una línea más o menos recta. Las partes finales de estos patinazos acusan los efectos de la colisión; si ha existido.

g) Deslizamiento en una pendiente natural.

La mayoría de las carreteras no son llanas, sino que poseen una ligera pendiente o inclinación lateral, en sentido transversal, para el drenaje o, en el caso de las curvas, para formar los peraltes. Si todo lo demás es normal en el patinazo, el vehículo se deslizará y desviará ligeramente hacia la parte más baja a medida va avanzando. En carreteras normales rectas esto implica un deslizamiento gradual hacia la derecha. Si no se detiene antes o choca con algo, se saldrá de la calzada. Esto suele ocurrir muy frecuentemente cuando hay hielo o nieve en la carretera.

h) Deslizamiento en pavimentos de adherencia irregular.

Supóngase que un patinazo sigue una línea recta desde un firme más deslizante a otro menos deslizante, o viceversa; por ejemplo, desde una vía secundaria con firme de gravilla o arena a una arteria principal asfaltada. El único efecto que se acusará será un cambio en la intensidad de la deceleración. En este ejemplo que acabamos de mencionar, el vehículo decelerará con más rapidez en la arteria principal que en la otra, que tiene un firme más deslizante. Sin embargo, si las dos ruedas de un lado circulan por una superficie diferente a otra por la que patinan las ruedas del lado opuesto, el vehículo se desviará hacia la superficie que tenga el firme menos deslizante. En otras palabras: un lado del vehículo tendrá una mayor adherencia y por ello dicho vehículo se desviará hacia la recta de ese lado.

Si al patinar, el vehículo entra en el arcén derecho con un pequeño ángulo, el mayor factor de adherencia de la carretera lo podrá reintegrar al carril. Esto facilitará al conductor el dominio del vehículo. Pero si el vehículo se sale de la calzada con un ángulo bastante grande, especialmente si lo hace a gran velocidad, todas las ruedas se encontrarán sobre el arcén antes de que pueda surtir efecto esta acción "correctiva".

i) Efecto del frenado en curvas cerradas.

Los neumáticos de un vehículo que efectúe un giro muy cerrado son empujados lateralmente contra la superficie del pavimento, contrarrestando así la fuerza centrífuga del giro.

Si esta fuerza centrífuga es mayor que la resistencia del pavimento al deslizamiento, la rueda comenzará a patinar.

Ahora bien: si el vehículo está girando, pero no con suficiente velocidad ni tan cerrado como para patinar lateralmente, y se aplican los frenos, éstos harán también que los neumáticos sean empujados contra el pavimento en ángulo recto a los ejes de las ruedas. La fuerza combinada producida por los frenos y la fuerza centrífuga puede ser entonces superior a la adherencia de los neumáticos sobre el pavimento, produciéndose así un deslizamiento que ni los frenos ni la fuerza centrífuga consideradas aisladamente podrían haber producido. Una vez que comienza este deslizamiento, el vehículo no seguirá ya la curva, sino que tenderá a deslizarse longitudinalmente como si estuviese patinando; pero, como quiera que al efectuar el giro comenzó a rotar, esta rotación continuará mientras dure el deslizamiento. Si este deslizamiento abarca una distancia bastante grande, la rotación puede hacer que el vehículo gire 90° e incluso 180°, es decir, que quede de costado o en dirección contraria a la que marchaba. Si el vehículo efectúa un giro brusco en una carretera recta y el conductor aplica los frenos antes o en el momento de girar, el vehículo se deslizará por la carretera como si patinara; pero si el vehículo hizo una parte del giro antes de frenar y, por lo tanto, circula ya determinado ángulo en la carretera, seguirá con este ángulo, pero con menos giro, hasta salirse de la carretera o detenerse. Si el vehículo sigue una curva en una carretera o como para provocar un patinazo, dejará de seguir la curva y se deslizará casi longitudinalmente, de modo que, si no se detiene antes, se saldrá de la calzada por la parte exterior de la curva.

j) Efecto de la acción sobre el volante cuando el vehículo patina.

Si el conductor trata de dirigir el vehículo cuando patina con todas las ruedas trabadas, la maniobra del volante ejercerá un efecto sorprendentemente pequeño, sobre todo en altas velocidades y en superficies deslizantes. Cuando el vehículo se desliza hacia delante, las ruedas delanteras patinan casi con la misma facilidad si están oblicuas que si están rectas. El vehículo sigue hacia delante. Las ranuras de los neumáticos ejercen poco efecto direccional, excepto en superficies blandas, como barro, asfalto reblandecido y nieve, y en este caso solamente con velocidades bajas.

Sin embargo, cuando el vehículo está dotado con frenos ABS, entonces, al no bloquearse las ruedas, la dirección del mismo puede seguir gobernándolo.

k) Cuando las ruedas traseras se bloquean antes.

Si al frenar sólo se bloquean las ruedas traseras y el conductor no trata de girar el volante, sino que lo mantiene centrado, un turismo con neumáticos de aire se comportará de una manera muy rara: girará en redondo y marchará hacia atrás; sino se detiene antes de completar este giro, seguirá patinando hacia atrás, casi en línea recta, y se desviará hacia la parte más baja de la carretera. Si la velocidad es pequeña, es decir, inferior a 25 km/h., el coche se detendrá antes de girar mucho en una carretera normal. La velocidad tiene que ser superior a 65 km/h., en la mayoría de las carreteras, para que el vehículo avance lo suficiente antes de parar y de un giro de 180°. La fig. 18 VI muestra la posición del vehículo cuando se para, con sólo las ruedas traseras bloqueadas, a partir de diversas velocidades sobre un pavimento normal. Cuando las ruedas delanteras se bloquean en menos de ½ de segundo después de las traseras, la rotación se detiene casi al momento de comenzar, y de este modo el coche se comporta como si todas las ruedas estuviesen bloqueadas. Si las ruedas delanteras se demoran más en bloquearse, se producirá un amplio ángulo antes de trabarse. Apéciense las huellas que dejará el turismo en cuestión.

En algunos vehículos o cuando la carga se distribuye en cierta manera en otros, una ligera presión sobre el pedal bloqueará primero las ruedas traseras. En este caso, la lenta aplicación del freno, al frenar primero las ruedas traseras, producirá un zigzaguo o derrape del coche, mientras

que con un rápido frenado se bloquearán a la vez las 4 ruedas, evitándose así dicho balance. En superficies deslizantes por ejemplo, con nieve, si se suelta el acelerador, el frenado del motor será suficiente a veces para bloquear prácticamente las ruedas traseras, produciéndose un zigzagueo hasta que las ruedas delanteras son también bloqueadas por el freno. El balanceo o derrape producido por un bloqueo prematuro de las ruedas traseras puede ser compensado hasta cierto punto, dominando con el volante las ruedas delanteras sin bloquear, pero es una operación difícil. Incluso los conductores más experimentados no poseen la suficiente pericia para saber exactamente la maniobra de volante necesaria para contrarrestar el frenado o rotación del vehículo en tales circunstancias.

En los semiremolques un conductor imperito o sorprendido por la situación de riesgo, hace uso tan rápido del sistema de frenos eléctrico, que bloquea el segundo eje del tractor provocando el denominado "efecto tijera" que tiene el mismo fundamento físico que el explicado anteriormente para los turismos y que hace ingobernable la cabeza tractora y con ello, todo el conjunto. Fig 18 VIII

l) Cuando las ruedas delanteras se bloquean primero.

Si las ruedas delanteras se bloquean y las traseras no, el vehículo sigue recto como si se tratara de un patinazo normal, salvo que la distancia de parada aumentará debido al menor frenado de las ruedas posteriores. En el mismo caso, si un coche está girando y se aplican los frenos, dejará de girar, como si todas las ruedas hubieran quedado bloqueadas a la vez. Tenderá a enderezarse y patinará longitudinalmente mientras no se bloqueen también las ruedas traseras.

m) Cuando solamente se bloquean las ruedas de un lado.

Cuando esto ocurre, el coche empieza a girar de manera acusada hacia el lado cuyas ruedas están bloqueadas, como sucede en los casos de los firmes con un factor de adherencia distinto. Al quedar frenadas las ruedas de un solo lado se produce un derrape o balance muy pronunciado hacia ese lado.

n) Cuando únicamente queda sin bloquear una rueda delantera

Si únicamente queda sin bloquear una rueda delantera, el vehículo se comportará casi como si sólo estuvieran bloqueadas las ruedas traseras, pero gira hacia el borde de la rueda delantera bloqueada. por ejemplo, si la rueda que no está bloqueada es de la derecha, el coche girará en sentido contrario a las agujas del reloj. Lo mismo ocurre si la rueda derecha va frenando lentamente, aunque no en grado tan elevado. Si embargo, la distancia de parada si una de las ruedas frontales no está bloqueada es mayor que cuando lo están las 4 ruedas y menor cuando los están solamente las 2 ruedas traseras.

o) Cuando únicamente queda sin bloquear una rueda trasera

Este hecho tiene poca influencia en el comportamiento del vehículo, que se limitará a girar ligeramente hacia la parte de la rueda bloqueada, quizá no más de 20°, en carreteras normales. Su deceleración, será menor que si estuvieran bloqueadas las 4 ruedas, aunque no mucho.

p) Validez.

Estos estudios son ciertos si la rueda que no se bloquea no está frenada, ya que si estuviera frenada, pero no bloqueada, su comportamiento es contrario pues la rueda que gira frenado se decelera más que la bloqueada.

SEÑALES DE LOS NEUMÁTICOS

El investigador se encontrará con numerosas clases de señales producidas por el neumático. No todas tienen el mismo valor y trascendencia, como veremos; pero debe aprenderse a conocer sus diferencias y lo que significan, su representación en el croquis y el modo más preciso de reseñarlas y fotografiarlas, puesto que alguna de ellas, por sí mismas, son capaces de explicar como se ha producido el accidente.

CLASES:

MOMENTO PRODUCEN	SIN ACCIDENTE	NO IMPORTANTES	
	CON ACCIDENTES	ANTES	MANIOBRA
		DURANTE	CONFLICTO
		DESPUES	DESPLAZAMIENTO

La impronta (1). Es el dibujo del neumático impreso en terreno blando, húmedo o no. Aquél se produce con tanta fidelidad como lo permita el material que reciba la presión de la rueda. Suelen aparecer en los márgenes de la vía, cunetas o caminos de tierra. Puede ser trascendente para:

Movimiento Rueda	Rueda Gira	Sin anomalías	Terreno blando	Impronta
			Terreno duro	Tiznadura
		Embarradura		
	Untadura			
	Estampa			
	Deshinchada		Abrasión	
	Rueda bloqueada	Terreno blando		Surco
		Terreno duro	Huella frenado	
			Raspadura	
			Barrido	
			Secado	
	Rueda Gira y se desliza	Vehículo misma dirección Ruedas		Fricción Aceleración
				Fricción deceleración
Vehículo distinta dirección ruedas		Fricción laterales		

2) **HUELLAS DE FRICCIÓN:** se producen como consecuencia del rozamiento del caucho del neumático en el asfalto. Esta fricción hace que la Energía Cinética del vehículo se disipe en forma de calor a través del neumático que toma temperatura y se funde en el asfalto dejando marcas características.

3) **HUELLAS DE DESLIZAMIENTO:** se producen cuando las ruedas se deslizan sobre el asfalto bloqueadas, sin giro respecto a su eje. Se presentan como un conjunto de líneas paralelas, separadas por espacios en blanco que corresponden acanaladuras longitudinales del dibujo del neumático.

4) **HUELLAS DE DERRAPE:** las ruedas tienen un movimiento simultáneo de rodadura y deslizamiento sobre el asfalto y las huellas dejadas presentan un estriado transversal o diagonal, producidas por las acanaladuras del dibujo de la banda de rodamiento. Pueden encontrarse antes o después de la colisión y son de anchura variable. El sentido del estriado depende de que en el momento del derrape el auto esté frenando, acelerando o rodando libre.