
INFORME TÉCNICO - PERICIAL
DE RECONSTRUCCIÓN FORENSE
DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO
R. A. T[®] 2



INVESTIGACIÓN FORENSE . RECONSTRUCCIÓN . SEGURIDAD VIAL

VEHÍCULO No. 1: AUTOMÓVIL, RENAULT SANDERO, modelo 2021, color plata, placa GWN773.

VEHÍCULO No. 2: MOTOCICLETA, BAJAJ DISCOVER 125, modelo 2019, color rojo/negro, placa
TTY10E.

INFORME No. 220632320

Bogotá D.C., agosto 10 de 2022

R.A.T[®] es una marca registrada por IRSVIAL S.A.S, Resolución 39860 del 29/11/2007, SIC

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	EVIDENCIA FÍSICA DOCUMENTADA	4
2.1	FECHA, HORA Y LUGAR DE OCURRENCIA:	4
2.2	LA VÍA:.....	8
2.3	VEHÍCULOS:	17
2.4	MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO:	25
2.5	VICTIMAS:	28
2.6	VERSIÓN:	29
3.	ANÁLISIS FORENSE DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO	31
4.	SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO	39
5.	ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.....	41
6.	HALLAZGOS	45
7.	CONCLUSIONES:.....	47
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

1. INTRODUCCIÓN

Los procedimientos de investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito utilizan como metodología el MÉTODO CIENTÍFICO y técnicas de reconstrucción de accidentes de tránsito desarrolladas y probadas científicamente, aceptadas por la comunidad científica mediante la publicación de artículos científicos y discusión en congresos y seminarios, con el fin de determinar la dinámica del accidente que permitan identificar las causas del siniestro.

El análisis de las evidencias es la piedra angular de la reconstrucción, su recolección y descripción conforman el punto de partida del análisis retrospectivo del accidente.

➤ Instrumentos, equipos y programas de software empleados:

1. Procedimiento de investigación y reconstrucción de accidentes de tránsito – Manual de calidad IRS VIAL SAS norma ISO 9001-2015.
2. Equipos de Cómputo Dell 11th Gen Intel(R) Core (TM) i3-1115G4 @ 3.00GHz 2.19 GHz
3. Software Trimble Forensic Reveal – Licenses Manager - IRS VIAL SAS.
4. Herramienta IRS® Calculator, hoja de cálculo en Excel.

CLASE DE ACCIDENTE: CHOQUE.

➤ Documentación recibida:

Todo el proceso de la investigación y reconstrucción analítica del siniestro se basa en la información considerada por el grupo técnico de IRSVIAL, que fue recolectada empleando los procedimientos técnicos de fijación fotográfica, planimetría, y técnicas analíticas de reconstrucción de accidentes basadas en las leyes de la física, biomecánica, ingeniería automotriz, medicina forense, como se indica a continuación:

- a) Informe policial de accidente de tránsito IPAT (3 folios).

- b) 5 fotografías a color de las posiciones finales y daños en los rodantes
- c) 8 fotografías a color de la zona del accidente

2. EVIDENCIA FÍSICA DOCUMENTADA

La documentación recibida y recolectada durante el proceso de investigación y reconstrucción del accidente se describe y se analiza a continuación con el fin de determinar de manera retrospectiva la secuencia del accidente y sus causas.

2.1 FECHA, HORA Y LUGAR DE OCURRENCIA:

De acuerdo con el reporte del accidente de tránsito el siniestro ocurrió el jueves 27 de mayo de 2021, a las 05:05 horas, en la vía Ricaurte - Nilo km 7 + 000 IPAT (4.2789424, -74.6858339).

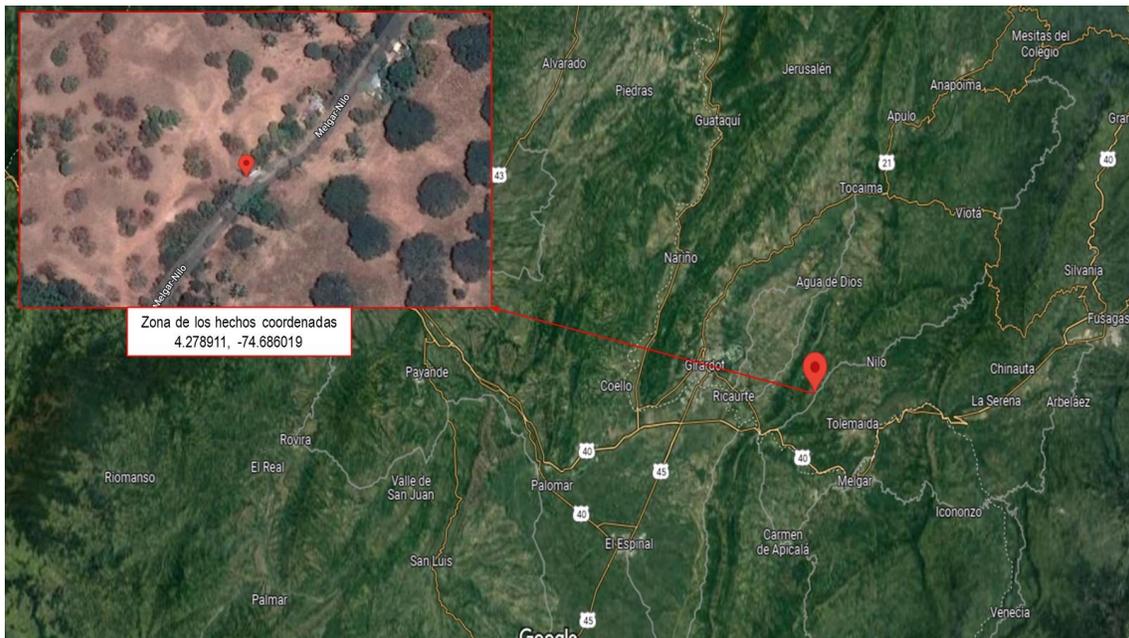


Imagen No 1: En esta imagen se aprecia la ubicación geográfica del lugar de los hechos (fuente Google Earth-pro).

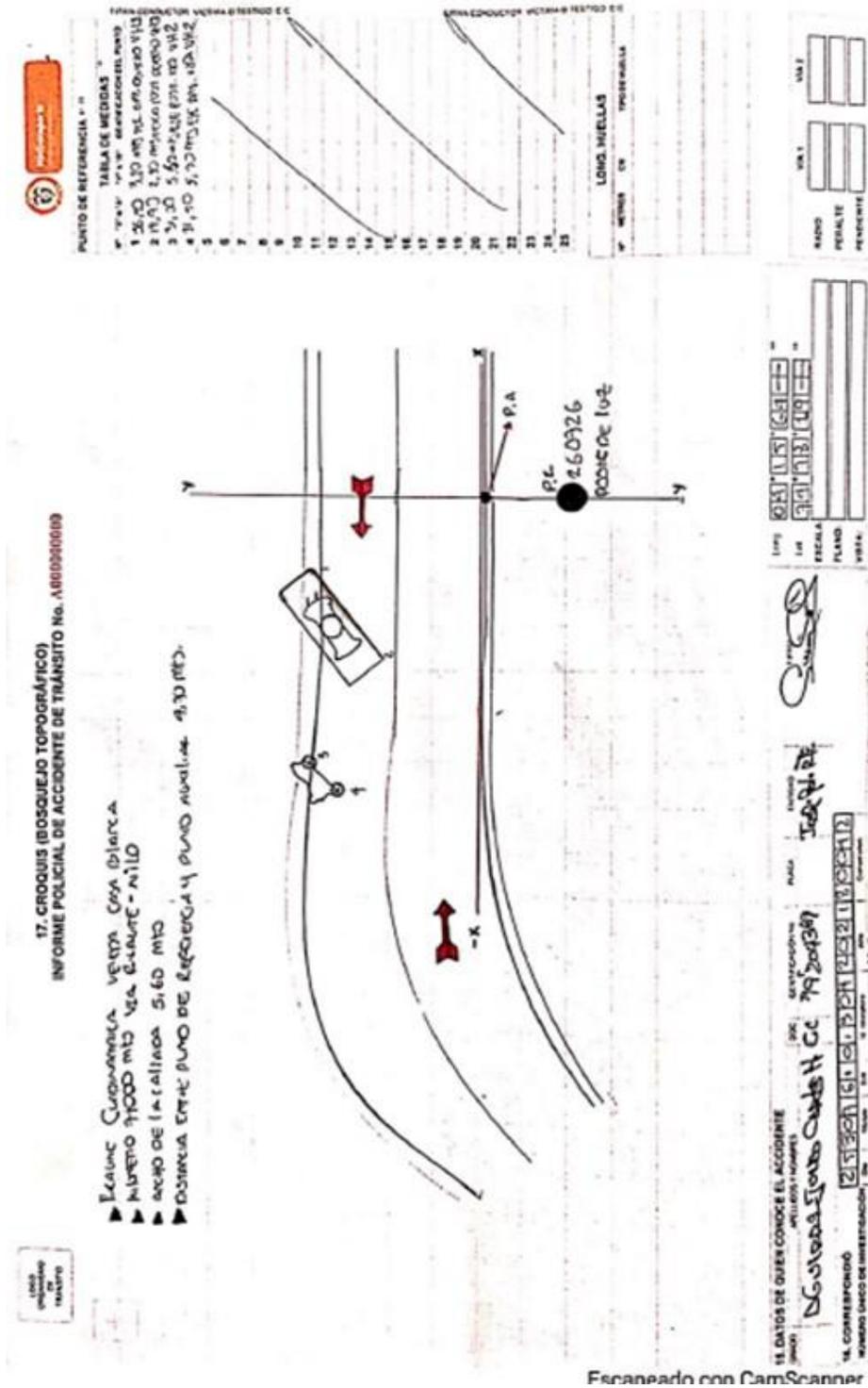


Imagen No. 4: En esta imagen se aprecia la segunda hoja del informe de la autoridad IPAT.

2.2 LA VÍA:

2.3

Las condiciones y características de la vía donde se produce el accidente de tránsito se aprecian en las fotografías No. 1 a la 8 así como en la tabla No. 1.



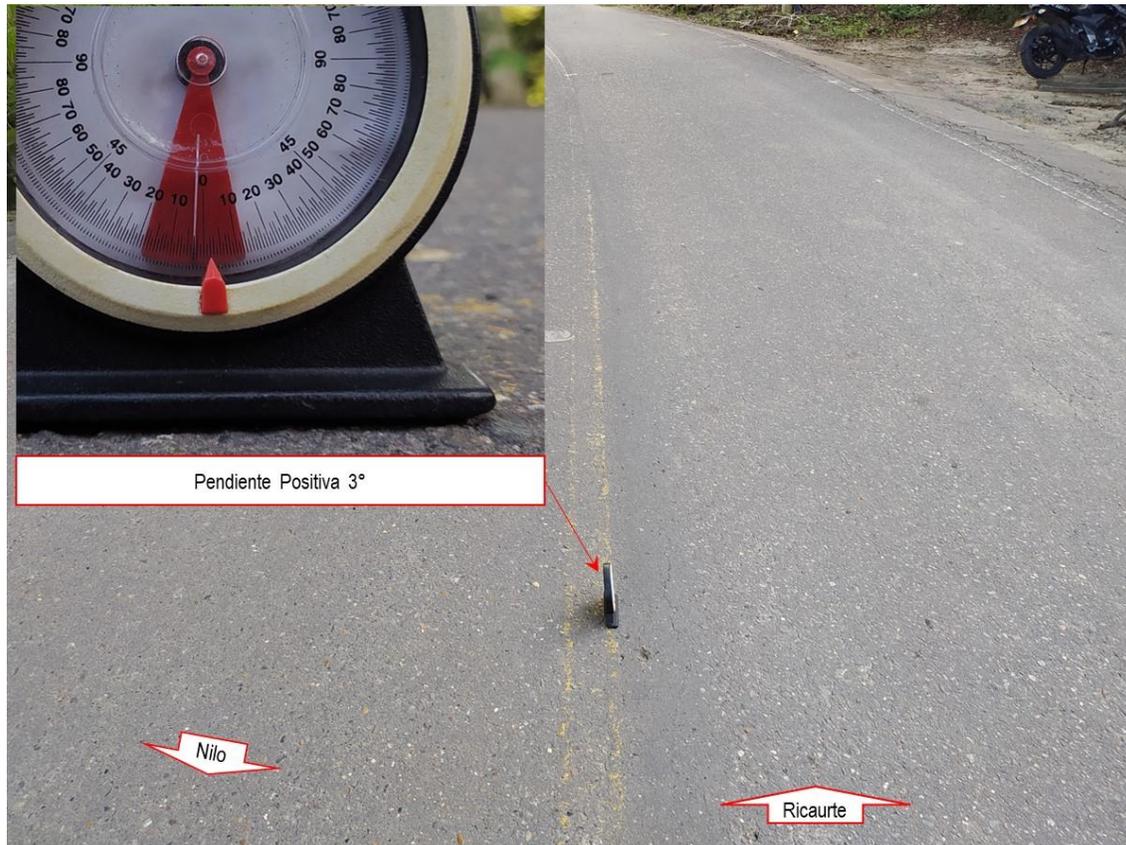
Fotografía No. 1 Plano General fotografía tomada en sentido Nilo - Ricaurte, donde se observan las características generales del tramo de vía curva, pendiente, estado bueno, doble sentido de circulación, sin demarcación horizontal línea central continua amarilla y sin señalización vertical. En este sentido se desplazaba el Vehículo No 2 MOTOCICLETA.



Fotografía No.2 Plano General: fotografía tomada en sentido Nilo - Ricaurte, donde se observan las características generales del tramo de vía curva, pendiente, estado bueno, doble sentido de circulación, sin demarcación horizontal línea central continua amarilla y sin señalización vertical. En este sentido se desplazaba el Vehículo No 2 MOTOCICLETA.



Fotografía No.3 Plano General: fotografía tomada en sentido Nilo - Ricaurte, donde se observan las características generales del tramo de vía curva, pendiente, estado bueno, doble sentido de circulación, sin demarcación horizontal línea central continua amarilla y sin señalización vertical. En este sentido se desplazaba el Vehículo No 2 MOTOCICLETA.



Fotografía No.4 Plano General fotografía tomada en sentido Nilo - Ricaurte, donde se observan las características generales del tramo de vía curva, pendiente, estado bueno, doble sentido de circulación, sin demarcación horizontal línea central continua amarilla y sin señalización vertical. En este sentido se desplazaba el Vehículo No 2 MOTOCICLETA.



Fotografía No.5 Plano General: fotografía tomada en sentido Ricaurte – Nilo, donde se observan las características generales del tramo de vía curva, pendiente, estado bueno, doble sentido de circulación, sin demarcación horizontal línea central continua amarilla y sin señalización vertical. En este sentido se desplazaba el Vehículo No 1 AUTOMÓVIL.



Fotografía No.6 Aérea: fotografía tomada en sentido Ricaurte – Nilo, donde se observan las características generales del tramo de vía curva, pendiente, estado bueno, doble sentido de circulación, sin demarcación horizontal línea central continua amarilla y sin señalización vertical. En este sentido se desplazaba el Vehículo No 1 AUTOMÓVIL.



Fotografía No.7 Plano General: fotografía tomada en sentido Ricaurte – Nilo, donde se observan las características generales del tramo de vía curva, pendiente, estado bueno, doble sentido de circulación, sin demarcación horizontal línea central continua amarilla y sin señalización vertical. En este sentido se desplazaba el Vehículo No 1 AUTOMÓVIL.



Fotografía No.8 Plano General: fotografía tomada en sentido Ricaurte – Nilo, donde se observan las características generales del tramo de vía curva, pendiente, estado bueno, doble sentido de circulación, sin demarcación horizontal línea central continua amarilla y sin señalización vertical. En este sentido se desplazaba el Vehículo No 1 AUTOMÓVIL.

Nota 1: La asistencia al lugar de los hechos se realizó el 15 de junio de 2022 por parte del equipo investigativo de IRS VIAL SAS.

En la siguiente tabla se describen las características de la vía.

CARACTERÍSTICAS	Tramo de vía Ricaurte – Nilo km 7 + 000, coordenadas 4.2789424,-74.68583
ÁREA, SECTOR	<i>Rural, municipal, residencial</i>
GEOMETRICAS	<i>curva, pendiente 3° positivo hacia Ricaurte</i>
UTILIZACIÓN	<i>Doble sentido</i>
CALZADAS	<i>Una</i>
CARRILES	<i>Dos</i>
MATERIAL	<i>Asfalto</i>
ESTADO	<i>bueno</i>
CONDICIONES Y TIEMPO	<i>Seca,</i>
ILUMINACIÓN	<i>Noche, madrugada</i>
CONTROLES Y SEÑALES	<i>Demarcación horizontal línea central continua amarilla, sin demarcación vertical</i>

TABLA No. 1

2.4 VEHÍCULOS:

Las características técnico-mecánicas de los vehículos, son consideradas en el presente análisis. Sin embargo, el aspecto más importante a observar radica en la ubicación de los daños sobre su estructura; variables que permitirán identificar la severidad del impacto y la posición relativa al momento del impacto.

La severidad del impacto está determinada por la magnitud del daño (dimensiones transversales, longitudinales y de profundidad), su ubicación (lo cual determina la rigidez de la estructura deformada) y el elemento que sirve de esfuerzo para producir el daño.

VEHÍCULO No. 1: AUTOMÓVIL, RENAULT SANDERO, modelo 2021, color plata, placa GWN773.



Imagen No. 5: En esta imagen se observa las características generales de un vehículo similar al involucrado en el siniestro motivo de investigación

A continuación, se describen las características técnico-mecánico del vehículo No.1.

CONDUCTOR	MAICOL RICARDO VARON PEÑA
IDENTIFICACIÓN	CC 1110498626
EDAD	30 AÑOS
LICENCIA	A2, B1,C1, Suspendida(28/12/2021)

TABLA No. 2

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 1 AUTOMÓVIL, RENAULT SANDERO
SERVICIO	<i>Particular</i>
OCUPANTES	0
DIMENSIONES	<p><i>Largo 4,07 m</i> <i>Ancho 1,73 m</i> <i>Alto 1,53 mm</i> <i>Distancia Ejes 2,59 m</i></p> <p>https://www.renault.com.co/vehiculos/sandero/equipamientos.html</p>
PESO TOTAL	1200 - 1300 kg

TABLA No. 3

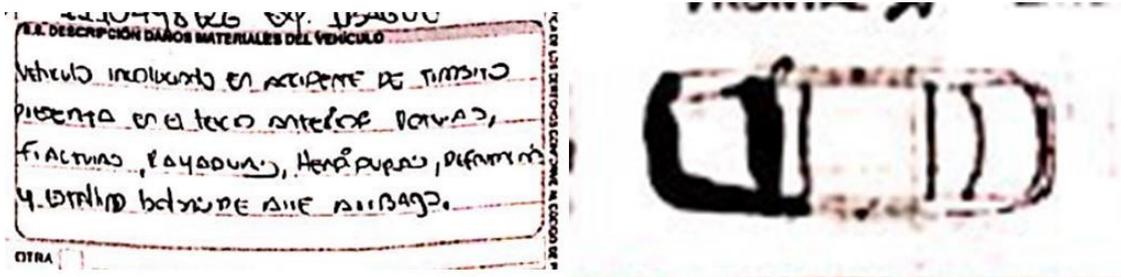


Imagen No. 6: En esta imagen se aprecia el diagrama del informe de la autoridad, donde hacen referencia a la zona de daños y descripción de estos. (presenta en el tercio anterior roturas, fracturas, rayaduras, hendiduras, deformación y estallido bolsa de aire airbags).

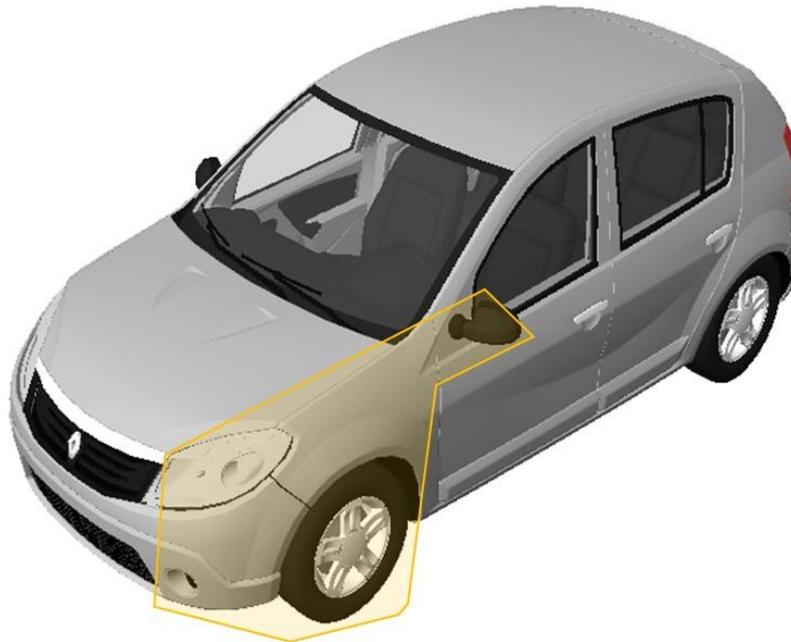


Imagen No.7: En esta imagen basada en los reportes se resalta la zona de daños y evidencias en el vehículo. Software Trimble Forensic Reveal.



Fotografía No.9: En esta imagen se observa los daños en el vehículo en donde se aprecia daños guardafango izquierdo, farola izquierda, capó, paragolpes delantero.



Fotografía No.10: En esta imagen se observa los daños en el vehículo en donde se aprecia daños guardafango izquierdo, farola izquierda, capó, paragolpes delantero.

VEHÍCULO No. 2: MOTOCICLETA, BAJAJ DISCOVER 125, modelo 2019, color rojo/negro, placa TTY10E.



Imagen No. 8: En esta imagen se observa las características generales de un vehículo similar al involucrado en el siniestro motivo de investigación

A continuación, se describen las características técnico-mecánico del vehículo No.2.

CARACTERÍSTICAS		VEHÍCULO No. 2 MOTOCICLETA, BAJAJ DISCOVER 125
SERVICIO		<i>Particular</i>
OCUPANTES / CARGA		-
DIMENSIONES		<i>Largo 1,94 m</i> <i>Ancho 0,75 m</i> <i>Alto: 1,07 m</i> <i>Distancia entre ejes: 1,23 m</i> https://colombia.globalbajaj.com/es-co/brands/boxer/boxer-ct-125
PESO TOTAL		180 - 200 kg

TABLA No. 5

CONDUCTOR	BRAYAN STIVEN VELA RAMIREZ
IDENTIFICACIÓN	CC 1003811162
EDAD	25 años
LICENCIA	A2, Activa

TABLA No. 4

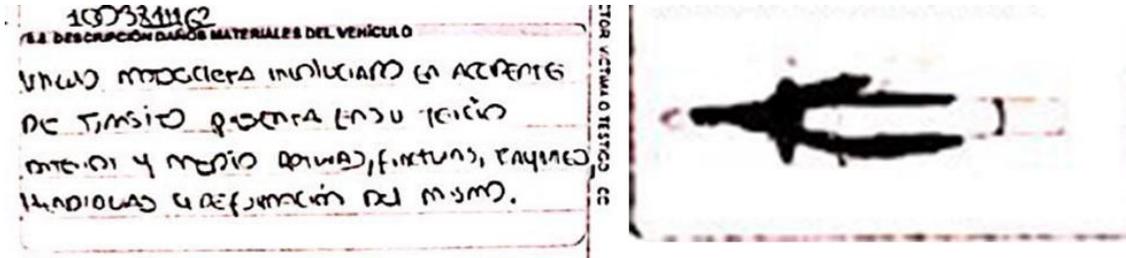


Imagen No. 9: En esta imagen se aprecia el diagrama del informe de la autoridad, donde hacen referencia a la zona de daños y descripción de estos. (presenta en su tercio anterior y medio roturas, fracturas, rayones, hendiduras y deformación del mismo).

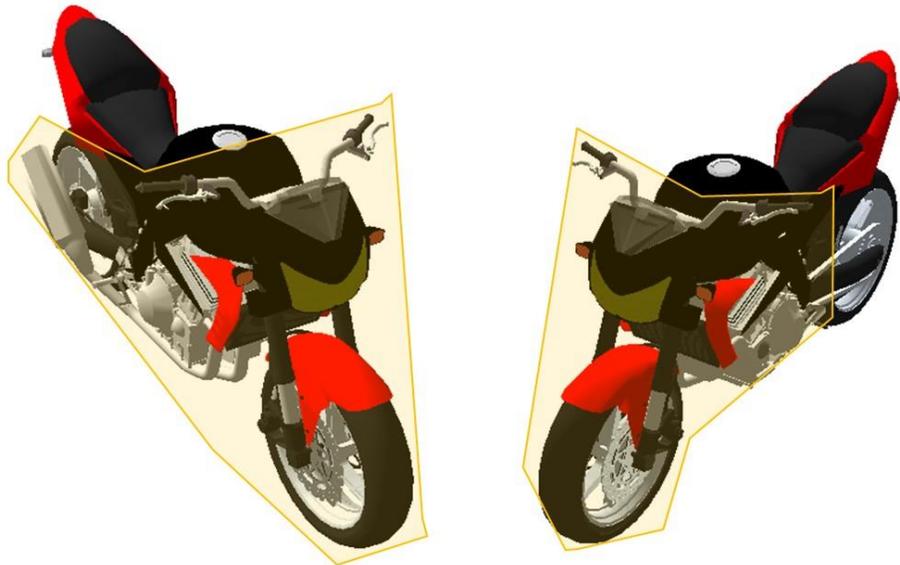
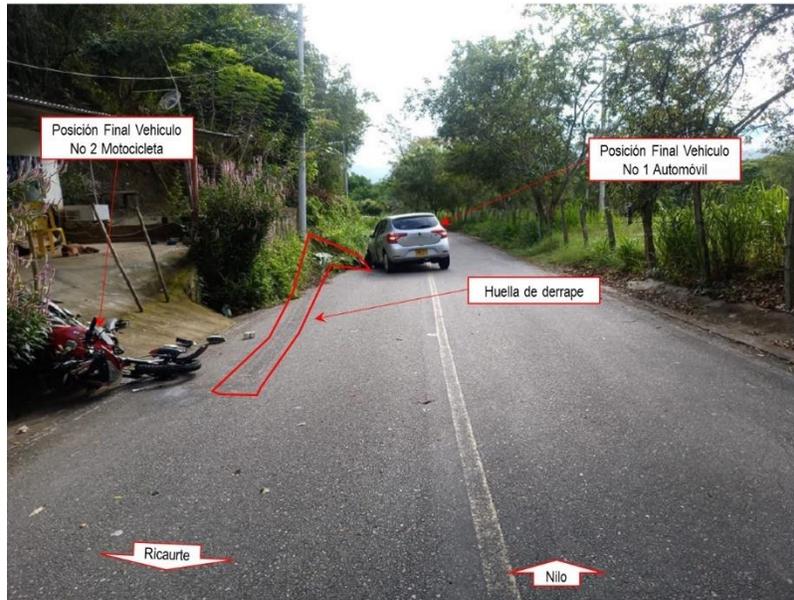


Imagen No.10: En esta imagen basada en los reportes se resalta la zona de daños y evidencias en el vehículo. Software Trimble Forensic Reveal.



Fotografía No.11: En esta imagen se observa los daños en el vehículo en donde se aprecia daños en el tercio anterior a medio.



Fotografía No.12: En esta imagen se observan las posiciones finales de los involucrados.



Fotografía No.13: En esta imagen se observan las posiciones finales de los involucrados.

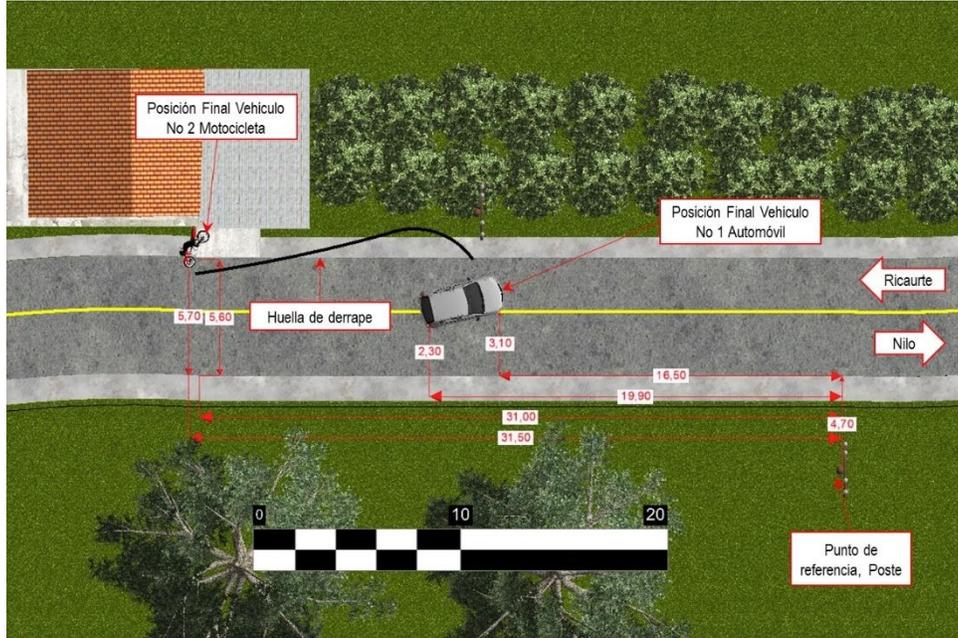


Imagen No. 12: En esta imagen vista en planta se observa la elaboración a escala del evento en el software Trimble Forensic Reveal.

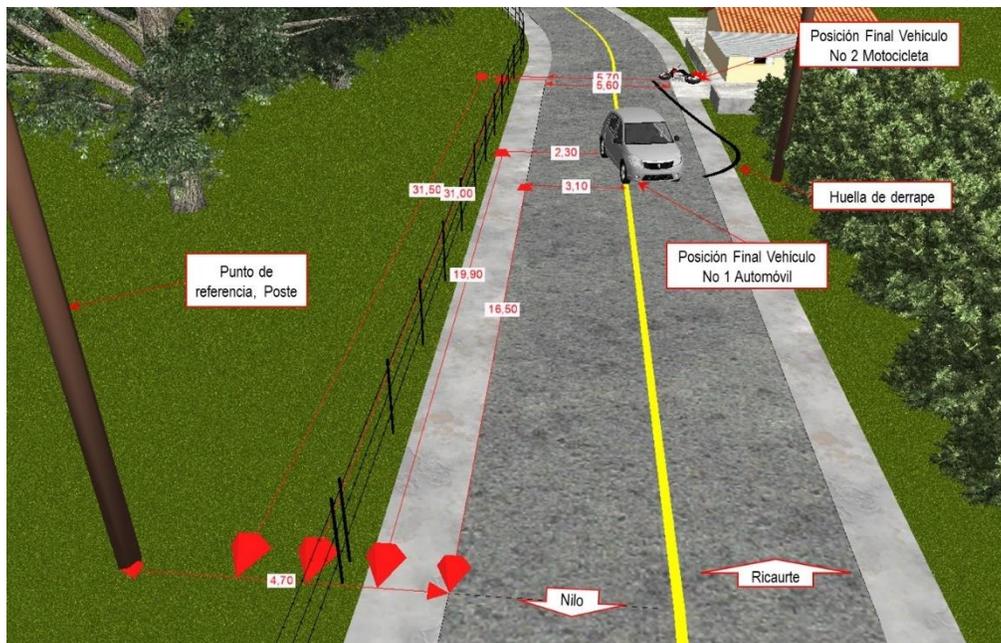


Imagen No. 13: En esta imagen vista en 3D se observa la elaboración a escala del evento en el software Trimble Forensic Reveal.

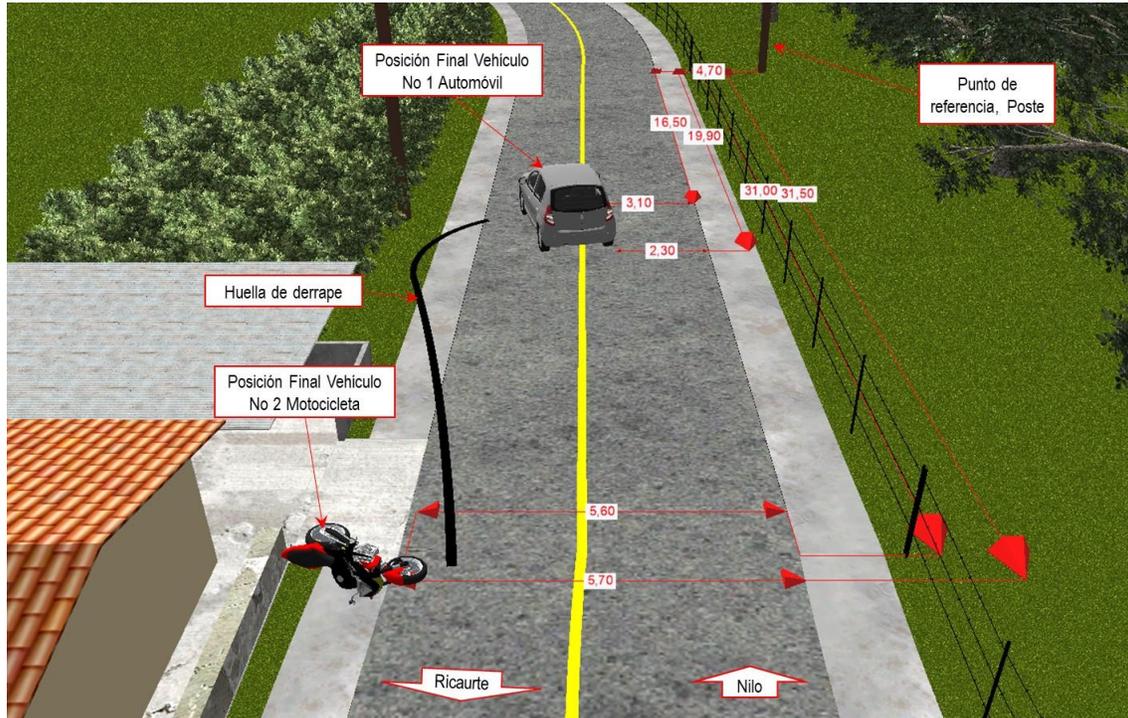


Imagen No. 14: En esta imagen vista en 3D se observa la elaboración a escala del evento en el software Trimble Forensic Reveal.

2.6 VICTIMAS:

Producto del siniestro se reporta una (01) persona lesionada:

No.	NOMBRES	DATOS
1	BRAYAN STIVEN VELA RAMIREZ , conductor del Vehículo No 2 MOTOCICLETA	CC 1003811162, 25 años, <i>fractura de tibia y peroné y laceraciones en diferentes partes del cuerpo.</i>

TABLA No. 6

2.7 VERSIÓN:

- Sr. Maicol Ricardo Varón Peña *conductor del vehículo No.1 Automóvil.*

PREGUNTA: ¿Es usted tan amable y me recuerda su nombre completo? **RESPUESTA:** Maicol Ricardo Varón Peña **PREGUNTA:** ¿Su número de identificación? **RESPUESTA:** 1110498626 **PREGUNTA:** ¿Lugar de residencia? **RESPUESTA:** Ibagué Tolima **PREGUNTA:** ¿Dirección? **RESPUESTA:** Manzana B casa 12 Villa Camila el salado **PREGUNTA:** ¿Cuántos años tienes don Maicol? **RESPUESTA:** 31 **PREGUNTA:** ¿Tiene un número de celular o fijo donde lo podamos contactar? **RESPUESTA:** si claro 3229097466 **PREGUNTA:** ¿Don Maicol es usted tan amable y me regaló un relato breve y conciso de cómo sucedieron los hechos? **RESPUESTA:** sí señora, claro, el día 27 de mayo del 2021, pues venía hacia el sitio de trabajo que es la escuela de soldados profesionales en Nilo Cundinamarca y aproximadamente a unos 20 kilómetros, perdón unos 8 o 9 kilómetros del punto, pues en una curva donde yo venía sale una motocicleta a cortar lo que es la curva y pues me, yo venía relativamente bastante espacio porque era una curva, yo salgo en el carro y él al cortar la curva, entonces me accidenta porque es que eso está claro porque él fue el que me activa los airbag, entonces a lo que se activa el airbag el carro sigue y en la posición y el croquis cómo está, está totalmente claro que yo venía por mi carril y pues él es el que me impacta, digámoslo así, me activa los airbag y ya después de activado los airbag, uno pierde el control del carro, el carro sigue hacia un poste y ahí fue donde pues fue el daño mayor, digamos del vehículo **PREGUNTA:** ¿Al momento del accidente usted se encontraba solo o en compañía? **RESPUESTA:** yo me encontraba solo, venía solo a laborar **PREGUNTA:** ¿Me recuerdas en qué parte sufrió los daños al vehículo? **RESPUESTA:** el vehículo del golpe lo recibió en la parte derecha, perdone izquierda delante y sector de la puerta y el espejo **PREGUNTA:** ¿Recuerda cómo eran las condiciones climáticas ese día? **RESPUESTA:** un día normal **PREGUNTA:** ¿seco? **RESPUESTA:** sí estaba, pues lo que si la ahora eran aproximadamente las 5:00 h de la mañana, como le indico venía a laborar, todavía no estaba totalmente claro, estaba totalmente oscuro **PREGUNTA:** ¿Cómo califica usted la está la vía donde se presentó el accidente bueno, malo o regular? **RESPUESTA:** pues la vía como usted puede observar

ahorita en el desplazamiento que realizó es compleja porque igual tiene daños en diferentes partes y la curva, pues son bastantes curvas estrechas donde son solamente un solo carril **PREGUNTA:** ¿De pronto alcanzó usted hacer alguna señalización al motociclista, digamos que había alcanzado a pitar un cambio luz, algo para alentarle a él? **RESPUESTA:** no, la verdad no, porque igual peso se fue de un momento a otro, porque es que yo salgo, usted ahorita lo puede notar, uno sale la de la curva y recibe el impacto, no la verdad de lo de rápido que venía a cortar la curva, porque no se puede tener la visibilidad de lo que sale de la curva **PREGUNTA:** ¿De pronto deseas agregar algo más que para ti sea importante? **RESPUESTA:** pues no, de todas maneras y que no los procedimientos correspondientes de su caso inmediatamente, pues la policía llegó y pues se verificó también lo del después de sólo del informe de policía que estaba todo, pues respecto a la norma que se hizo el respectivo procedimiento se realizó la prueba de alcoholemia respectiva, todo lo normal lo del caso y pues no agregó nada más, pues que fue pues obviamente un accidente no lo busca ninguna de las dos partes, y pues debido a la curva y al exceso de velocidad del motociclista **PREGUNTA:** ¿Don Maicol ustedes des que ahora se encontraba conduciendo? **RESPUESTA:** no, pues yo ese día venía de mi casa, venía de Ibagué **PREGUNTA:** ¿pero desde que horas más o menos? **RESPUESTA:** no llevaba más de 50 minutos conduciendo

3. ANÁLISIS FORENSE DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO

El enfoque forense de la reconstrucción de accidentes de tránsito consiste en la utilización de técnicas avanzadas de análisis forense y calculo analítico, partiendo de las evidencias físicas recolectadas del accidente y teniendo en cuenta el vehículo, la vía y el hombre, desde una óptica holística es posible determinar la posición relativa de los involucrados antes, al momento y después del impacto, la secuencia del accidente, las causas que lo generaron y realizar un análisis de evitabilidad.

3.1 POSICIÓN RELATIVA DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DEL IMPACTO.

Teniendo en cuenta las evidencias diagramadas en el croquis, la dinámica del accidente, el lugar de impacto en los vehículos, el estado final, daños y evidencias, las posiciones finales de los vehículos, se obtiene la posición relativa al momento del impacto en cualquier punto del área de 2,0 m x 1,0 m color naranja, ubicada en el centro de la calzada.

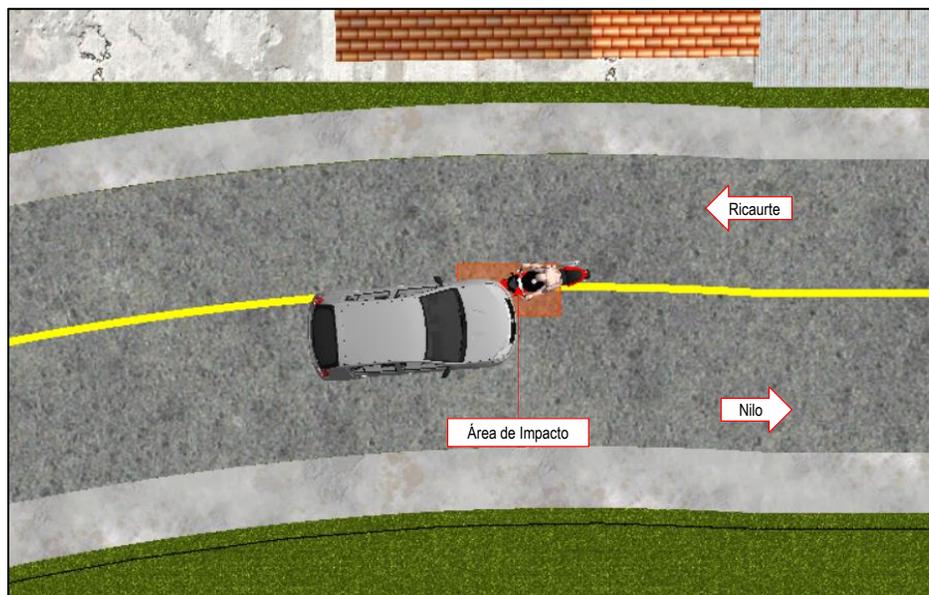


Imagen No. 15: En esta Imagen se muestra la posición relativa de los involucrados al momento del impacto, y el área de color naranja de 2,0 m x 1,0 m, el impacto se presenta en cualquier punto de esta, ubicada en el centro de la calzada.

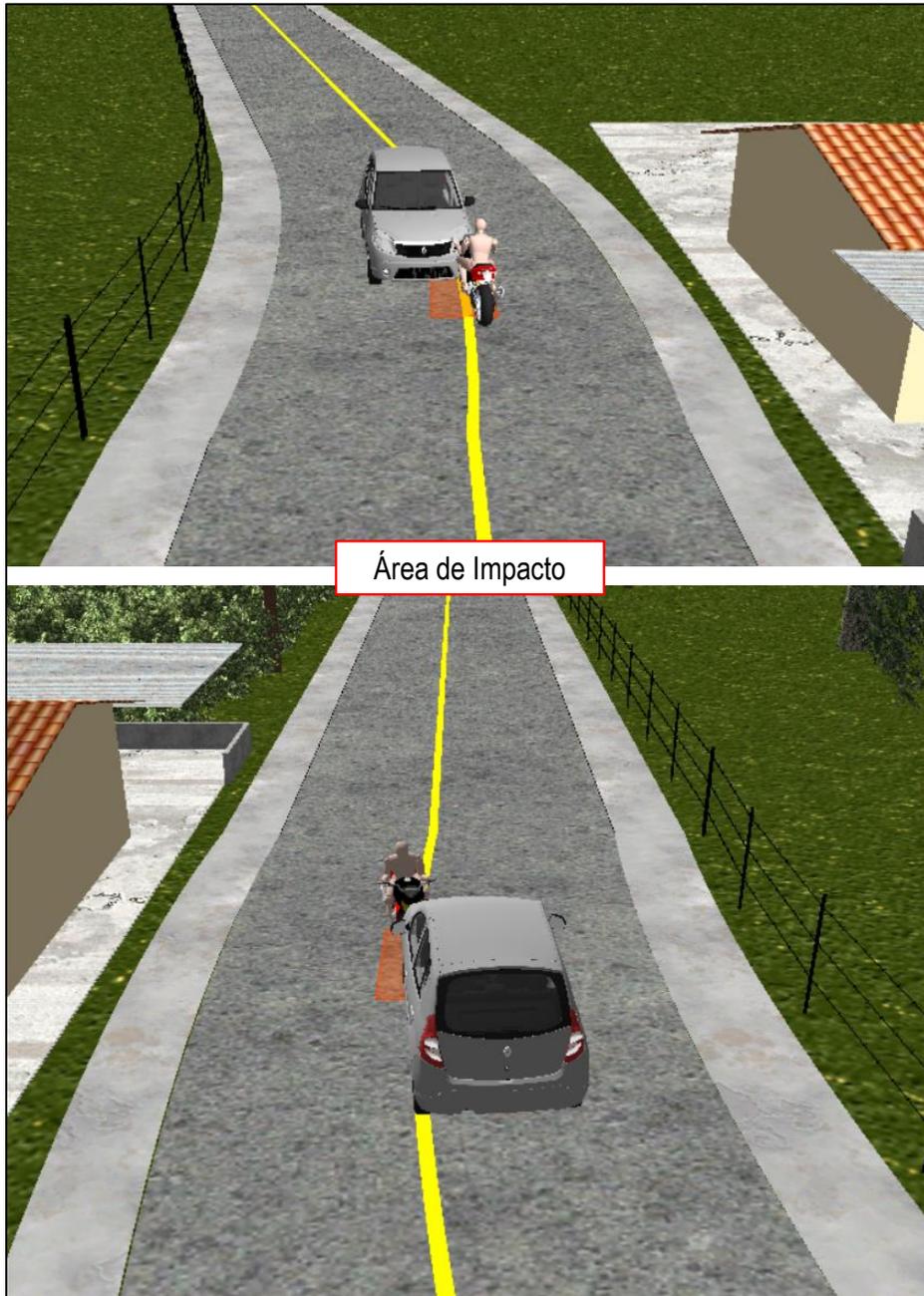


Imagen No. 16: En esta Imagen se muestra la posición relativa de los involucrados al momento del impacto, y el área de color naranja de 2,0 m x 1,0 m, indica que el impacto se presenta en cualquier punto de esta área, ubicada en el centro de la calzada, elaborada en el software Trimble Forensic Reveal.

3.2 DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS.

Uno de los aspectos principales de la investigación y la reconstrucción está vinculado con la determinación objetiva de la velocidad de circulación de los vehículos, momentos previos al accidente, el lugar de la vía donde ocurre el impacto y la posición relativa de los vehículos, la secuencia de movimiento después del impacto y el análisis de evitabilidad. La valoración de estos interrogantes permitirá conocer la o las causas que desencadenaron el hecho.

Conceptos básicos: teóricos-físicos.

La deducción analítica de la velocidad de circulación de los vehículos, la secuencia y dinámica del accidente se basa en la utilización del método científico como METODOLOGÍA y técnicas de reconstrucción de accidentes de tránsito fundamentadas en **MODELOS FÍSICOS** como leyes de conservación, leyes de cinemática y dinámica, que tengan en cuenta las principales variables que intervienen en el siniestro, e involucre los parámetros que determinan la ocurrencia del mismo, además se tuvo en cuenta las siguientes condiciones:

- El área de impacto y la posición relativa se localizaron teniendo en cuenta las trayectorias que seguían los vehículos antes, los daños que presentaron, las posiciones finales y las evidencias en la vía, después de analizar y realizar cálculos, lugares diferentes no dieron resultados físicamente posibles, y por tal motivo se descartan.
- La región donde se produjo el impacto y hasta donde se detuvieron los vehículos es curva, pendiente asfalto, bueno.
- Después del impacto el vehículo No 1 Automóvil se detiene por el rozamiento de sus llantas con el asfalto, el vehículo No.2 Motocicleta por efecto del impacto y posterior vuelco hacia la derecha.

- Los coeficientes de rozamiento efectivo¹ después del impacto que se usaron para realizar los cálculos se tomaron de tal forma que involucraran todo el proceso de detención de los vehículos descrito anteriormente, una desaceleración entre 4,90m/s² y 5,88 m/s² para el Automóvil.
- Las técnicas² para determinar los valores de EES para cada vehículo son:
 - a. Comparación a partir de pruebas controladas de laboratorio (Crash Test).
 - b. Realizar mediciones de los daños y utilizar algoritmo de cálculo.
 - c. A partir del daño medido y la utilización de la curva velocidad – deformación y/o fuerza – desplazamiento.
 - d. Utilización de Redes de energía.
 - e. Por comparación con catálogos EES, el cual contiene fotos de vehículos siniestrados, categorizados por modelos y gravedad de colisión, esto permite ver rápidamente si el EES del impacto estimado es razonable, con base a una comparación visual del daño.
- Un proceso de frenada de emergencia se calcula teniendo en cuenta un tiempo de reacción del conductor entre uno coma cinco (1,5 s) y dos coma cero (2,0 s) segundos, la desaceleración del vehículo durante la frenada es uniforme con un *coeficiente de rozamiento* mínimo de $\mu=0,6$ y máximo de $\mu=0,7$ el vehículo No.1 Automóvil y mínimo de $\mu=0,45$ y máximo de $\mu=0,65$ para el vehículo No.2 Motocicleta.
- Los cálculos se realizan con la herramienta *IRS® Calculator*, hoja de cálculo en Excel, en la cual se ingresan las fórmulas de los modelos físicos utilizados, herramienta elaborada por la Dirección Forense de IRS VIAL SAS.

NOTA 5: Los resultados del análisis y los cálculos aquí hechos dependen en su totalidad de la información recibida; sin embargo, los rangos usados para los diferentes parámetros se han escogido de manera que incluyan lo que en realidad sucedió.

¹ Coeficiente de rozamiento efectivo significa que se tienen en cuenta todos los factores que influyen en la desaceleración de los vehículos, impactos posteriores, estado de la vía, pendiente y rotación de las llantas (bloqueadas, libres o aceleradas).

² Accident Reconstruction Guidelines, Pan-European Co-ordinated Accident and Injury Databases, PENDANT, 2004, page 96.

3.2.1 CALCULO DE LA VELOCIDAD RELATIVA INICIAL Y EL ΔV DE LOS VEHÍCULOS A PARTIR DE LA TÉCNICA EES.

Para los cálculos se definió como vehículo 1 Automóvil y el vehículo 2 Motocicleta.

$$V_{R1} = \sqrt{V_{R2}^2 + \frac{2\Delta E}{m^*}} \quad (1)$$

V_{R1} = Velocidad relativa inicial: entre 56 y 70 km/h.

V_{R2} = Velocidad relativa final: entre 5 km/h y 10 km/h.

m^* = masa reducida

$$m^* = \frac{m_1 * m_2}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

$$\Delta E = \frac{1}{2} m_1 * EES_1^2 + \frac{1}{2} m_2 * EES_2^2 \quad (3)$$

$$\Delta V_1 = \sqrt{\frac{2Em_2}{m_1 * (m_1 + m_2)}} \quad (4)$$

$$\Delta V_2 = \sqrt{\frac{2Em_1}{m_2 * (m_1 + m_2)}} \quad (5)$$

ΔV : Cambio de velocidad del vehículo durante el impacto.

E: Energía total absorbida por los dos vehículos debido a la deformación.

m_1 : masa del vehículo 1: entre 1200 y 1300 kg

m_2 : masa del vehículo 2: entre 180 y 200 kg.

EES_1 = Velocidad equivalente de Energía del vehículo No. 1: entre 15 y 20 km/h.

EES_2 = Velocidad equivalente de Energía del vehículo No. 2: entre 35 y 40 km/h.

Se obtiene un ΔV para el vehículo No.1: entre 7,4 y 9,2 km/h.

Se obtiene un ΔV para el vehículo No. 2: entre 48,5 y 60,6 km/h.

IRS® Calculator			
Calculo de ΔV y Vr a partir de estimación de EES			
Masa del vehiculo 1	1250	1200	1300
EES minimo V1	15 km/h		
EES máximo V1	20 km/h		
Masa del vehiculo 2	190	180	masa reducida 200 164,93
EES minimo V2	35 km/h		
EES máximo V2	40 km/h		
Velocidad relativa final minima	5 km/h		
Velocidad relativa final máxima	10 km/h		

Resultados			
Energia mínima del vehiculo 1	10851		
Energia máxima del vehiculo 1	19290		
Energia mínima del vehiculo 2	8980		
Energia máxima del vehiculo 2	11728		
Energia total minima	19830		
Energia total máxima	31019		
		ΔV Vehiculo 1	
		mínimo	7,4
		máximo	9,2
		ΔV Vehiculo 2	
		mínimo	48,5
		máximo	60,6
		Velocidad relativa inicial mínima	56,0
		Velocidad relativa inicial máxima	70,5

Imagen No. 17: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta IRS® Calculator.

3.2.2 VELOCIDAD DE ACUERDO CON LA DISTANCIA RECORRIDA DESDE EL IMPACTO HASTA DÓNDE SE DETIENE COMPLETAMENTE

$$V_v = \left[-t + \left(t^2 + \frac{2d_A}{\mu g} \right)^{1/2} \right] \mu g \quad (6)$$

- V_v: Velocidad del vehículo Automóvil: entre 35 y 43 km/h.
- μ: Coeficiente de rozamiento efectivo entre μ=0,5 y μ=0,6
- g: Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s²
- d_A: Distancia total recorrida por el vehículo, entre 16,0 y 18,0 m.
- t: Tiempo de respuesta del conductor del vehículo, se estima entre 0,4s y 0,5s.

IRS® Calculator					
VELOCIDAD DE ACUERDO A LA DISTANCIA RECORRIDA Y FACTOR DESACELERACIÓN HASTA QUE SE DE TIENE COMPLETAMENTE					
DISTANCIA MINIMA	d min (m)		16,0		
DISTANCIA MAXIMA	d max (m)		18,0		
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MINIMO	μ min		0,50		
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MAXIMO	μ max		0,60		
TIEMPO DE RESPUESTA MINIMO	tr min (seg)		0,4		
TIEMPO DE RESPUESTA MAXIMO	tr max (seg)		0,5		Grados
PENDIENTE DE LA VIA	%		5,23	0,05	2,99
RESULTADOS					
BAJANDO					
VELOCIDAD MINIMA		9,83	35		km/h
VELOCIDAD MAXIMA		11,90	43		km/h

Imagen No. 18: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta *IRS® Calculator*.

3.2.3 VELOCIDAD RELATIVA INICIAL DE ACUERDO CON LA VELOCIDAD INICIAL DE CADA VEHÍCULO Y AL ÁNGULO QUE FORMAN AL MOMENTO DEL IMPACTO

$$V_{ri}^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 V_2 \cos\theta \quad (7)$$

V_{ri} : Velocidad relativa de impacto: entre 56 y 70 km/h.

V_1 : Velocidad de impacto de la Automóvil: entre 42 y 52 km/h.

V_2 : Velocidad inicial de impacto del Motocicleta: entre 14 y 19 km/h.

Angulo que forman las velocidades al momento del impacto: entre 5° y 10° para el Automóvil y 180° para la Motocicleta.

VELOCIDAD RELATIVA INICIAL						
IRS® Calculator		$\alpha 1i$	$\alpha 2i$	V1	v2	IRS® Calculator
	$\alpha 1i$ (°) min	$\alpha 2i$ (°) min	V1i (km/h)min	V2i (km/h)min	$\alpha 1i$ (°) min	$\alpha 2i$ (°) min
	5	180	42	14	0,09	3,14
	$\alpha 1i$ (°) máx	$\alpha 2i$ (°) máx	V1i (km/h)máx	V2i (km/h)máx	$\alpha 1i$ (°) máx	$\alpha 2i$ (°) máx
	10	180	52	19	0,17	3,14
RESULTADO						
Velocidad Relativa	Vr min	56,0		56,0		
	Vr max	70,8		70,5		

Imagen No. 19: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta *IRS® Calculator*.

3.2.4 DISTANCIA QUE REQUIERE UN VEHÍCULO PARA DETENERSE Y QUE SE DESPLAZA A UNA VELOCIDAD V_v .

$$D_T = \frac{V_v^2}{2\mu g} + t_r V_v \quad (8)$$

D_T : Distancia total recorrida.

g : Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s²

V_v : Velocidad del vehículo.

t_r : tiempo de reacción

μ : Coeficiente de rozamiento entre las llantas del vehículo y el piso.

IRS® Calculator		IRS® Calculator	
DISTANCIA TOTAL DE PARADA AUTOMÓVIL			
VELOCIDAD MINIMA INICIAL	Vo min (km/h)	42	11,7
VELOCIDAD MAXIMA INICIAL	Vo max (km/h)	52	14,4
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MINIMO	μ min	0,6	
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MAXIMO	μ max	0,7	
TIEMPO DE REACCION MINIMO	tr min (seg)	1,5	
TIEMPO DE REACION MAXIMO	tr max (seg)	2,0	Radianes
PENDIENTE DE LA VIA	%	5,24	0,05
			Grados
			3,00
RESULTADOS			
	distancia de reacción	distancia de frenado	Distancia total
BAJANDO			
DISTANCA MINIMA	18,1 m	12,2 m	30,3 m
DISTANCA MAXIMA	29,9 m	22,3 m	52,2 m
IRS® Calculator		IRS® Calculator	
DISTANCIA TOTAL DE PARADA MOTOCICLETA			
VELOCIDAD MINIMA INICIAL	Vo min (km/h)	14,0	3,89
VELOCIDAD MAXIMA INICIAL	Vo max (km/h)	19,0	5,28
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MINIMO	μ min	0,45	
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MAXIMO	μ max	0,65	
TIEMPO DE REACCION MINIMO	tr min (seg)	1,5	
TIEMPO DE REACION MAXIMO	tr max (seg)	2,0	Radianes
PENDIENTE DE LA VIA	%	5,24	0,05
			Grados
			3,00
RESULTADOS			
	distancia de reacción	distancia de frenado	Distancia total
SUBIENDO			
DISTANCA MINIMA	5,3 m	0,7 m	6,0 m
DISTANCA MAXIMA	9,5 m	1,8 m	11,4 m

Imagen No. 20: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta IRS® Calculator.

4. SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO

Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento se plantea la secuencia probable, en donde: el vehículo No.1 **AUTOMÓVIL** se desplazaba sentido Ricaurte – Nilo, a una velocidad al momento del impacto comprendida entre cuarenta y dos (**42 km/h**) y cincuenta y dos (**52 km/h**) kilómetros por hora, y el vehículo No.2 **MOTOCICLETA** se desplazaba en sentido Nilo – Ricaurte entre catorce (**14 km/h**) y diecinueve (**19 km/h**).

El conductor de la Motocicleta se encontraba transitando por el centro de la calzada cuando se da el impacto con el Automóvil, posteriormente el automóvil continua su trayectoria marcando una huella de derrape hasta detenerse en posición final, mientras la Motocicleta producto del contacto comienza un proceso de vuelco y retroceso hacia la derecha hasta ubicarse en posición final, no se cuenta con información que permita establecer la dinámica del conductor de la Motocicleta posterior al contacto así como su posición final.

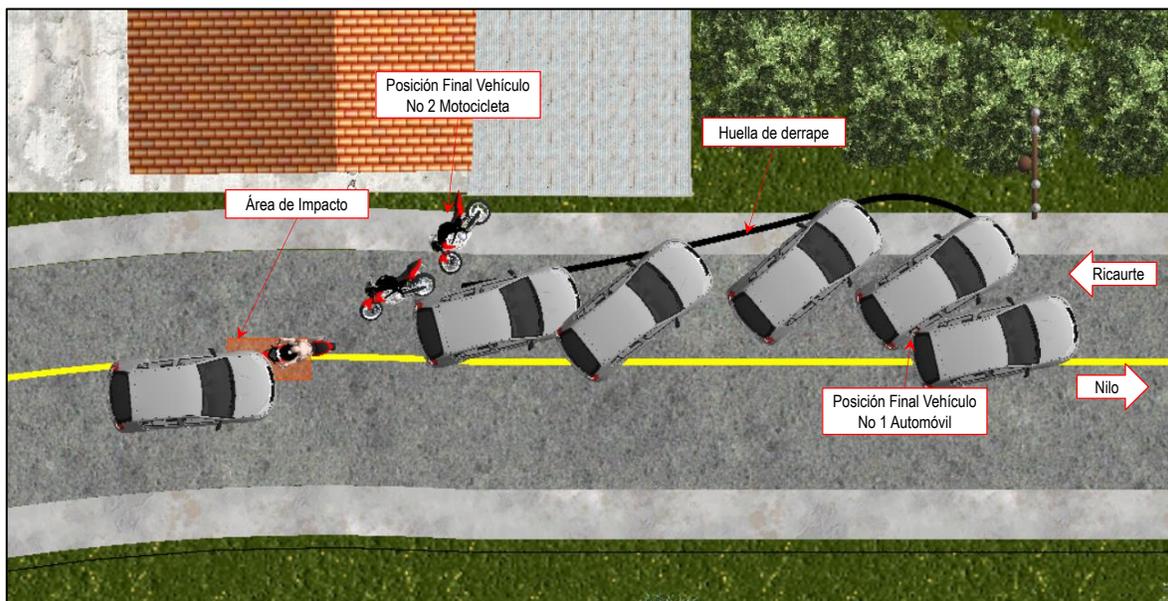


Imagen No. 21: En esta imagen, vista en planta se observa la secuencia del accidente, nótese el sentido de desplazamiento de los vehículos, el área de impacto de color naranja. Elaborada en el software Trimble Forensic Reveal.



Imagen No. 22: En esta imagen, vista en planta se observa la secuencia del accidente, nótese el sentido de desplazamiento de los vehículos, el área de impacto de color naranja y sus desplazamientos hasta sus posiciones finales. Elaborada en el software Trimble Forensic Reveal.

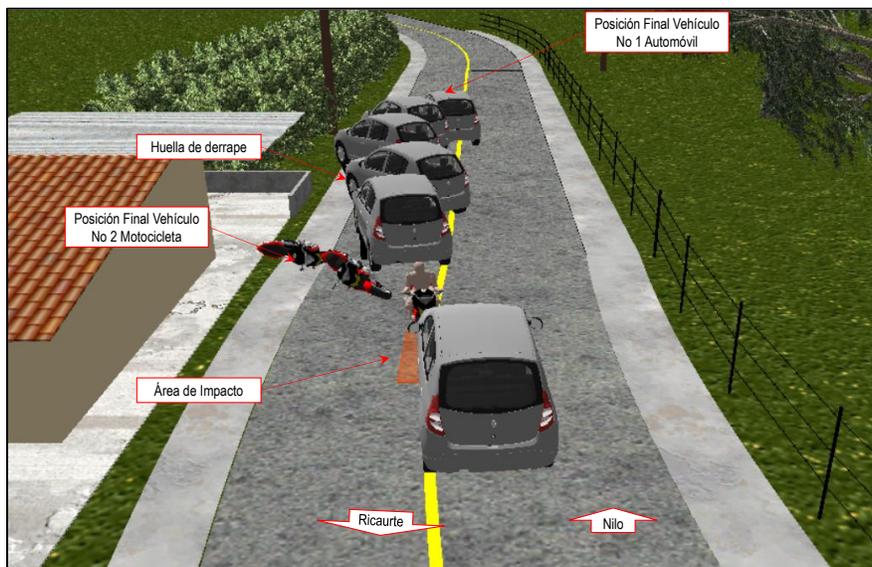


Imagen No. 23: En esta imagen en 3D, se observa la secuencia del accidente, nótese el sentido de desplazamiento de los vehículos, el área de impacto de color naranja. Elaborada en el software Trimble Forensic Reveal

5. ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.

En la generación de todo accidente, se vinculan causas relacionadas con la APTITUD y ACTITUD de los conductores, con el estado de la vía y del vehículo.

Por evitabilidad se entiende el análisis realizado a la secuencia del accidente, en las condiciones específicas del mismo, que permita determinar si los conductores de los vehículos durante su proceso de conducción una vez percibido el riesgo, podían o no realizar maniobras FÍSICAMENTE posibles que le permitieran evitarlo, teniendo en cuenta las normas establecidas, la visibilidad, tiempos de reacción, estado de los vehículos, etc.

Cuando un conductor percibe un riesgo, inician una serie de eventos, procesos, que se desarrollan con el único fin de evitar el peligro o hacerlo menos grave, estos procesos dependen de aspectos dinámicos, anímicos, conductuales, siendo los más usados las maniobras evasivas hacia izquierda o derecha, así como el proceso de frenada de emergencia. Para analizar la EVITABILIDAD del accidente se describe a continuación un proceso normal de maniobra de emergencia, el cual es aproximadamente como sigue: El conductor observa el peligro, a partir de este instante transcurren aproximadamente entre uno coma cinco segundos (1,5 s) y dos coma cero (2,0s) segundos³, en aplicar los frenos o realizar alguna maniobra, por ejemplo girar; si se elige por la frenada, al actuar los frenos, las llantas disminuyen su velocidad de giro, y si se pisa fuertemente el pedal se pueden bloquear las llantas, por lo que el vehículo finalmente se desplaza un trayecto frenando con llantas a punto de bloquearse o deslizando antes de detenerse totalmente, en este último caso es posible que quede marcada una huella de frenada, si se elige la maniobra de giro el vehículo se desviará en la trayectoria que el conductor le dé a la dirección, y dependiendo del ángulo el vehículo solamente cambiará de dirección sin derrapar lateralmente.

³ Tiempo de reacción normal para un conductor atento en condiciones ambientales nocturnas.

En los anteriores procesos se involucran dos distancias recorridas por el vehículo, primero la distancia que recorre el vehículo durante el tiempo de reacción del conductor, llamada distancia de reacción **dR**, y segundo la distancia que recorre el vehículo durante la frenada **dF**, la distancia total de parada **dT**, es la suma de las dos, es decir, **dT = dR + dF**; Es importante anotar que cuando se bloquean las llantas se pierde maniobrabilidad en la conducción.

VELOCIDAD	Distancia de Reacción dR	Distancia de Frenado dF	Distancia Total de frenado dT
VEHÍCULO No.1			
AUTOMÓVIL Entre 42 y 52 km/h	Entre 18,1 y 29,9 m	Entre 12,2 y 22,3 m	Entre 30,3 y 52,2 m
VEHÍCULO No.2			
MOTOCICLETA Entre 14 y 19 km/h	Entre 5,3 y 9,5 m	Entre 0,7 y 1,8 m	Entre 6,0 y 11,4 m

TABLA No. 7

El hecho que analiza la evitabilidad del accidente radica en determinar en qué lugar se encontraba cada vehículo cuando podía percibir al otro como riesgo, y así realizar las maniobras tendientes a evitar el contacto entre ellos, maniobras como frenar o girar.

Dados los análisis anteriores se tiene que el vehículo No 1 Automóvil, se encontraría ubicado a una distancia del orden entre los 18,1 y 29,9 m previo la zona de impacto, mientras el vehículo No 2 Motocicleta, se encontraría ubicado a una distancia del orden entre 5,3 y 9,5 m previo al impacto.

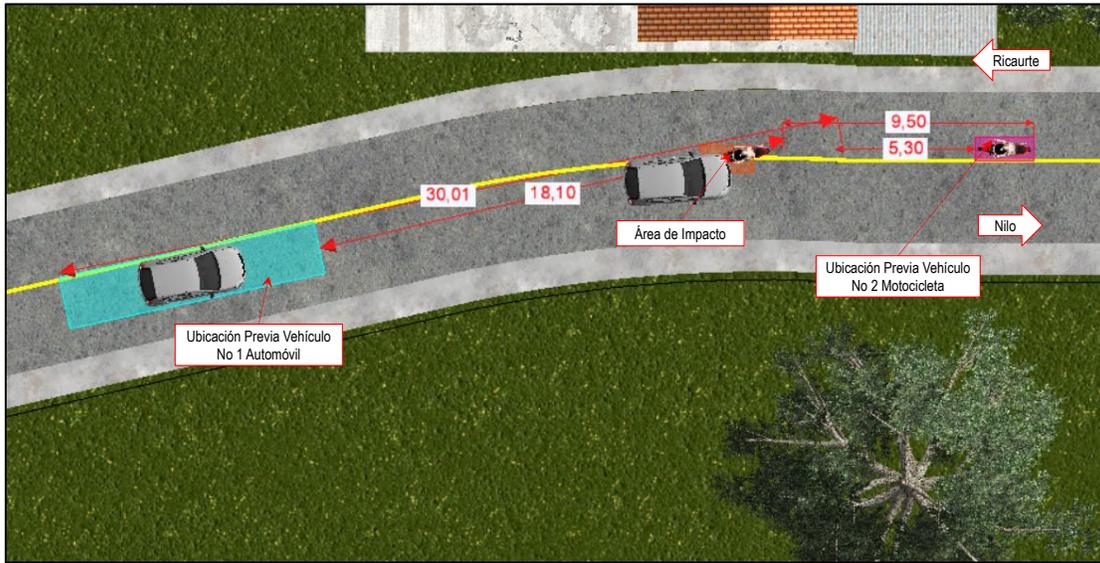


Imagen No.28: En esta imagen, se observa el área de ubicación relativa entre los vehículos involucrados 1,5s y 2,0s antes del área de impacto. Elaborada en el software Trimble Forensic Reveal.

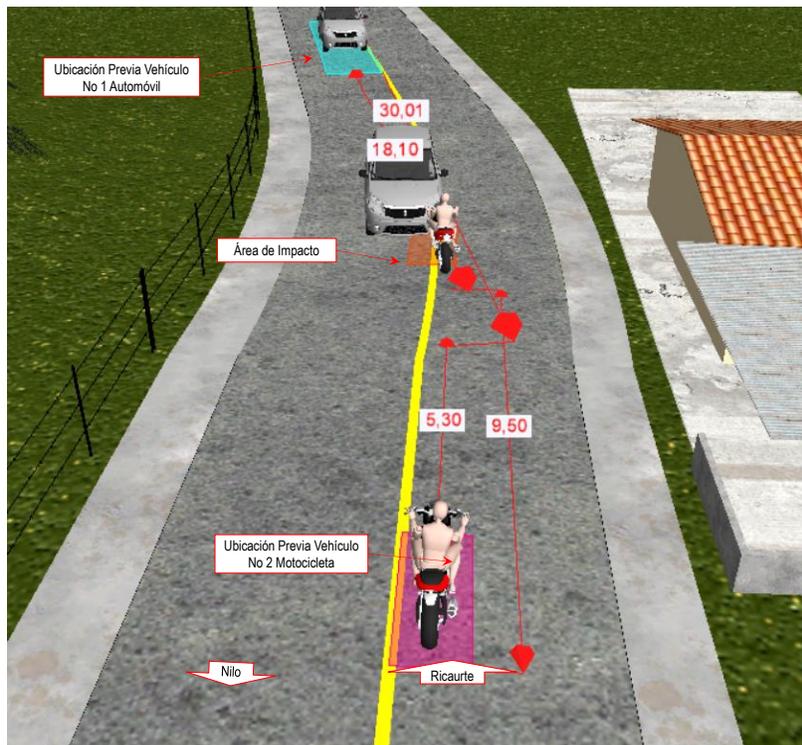


Imagen No.29: En esta imagen, se observa el área de ubicación relativa entre los vehículos involucrados 1,5s y 2,0s antes del área de impacto. Elaborada en el software Trimble Forensic Reveal



Imagen No.30: En esta imagen, se observa el área de ubicación relativa entre los vehículos involucrados 1,5s y 2,0s antes del área de impacto. Elaborada en el software Trimble Forensic Reveal.

Del anterior análisis se obtiene que los conductores encontrarían en su campo visual a su contrario.

El conductor de la motocicleta no habría tomado las precauciones para transitar por la zona, transitando por el centro de la calzada y posiblemente no se encontraba atento a los elementos presentes en la vía.

6. HALLAZGOS:

- a) Los resultados del análisis hecho son una primera aproximación compatibles con el modelo físico utilizado, en particular con: las evidencias en la vía, las posiciones finales, los daños que se presentaron y las lesiones de la víctima.
- b) La construcción del bosquejo en 3D se basa en el reporte de la autoridad de tránsito y en el registro de rastros y evidencias aportados.
- c) La cota no 3 relacionada en el Croquis no guarda relación con las características del vehículo No 2 Motocicleta.
- d) En el IPAT se plantea como hipótesis de ocurrencia de los hechos para el vehículo No.1 AUTOMÓVIL la 157 Otra “Invasión de carril”.
- e) El área de 2,0 m x 1,0 m color naranja representa la posición relativa de los involucrados al momento del impacto, ubicada en el centro de la calzada.
- a) El tramo de vía Ricaurte – Nilo km 7 + 000 donde se presentó el accidente es una curva, pendiente, de material asfalto, se encontraba seca, sin iluminación, demarcación horizontal línea central amarilla continua y sin señalización vertical.
- f) En atención a la posición relativa instantes previos a los hechos los conductores encontrarían en su campo visual a su contrario.
- g) El conductor de la motocicleta instantes previos a los hechos se encontraría transitando sobre el centro de la calzada.
- h) No se cuenta con información técnica que permita establecer una falla en los rodantes tal que conllevara a los hechos.
- i) De acuerdo con el reporte de la autoridad los conductores involucrados presentaron embriaguez negativa al momento de los hechos
- j) Es relevante mencionar que en la medida que sea suministrada para análisis información técnica y objetiva sobre el evento es posible ratificar, ampliar los resultados del presente informe y reducir los rangos de variables utilizadas.

-
- k) Los resultados obtenidos poseen un rango o margen de incertidumbre como consecuencia del análisis objetivo de la evidencia recopilada y el error sistemático que se puede llegar a presentar en el proceso investigativo, ante las falencias que se pueden llegar a presentar en cuanto a la fijación de la evidencia en el lugar de los hechos.
- n) Las versiones sobre el evento que fueron plasmadas en el presente informe, hacen parte del proceso investigativo y de contextualización de este, pero no se constituyen como elementos objetivos de juicio, ni herramientas para la realización de cálculos numéricos o planteamiento de la dinámica del accidente.

7. CONCLUSIONES:

7.1 Secuencia:

1. Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento se plantea la secuencia PROBABLE⁴, en donde: el vehículo No.1 AUTOMÓVIL se desplazaba sentido Ricaurte – Nilo, a una velocidad al momento del impacto comprendida entre cuarenta y dos (42 km/h) y cincuenta y dos (52 km/h) kilómetros por hora, y el vehículo No.2 MOTOCICLETA se desplazaba en sentido Nilo – Ricaurte entre catorce (14 km/h) y diecinueve (19 km/h).

2. El conductor de la Motocicleta se encontraba transitando por el centro de la calzada cuando se da el impacto con el Automóvil, posteriormente el automóvil continua su trayectoria marcando una huella de derrape hasta detenerse en posición final, mientras la Motocicleta producto del contacto comienza un proceso de vuelco y retroceso hacia la derecha hasta ubicarse en posición final, no se cuenta con información que permita establecer la dinámica del conductor de la Motocicleta posterior al contacto así como su posición final.

7.2 Factor vehículo:

No se cuenta con información que permita determinar que se hayan presentado fallas mecánicas en los vehículos involucrados antes de la ocurrencia del accidente.

7.3 Factor vía:

Las características de la vía, diseño, estado, señalización y demarcación no fueron factores generadores de la causa del accidente.

⁴ Probable hace alusión a un resultado enmarcado dentro de un margen lógico, basado en un análisis objetivo de evidencias con sustento técnico-científico que soporta el resultado obtenido, es decir, la secuencia y dinámica planteadas es la más probable desde la óptica forense, una diferente no sería consistente con la evidencia y las leyes de la física.

8.4 Factor humano:

1. La velocidad del vehículo No.1 AUTOMÓVIL (42 - 52 km/h) es superior a 30 km/h, velocidad máxima permitida en el tramo vía donde se presentó el accidente.
2. La velocidad del vehículo No.2 MOTOCICLETA (14 - 19 km/h) es inferior a 30 km/h, velocidad máxima permitida en el tramo vía donde se presentó el accidente.
3. Basados en el análisis FORENSE realizado, se establece que la causa⁵ fundamental del accidente de tránsito obedece al vehículo No. 2 MOTOCICLETA al transitar por el centro de la calzada y ocupar una zona del carril contrario.

Nota 3: Para la introducción de este informe pericial en un proceso penal y/o civil como elemento material probatorio y su sustentación en audiencia por parte de los peritos firmantes, es necesaria la comunicación a la dirección forense de IRS VIAL S.A.S para su autorización.

⁵ CAUSA desde la óptica de la SEGURIDAD VIAL, es decir, se determinan los factores que de alguna forma originan riesgos viales, relacionados con el factor humano, la vía y los vehículos, no corresponden a juicios de valor o responsabilidad.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

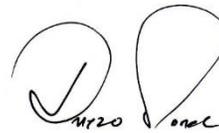
1. Investigation Traffic Accident Manual. University Northwestern Institute Traffic. Stannard Baker & Lynn Fike.
2. "Vehicular response to emergency braking", Walter S. Reed. University of Texas at Austin. A. Taner Keskin. ALFA Engineering, Inc. (Society of Automotive Engineers document number: SAE 879501.
- 3." Motor Vehicle Accident Reconstruction and Cause Analysis, Rudolf Limpert, Fifth Edition, 1999, Lexis Publishing.
4. "Friction Applications in Accident Reconstruction" by Warner et al. (Society of Automotive Engineers document number: SAE 830612).
5. "Vehicular Deceleration and Its Relationship to Friction" Walter S. Reed. University of Texas at Austin. A. Taner Keskin. ALFA Engineering, Inc. (Society of Automotive Engineers document number: SAE 870936).
6. Energy Basis for Collision Severity. Environmental Activities Staff, Kenneth L. Campbell, General Motors Corp. SAE 740565.
7. A method for Quantifying Vehicle Crush Stiffness Coefficients James A. Neptune, George Y. Blair y James E. Flynn. Blair, Church & Flynn Consulting Engineers, SAE 920607.
8. A Method for Determining Accident Specific Crush Stiffness Coefficients, James A. Neptune y James E. Flynn J₂ Engineering. Inc. SAE 940913.
9. Delta V: Basic Concepts, Computational Methods and Misunderstandigs. Ric. D Robinette, Richard J. Fay y Rex E. Paulsen. Fay Engineering Corp. SAE 940915.
11. "Perception/reaction time values for accident reconstruction", Michael J., OH Philip H. Cheng, John F. Wiechel, S.E.A., Inc., Columbus, OH Dennis A. Guenther Ohio State Univ., Columbus, OH, SAE 890732.
12. "Motorcycle Slide to Stops Tests" by Christopher J. Medwell, Joseph R. McCarthy, Michael T. Shanahan, SAE document number 970963.

14. Seventeen Motorcycle Crash Tests into Vehicles and a Barrier, Kelley S. Adamson Gregory C. Anderson, Peter Alexander Ralph Aronberg, Raymond P, Robinson and Gary M. Johnson J., Rolly Kinney, Kinney, Claude I. Burkhead, III David W. Sallmann, John McManus, SAE document number 2002-01-0551.

15. Motorcycle Accident Reconstruction”. Kenneth S Obenski, Paul F Hill, Eric S Shapiro and Jack C Debes. Lawyers & Judges Publishing Company, Inc, 2007.



David Jiménez Vidales
Ingeniero Mecánico



Diego M López Morales
Físico Forense

NOTA 4 Cada uno de los peritos forenses que firman el presente informe técnico pericial de reconstrucción de accidentes de tránsito, autoriza expresamente al otro individualmente a comparecer ante los estrados judiciales para sustentar en audiencia de juicio oral el contenido de este.

David Jiménez Vidales

- Ingeniero Mecánico. Escuela Colombiana de Carreras Industriales 2012
- Especialización en Gerencia de Mantenimiento. Escuela Colombiana de Carreras Industriales 2013
- Capacitación en Homogenización de Peritos 1. CESVI COLOMBIA S.A. 2014.
- Inspección y Valoración de Motos CESVI COLOMBIA S.A. 2015
- Capacitación en Seguridad Vial recibida en, CESVI COLOMBIA S.A., en temas de reconstrucción de accidentes de tránsito, manejo preventivo, campañas en prevención vial y relevamiento de datos en accidentes de tránsito. 200 horas. 2016.
- Capacitación en el manejo de Vista FX, software especializado para la Reconstrucción de Accidentes de Tránsito y fotogrametría. 2016
- Capacitación en estudio de mecánica de colisión como herramienta para el estudio de accidentes de tránsito 20 horas. 2016.
- Peritación de Camiones Nivel 1 y 2 Cesvi Colombia 2020
- Criterios de Inspección de Vehículos Cesvi Colombia 2020
- Experiencia de 5 años en Reconstrucción de Accidentes de Tránsito, donde ha realizado más de 500 casos de Reconstrucción a nivel Nacional. 2016 – 2021 Cesvi Colombia.

Ms Diego Manuel López Morales

- Físico y Magíster en ciencias Físico Matemáticas
- Físico Forense Investigador y Reconstructor de accidentes de tránsito.
- Físico Forense - Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 1994 - 2005.
- Centro Internacional Forense FCI, exdirector Forense FCI. 2005 – 2007.
- Reconstructor de más de 4500 accidentes de tránsito.
- Perito experto en las cortes de Colombia.
- Docente Universitario, autor de artículos sobre accidentología y seguridad vial.
- Certificado como PERITO FORENSE AVANZADO en hechos de Tránsito, Organización Internacional de Accidentología Vial OIAV, Certificado DEKRA ISO/IEC 17024 -2012. PFT 0010
- Miembro NAPARS (National Association of Professional Accident Reconstruction Specialists).