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

INVESTIGACIÓN FORENSE . RECONSTRUCCIÓN . SEGURIDAD VIAL

VEHÍCULO No. 1: MOTOCICLETA, BAJAJ PULSAR NS200, modelo 2022, color negro, placa **YED 33F.**

VEHÍCULO No. 2: CAMIONETA, FORD EXPLORER XLT, modelo 2022, color plata, placa **KRX 424.**

INFORME No. 240334604

Bogotá D.C., abril 8 de 2024

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: 12
2.4 MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO: 24
2.5 VICTIMAS: 38
2.6 VERSIONES: 39
3. ANÁLISIS FORENSE DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO. 41
3.1 POSICIÓN RELATIVA DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DEL IMPACTO. 41
3.2 DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DEL VEHÍCULO. 43
4. SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO 51
5. ANÁLISIS DE EVITABILIDAD. 54
6. HALLAZGOS 59
7. CONCLUSIONES: 61
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 63

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 Lenovo Procesador Intel(R) Core (TM) i5-4460T CPU @ 1.90GHz.
3. Software Trimble Forensic Reveal – Licenses Manager - IRS VIAL SAS.
4. Drone Dji Mini 3
5. 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) Cuatro (4) fotografías a color del lugar de los hechos.
b) Doce (12) fotografías del estado final de los vehículos.
c) Dieciséis (16) fotografías del día de los hechos.
d) Informe policial de accidentes de tránsito.

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 29 de febrero de 2024, a las 21:58 horas, en la carrera 24 con calle 52B sur (4.5762627, -74.1320784), en área urbana de la ciudad de Bogotá.

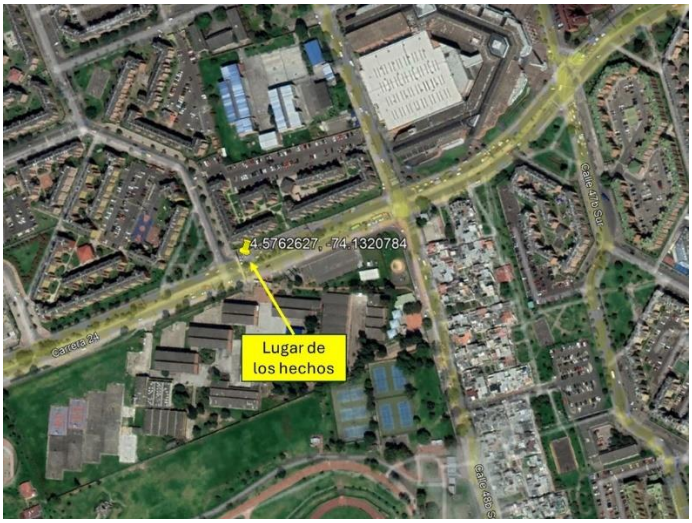


Imagen No 1: En esta imagen se aprecia la ubicación geográfica del lugar de los hechos (fuente Google Earthpro).

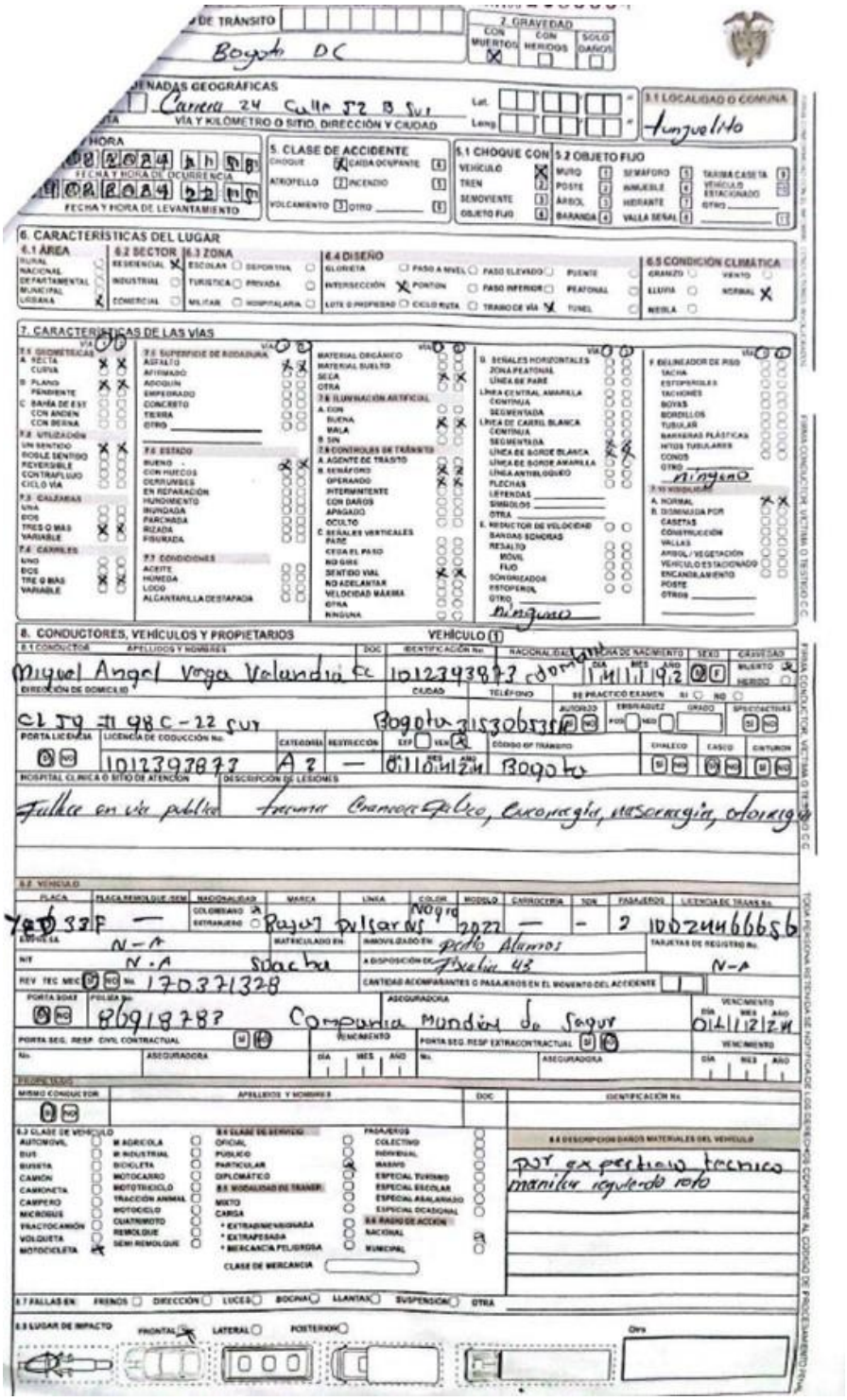


Imagen No. 2: En esta imagen se aprecia la primera hoja del informe de la autoridad.

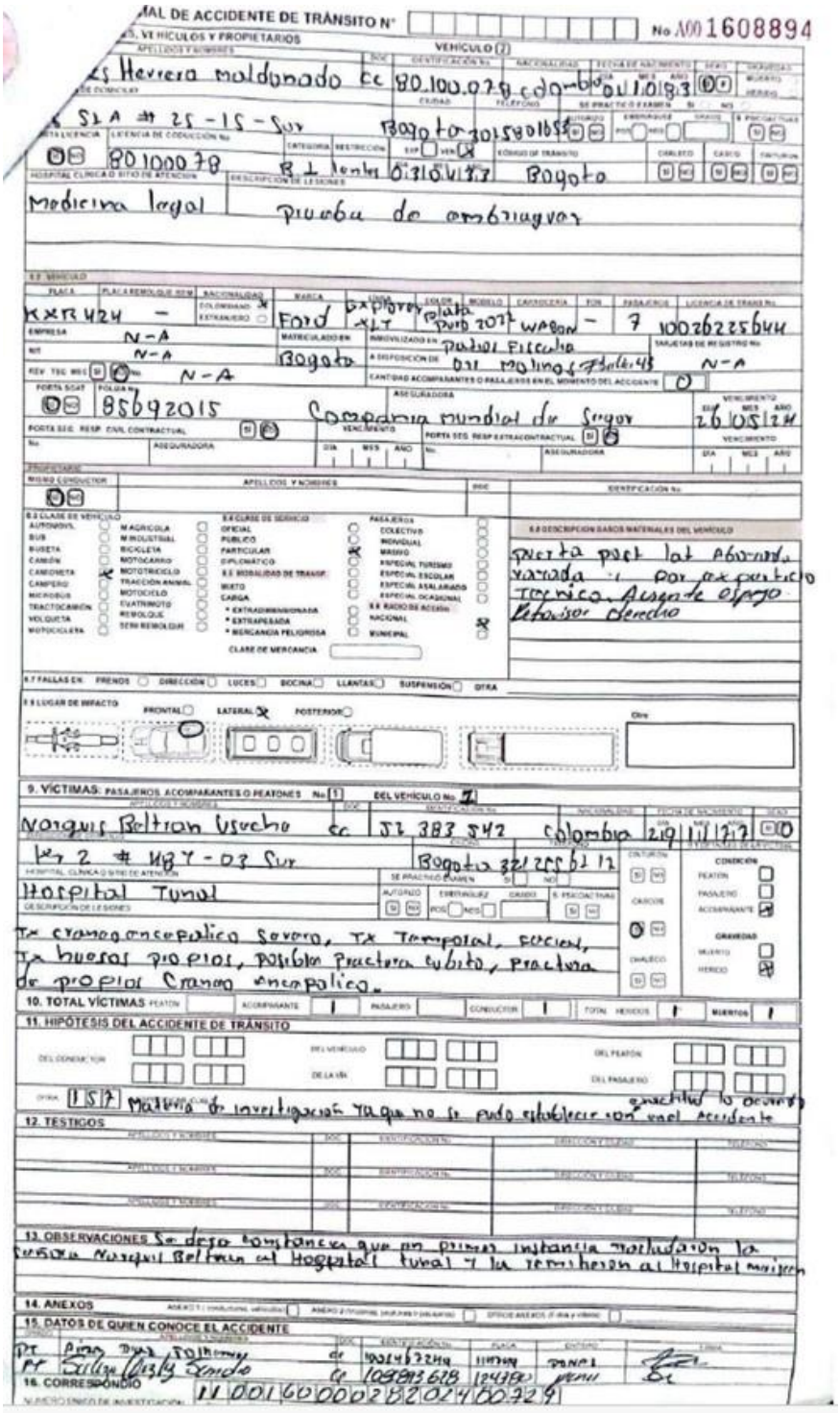
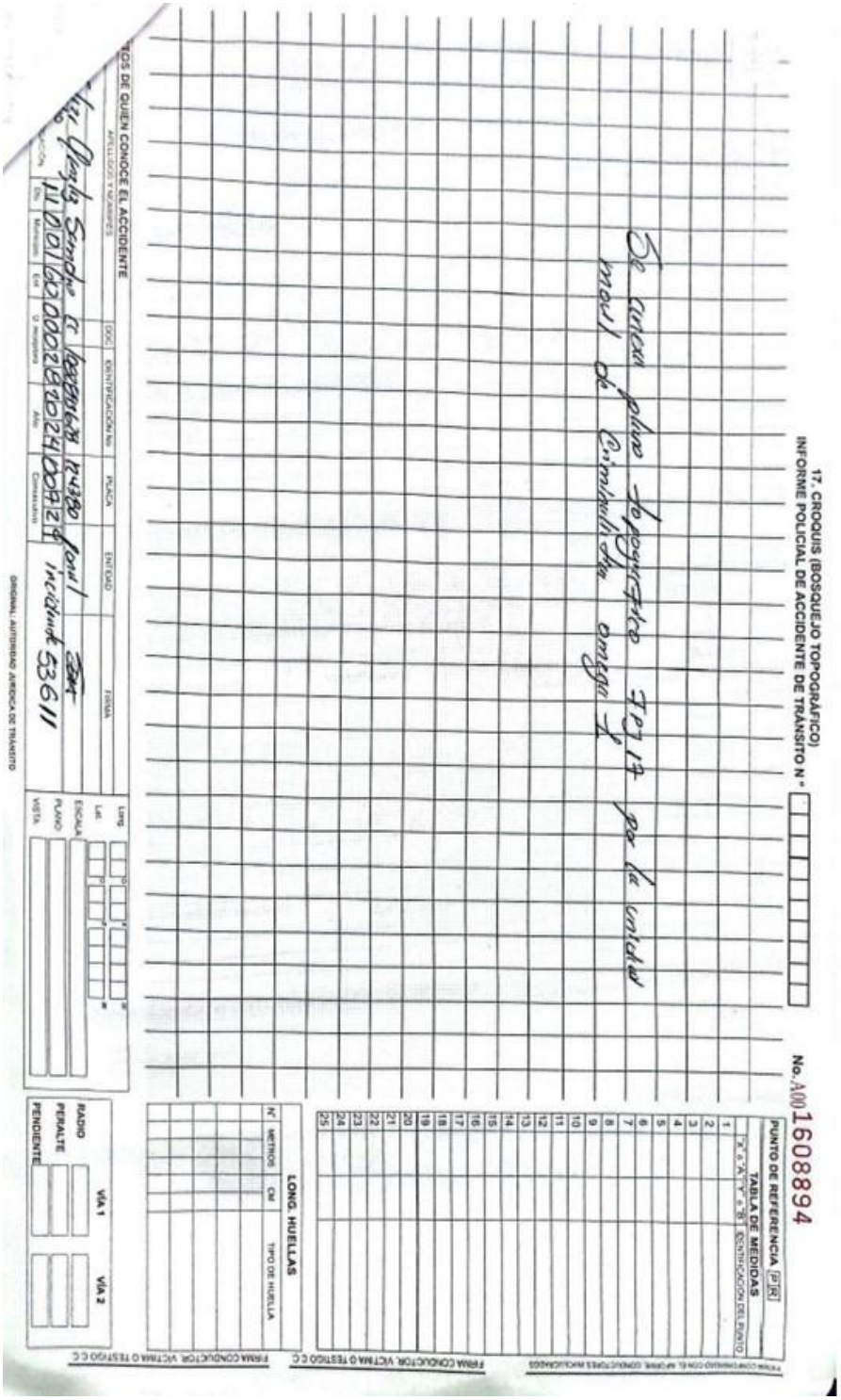


Imagen No. 3: En esta imagen se aprecia la segunda hoja del informe de la autoridad.



17. CROQUIS (BOSQUEJO TOPOGRÁFICO)
INFORME POLICIAL DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO N°

No. A001608894

Se cuenta con fotografía por la unidad propiedad de Criminalística origen F.

PUNTO DE REFERENCIA

TABLA DE MEDIDAS

LONG. HUELLAS

VÍA 1

VÍA 2

DATOS DE QUIEN CONOCE EL ACCIDENTE

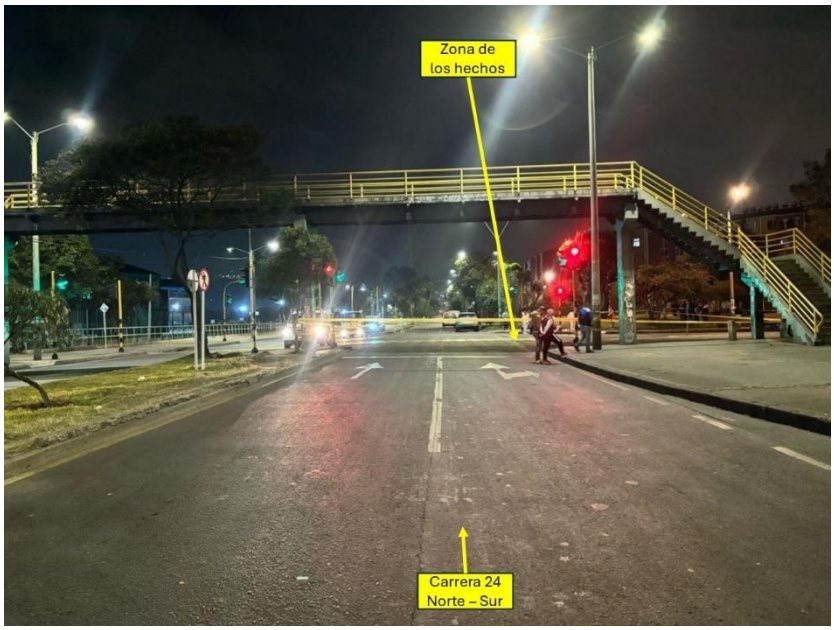
ORIGINAL - AUTORIDAD JURÍDICA DE TRÁNSITO

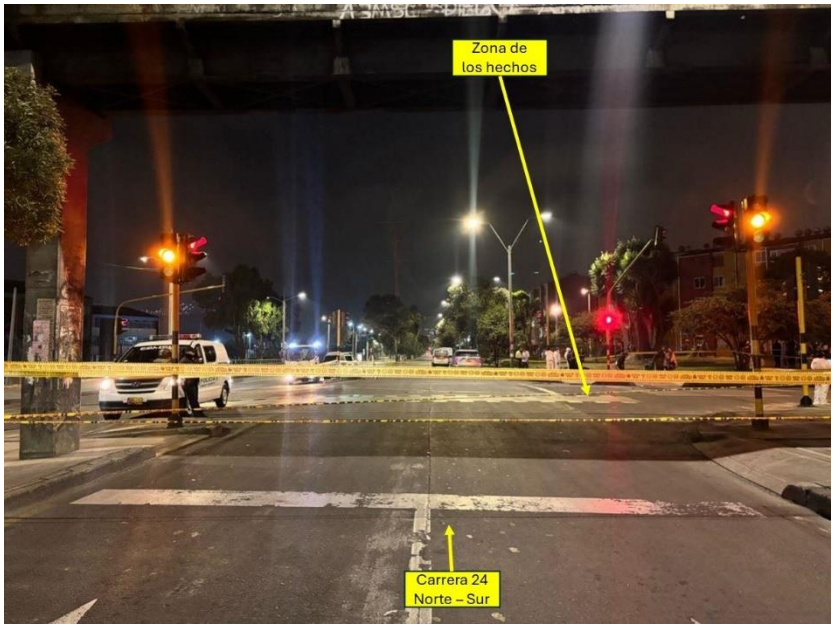
Imagen No. 4: En esta imagen se aprecia la tercera hoja del informe de la autoridad.

2.2 LA VÍA:

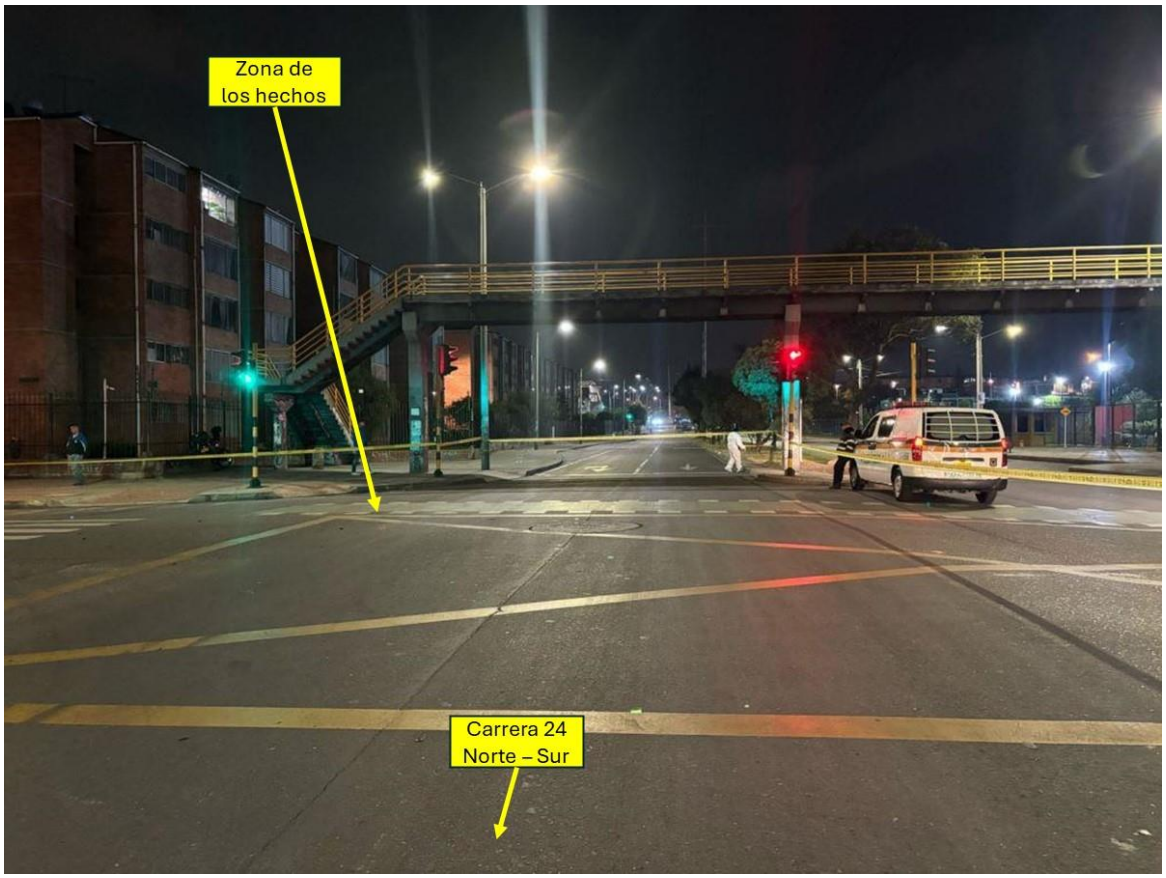
Las condiciones y características de la vía donde se produce el accidente de tránsito se aprecian en las fotografías No. 1 a la 4 así como en la tabla No. 1.

Fotografía No. 1 <u>Panorámica</u>: En esta fotografía tomada por el equipo de IRS Vial en sentido norte – sur en la carrera 24 entre calles 48B sur y calle 52B sur, se aprecian las características generales de la vía, en la cual se encuentra demarcación horizontal de línea blanca segmentada y líneas de borde, sin señalización vertical; en este sentido se desplazaban los vehículos.





Fotografía No. 2 <u>Panorámica</u>: En estas fotografías tomadas por el equipo de IRS Vial en sentido norte – sur en la carrera 24 con calle 52B sur, se aprecian las características generales de la vía, en la cual se encuentra demarcación horizontal de línea blanca continua, líneas de borde, flechas indicadoras de sentido, línea de pare, sin señalización vertical, con semáforo operando; en este sentido se desplazaban los vehículos.



Fotografía No. 3 <u>Panorámica</u>: En esta fotografía tomada por el equipo de IRS Vial en sentido sur - norte en la carrera 24 con calle 52B sur, se aprecian las características generales de la vía, en la cual se encuentra demarcación horizontal de línea antibloqueo, sin señalización vertical.

NOTA 1: La inspección a la vía por parte del equipo de IRS Vial fue realizada el 29 de febrero (asistencia forense) y el 24 de marzo de 2024.

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

CARACTERÍSTICAS	***Tramo de vía carrera 24 con calle 52B sur***
ÁREA, SECTOR, ZONA	*Urbano, Residencial, Escolar*
GEOMÉTRICAS	*Recta, Plano*
UTILIZACIÓN	*Único sentido por calzada*
CALZADAS	*Dos*
CARRILES	*Dos por calzada*
MATERIAL	*Asfalto*
ESTADO	*Bueno*
CONDICIONES Y TIEMPO	*Seca, Normal*
ILUMINACIÓN	*Artificial buena*
CONTROLES Y SEÑALES	*Demarcación horizontal de línea blanca continua, líneas de borde, flechas indicadoras de sentido, línea de pare, sin señalización vertical, con semáforo operando*

TABLA No. 1

2.3 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: MOTOCICLETA, BAJAJ PULSAR NS200, modelo 2022, color negro, placa **YED 33F.**

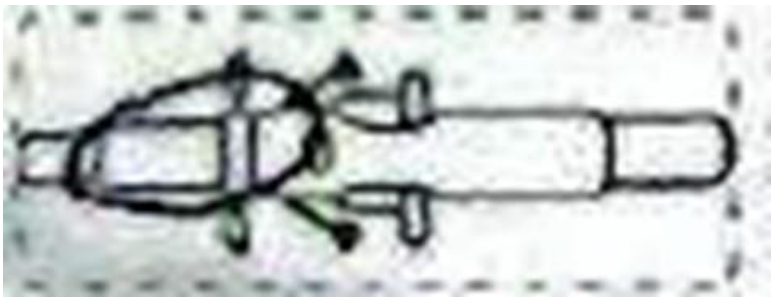
Fotografía No. 4 <u>Plano Medio</u>: En esta fotografía se observan las características generales del vehículo.

CONDUCTOR	MIGUEL ÁNGEL VEGA VELANDIA
IDENTIFICACIÓN	CC 1.012.393.873
EDAD	31 años
LICENCIA	A2, B1, C1 / Sin restricción para conducir https://www.runt.com.co/consultaCiudadana/#/consultaPersona

TABLA No. 2

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 1
SERVICIO	PARTICULAR
OCUPANTES	1
DIMENSIONES	Largo: 2017 mm Ancho: 804 mm Alto: 807 mm Distancia entre ejes: 1363 mm https://www.motofichas.com.mx/marcas/bajaj/pulsar-ns-200
PESO TOTAL	290 – 300 kg

TABLA No. 3



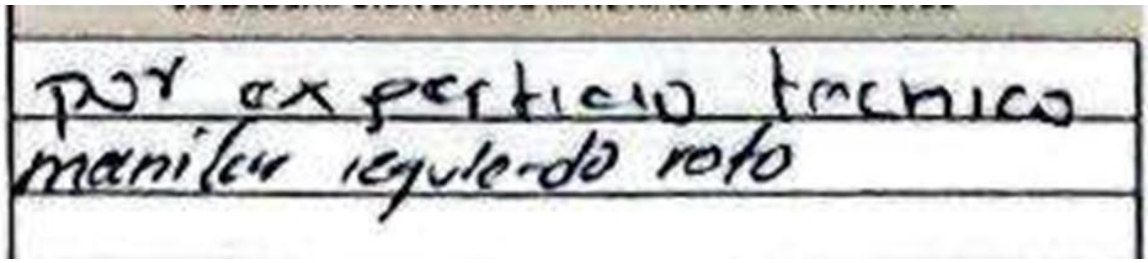
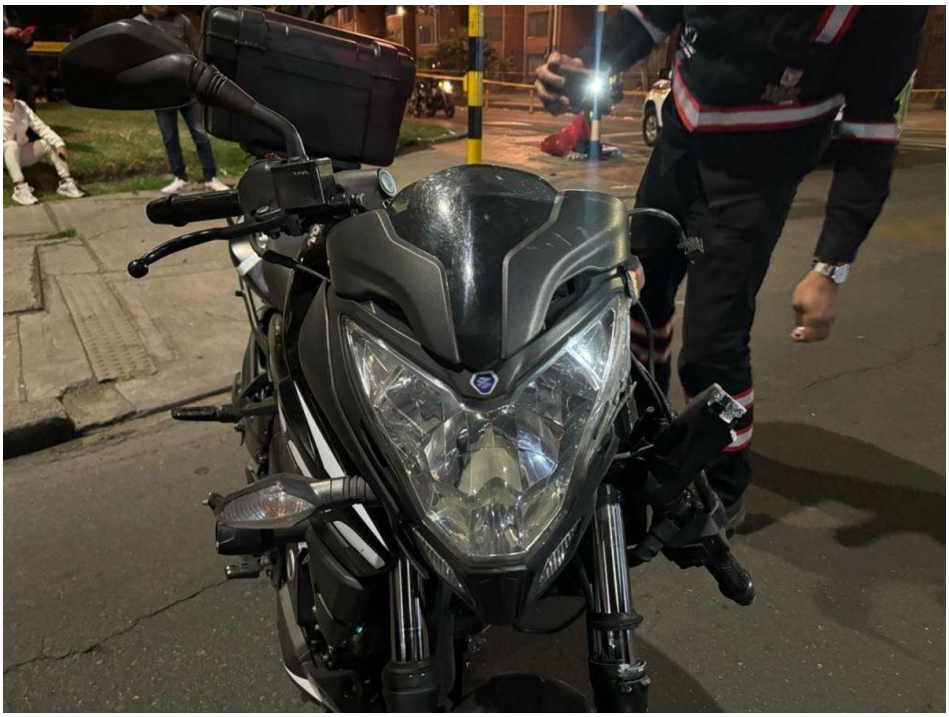


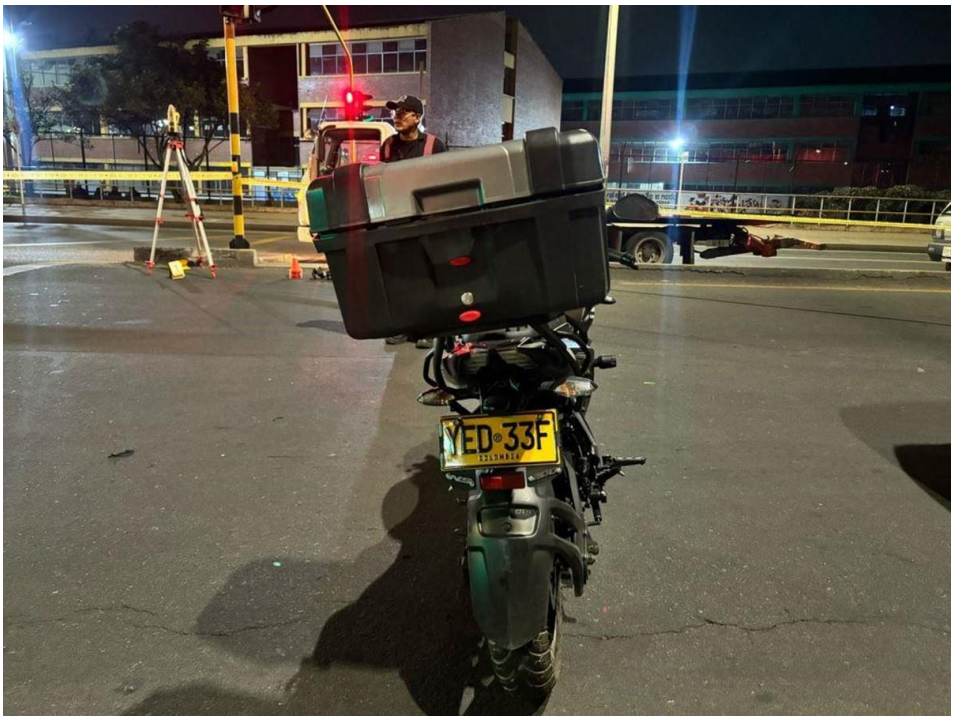
Imagen No. 5: En estas imágenes se observa el diagrama realizado y la descripción de daños o evidencias por parte de la autoridad: *"Por experticio técnico manilar izquierdo roto".*

Imagen No. 6: En esta imagen se observa con los recuadros amarillos la ubicación de los daños o evidencia en la motocicleta. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

Fotografía No. 5 <u>Plano Medio</u>: En estas fotografías se observa el estado final del vehículo.



Fotografía No. 6 <u>Plano Medio</u>: En estas fotografías se aprecia la rotura de la unidad de luz y del manilar izquierdo.



Fotografía No. 7 <u>Plano Medio</u>: En estas fotografías se observa el estado final del vehículo.

- **VEHÍCULO No. 2: CAMIONETA, FORD EXPLORER XLT**, modelo 2022, color plata,placa **KRX 424.**

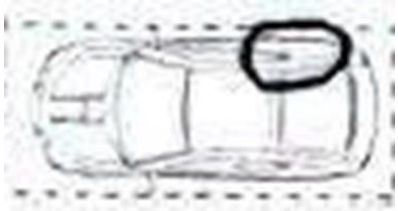
Fotografía No. 8 Plano Medio: En esta fotografía se observan las características generales del vehículo.

CONDUCTOR	ANDRÉS HERRERA MALDONADO
IDENTIFICACIÓN	CC 80.100.078
EDAD	40 años
LICENCIA	B1 / Restricción para conducir con lentes https://www.runt.com.co/consultaCiudadana/#/consultaPersona

TABLA No. 4

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 1
SERVICIO	PARTICULAR
OCUPANTES	0
DIMENSIONES	Largo: 5049 mm Ancho: 2268 mm Alto: 1775 mm Distancia entre ejes: 3025 mm chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ford.pe/content/dam/Ford/website-assets/latam/pe/nameplate/new-explorer/2022/pdf/fpe-explorer-ficha-tecnica.pdf
PESO TOTAL	2200 – 2300 kg

TABLA No. 5



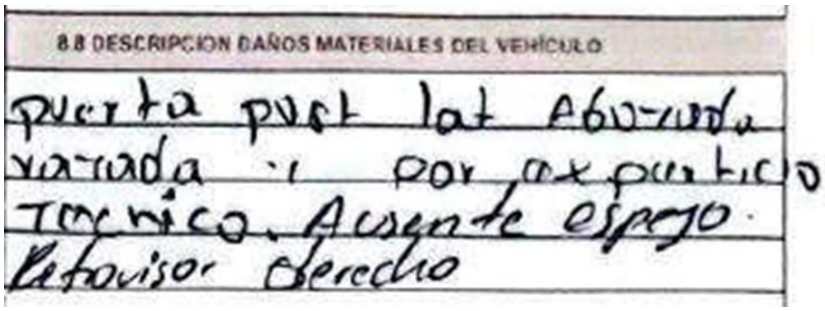

8.8 DESCRIPCION DAÑOS MATERIALES DEL VEHÍCULO
puerta post lat abolladda
rayada y por experticio
Tecnico. Ausente espejo.
Retrovisor derecho

Imagen No. 7: En estas imágenes se observa el diagrama realizado y la descripción de daños o evidencias por parte de la autoridad *"Puerta post lat abolladda, rayada y por experticio técnico, ausente espejo retrovisor derecho".*

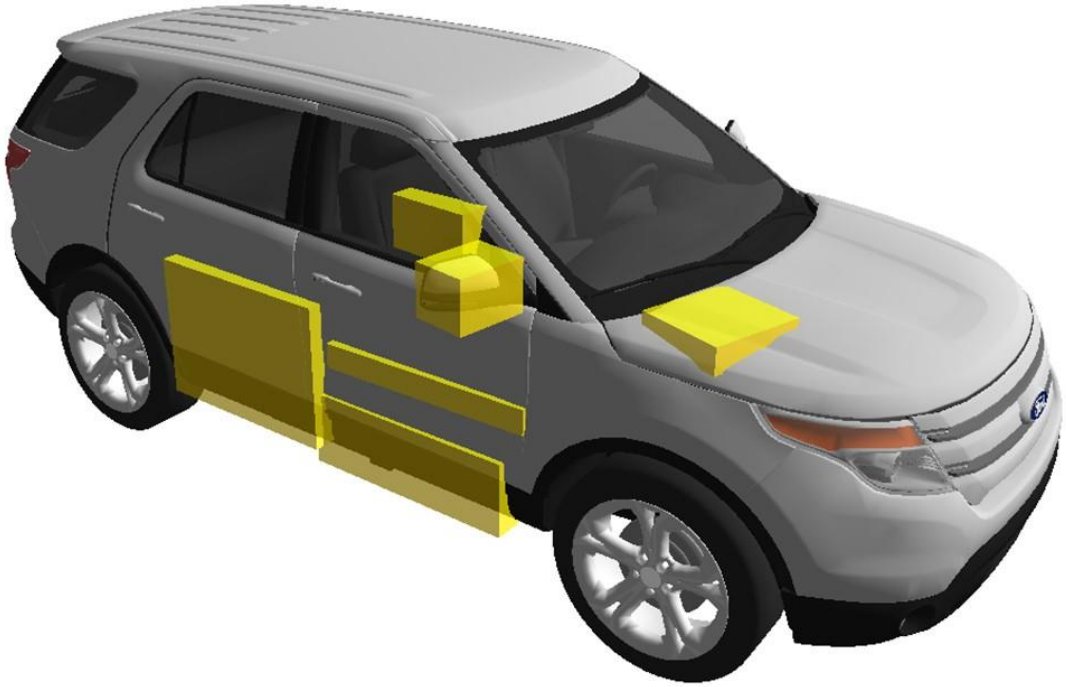
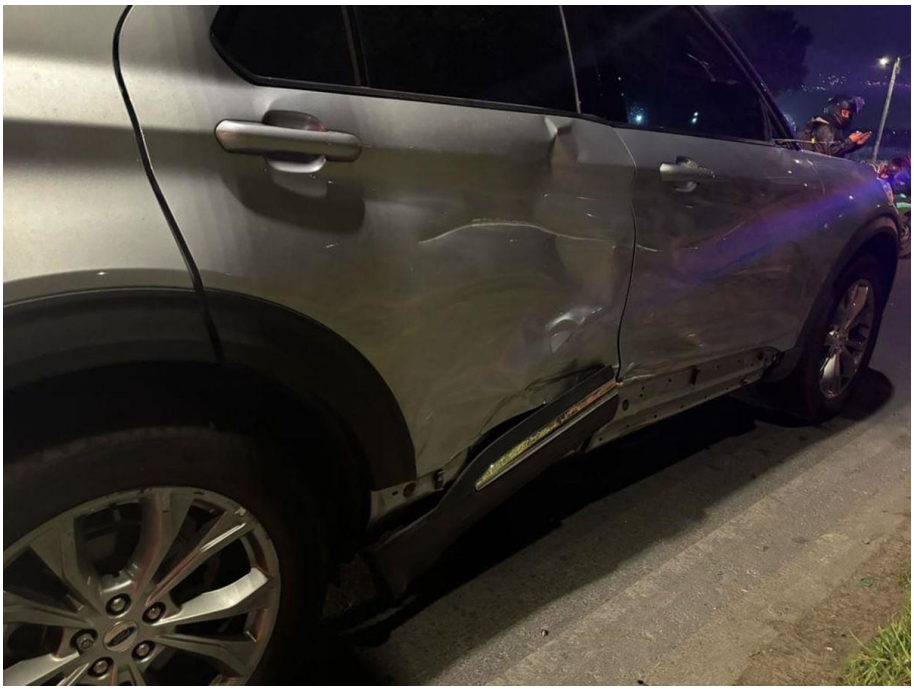


Imagen No. 8: En esta imagen se observa con los recuadros amarillos la ubicación de los daños o evidencia en la camioneta. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

Fotografía No. 9 <u>Plano Medio</u>: En estas fotografías se observa el estado final del vehículo.



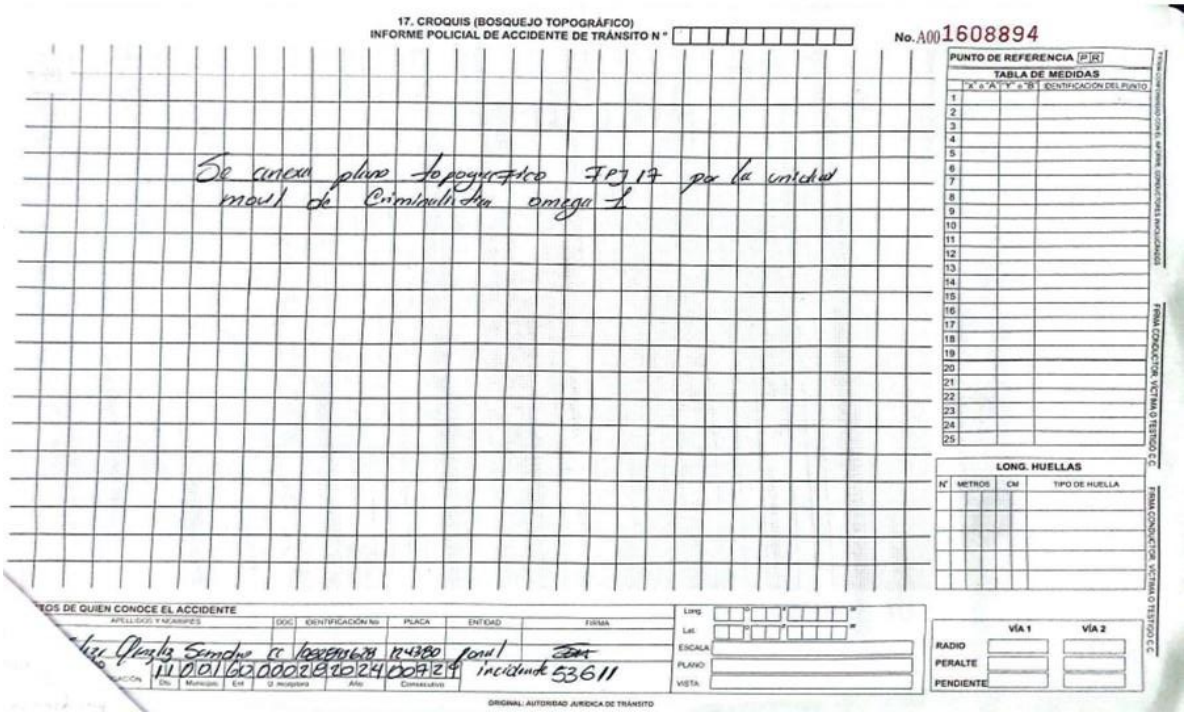
Fotografía No. 10 <u>Plano Medio</u>: En estas fotografías se aprecia una abolladura y un rayón que se prolonga desde la puerta anterior hasta la posterior, así como el desprendimiento y ausencia del bocel derecho.

Fotografía No. 11 <u>Plano Medio</u>: En estas fotografías se observan demostraciones de roce en el capó, así como la ausencia del espejo derecho y huella de paso en el vidrio de la puerta anterior derecha.

2.4 MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO:

En el formato de levantamiento de accidentes realizado por la autoridad se aprecian las siguientes evidencias:

- *Se anexa plano topográfico FPJ17 por la unidad móvil de criminalística omega 1.*


17. CROQUIS (BOSQUEJO TOPOGRÁFICO)
INFORME POLICIAL DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO N°

No. A001608894

Se anexa plano topografico FPJ17 por la unidad movil de Criminalistica omega 1

PUNTO DE REFERENCIA

TABLA DE MEDIDAS

LONG. HUELLAS

DATOS DE QUIEN CONOCE EL ACCIDENTE

VÍA 1 VÍA 2

RADIO

PERALTE

PENDIENTE

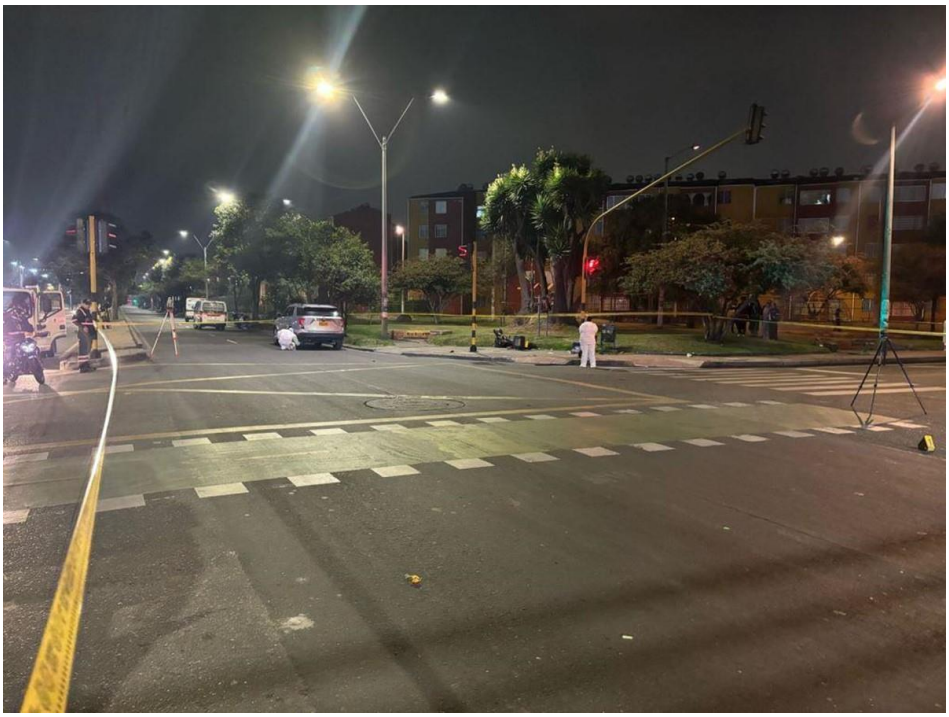
ORIGINAL: AUTORIDAD JURÍDICA DE TRÁNSITO

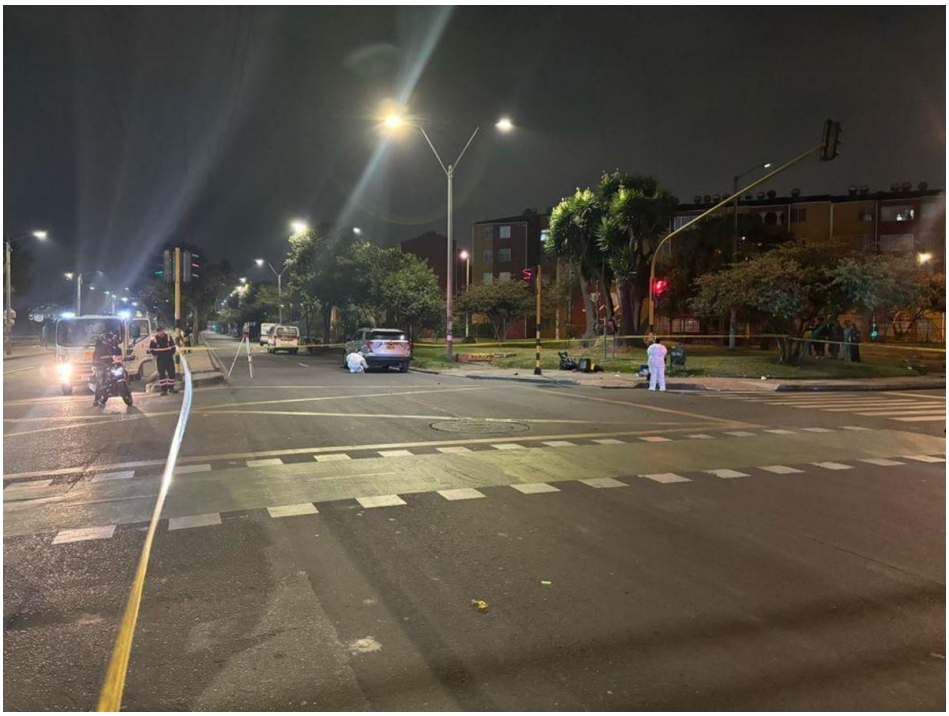
Imagen No 9: En esta imagen se muestra el croquis del informe de la autoridad.

NOTA 2: Debido a la ausencia del bosquejo topográfico levantado por la autoridad de tránsito, se realizó el estudio de fotogrametría sobre las fotografías del día de los hechos para determinar las posiciones finales de los vehículos, el occiso y los rastros en la vía y acera (huellas).

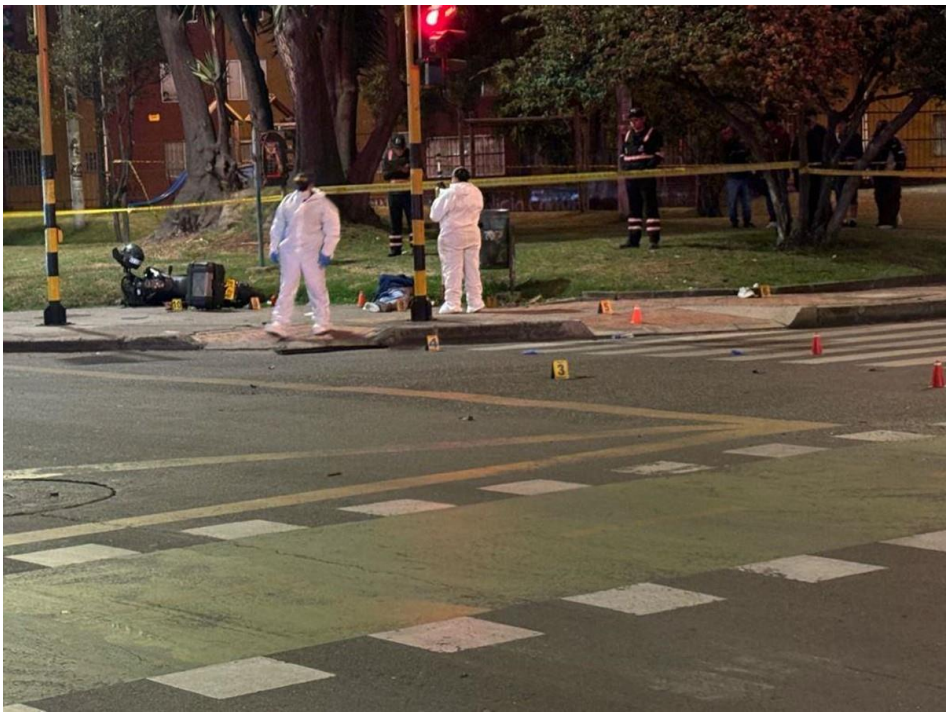
Un plano topográfico es esencial en el análisis de un accidente de tránsito por varias razones fundamentales: Los planos topográficos suelen incluir mediciones precisas de distancias, ángulos y elevaciones. Estas mediciones son fundamentales para determinar la velocidad de los vehículos, las áreas de impacto, las trayectorias de movimiento y otros detalles importantes para el análisis del accidente. A pesar de la importancia del plano topográfico, la información contenida en él puede ser complementada y validada con el apoyo de fotografías del día de los hechos. Las fotografías proporcionan una representación visual adicional de la escena del accidente, permitiendo a los investigadores y expertos comparar y contrastar la información contenida en el plano con la realidad observada en las imágenes.

Las fotografías pueden ayudar a rectificar posibles errores o inconsistencias en el plano topográfico, proporcionando detalles adicionales o perspectivas que podrían haber sido pasados por alto durante el proceso de elaboración del plano. Además, las fotografías pueden capturar detalles específicos del entorno y condiciones ambientales en el momento del accidente, como la iluminación, el estado del pavimento, la presencia de señales de tránsito y otros factores relevantes para el análisis del accidente. Al utilizar fotografías para validar la información contenida en un plano topográfico, se pueden cerrar los márgenes de incertidumbre y mejorar la precisión y fiabilidad de la reconstrucción del accidente. La combinación de información gráfica y visual proporciona una base sólida para el análisis forense y la determinación de las causas y responsabilidades del accidente de tránsito.

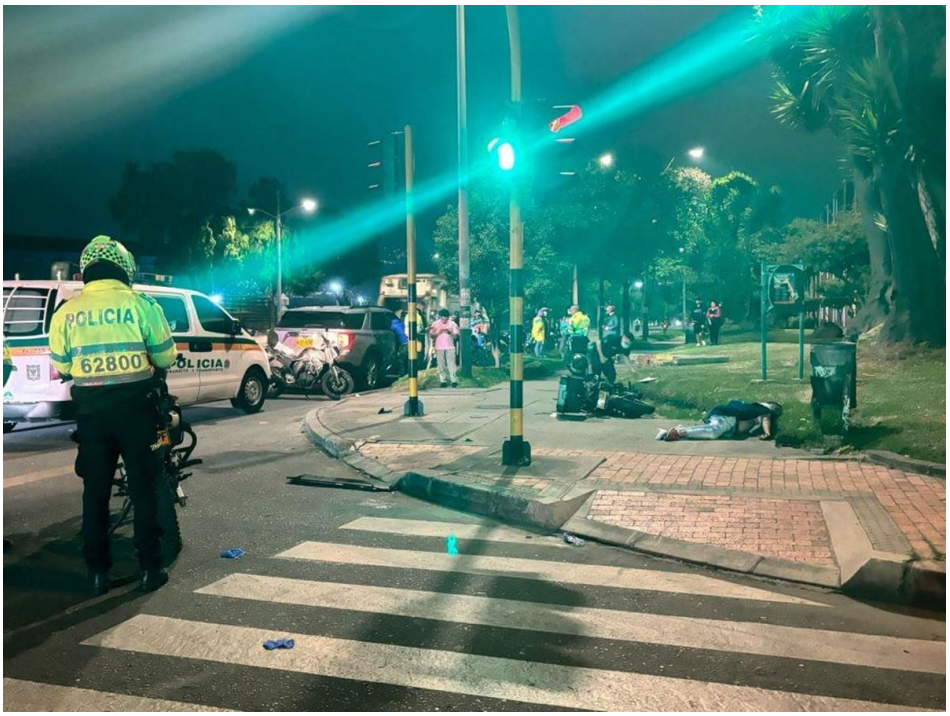




Fotografía No. 12 <u>Plano Medio</u>: En estas fotografías se observa la posición final de los vehículos y el occiso.

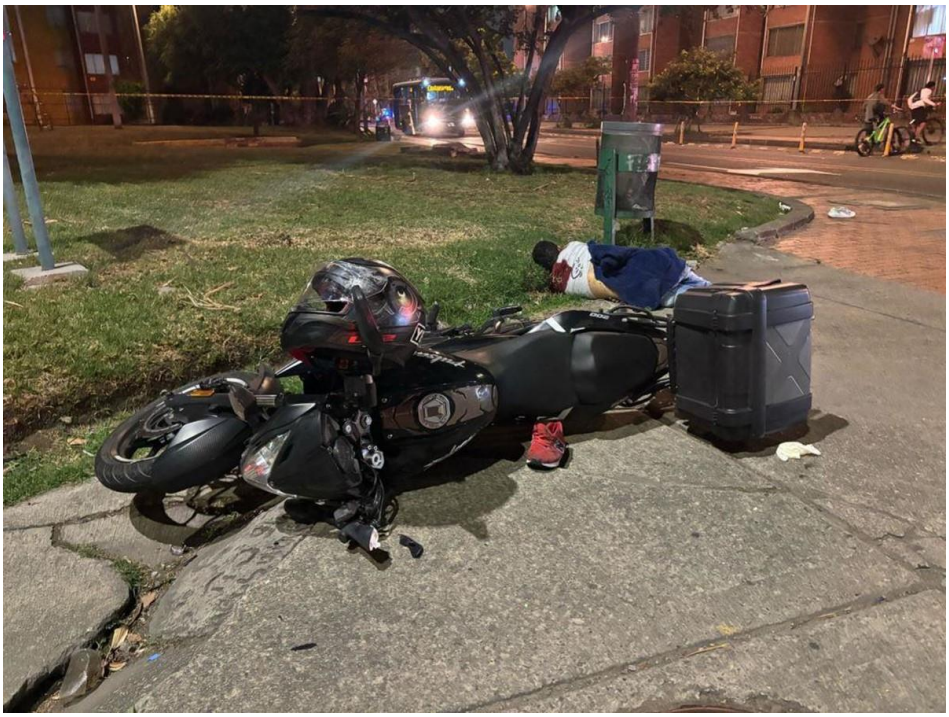


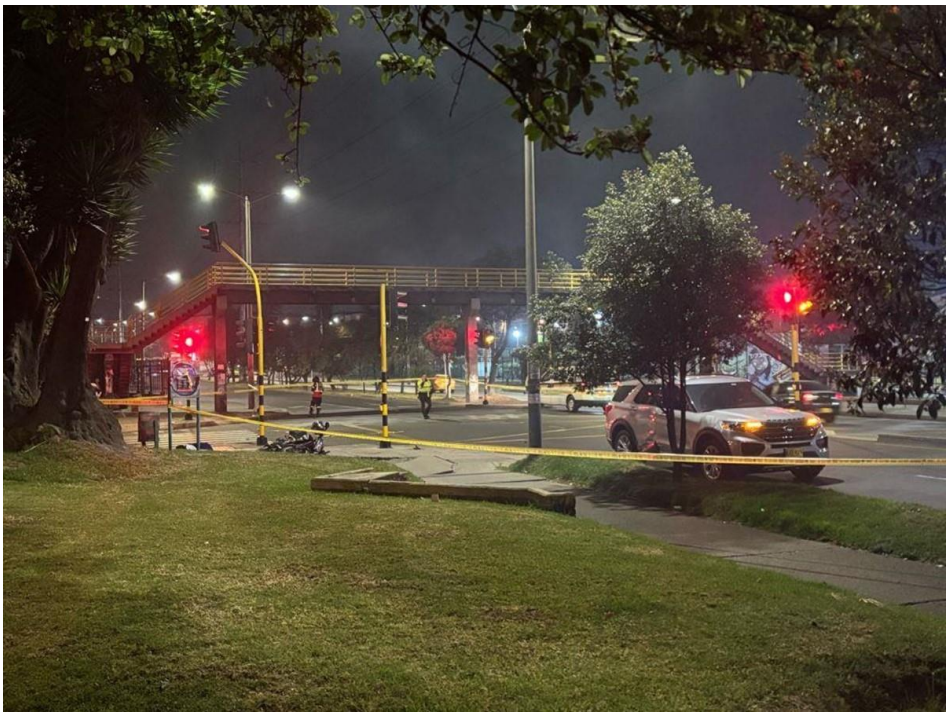
Fotografía No. 13 <u>Plano General</u>: En estas fotografías se aprecian vestigios producto del accidente, así como la posición final de la motocicleta y el occiso.



Fotografía No. 14 <u>Plano General</u>: En estas fotografías se observa la posición final de la motocicleta y el occiso, así como vestigios producto del accidente.

Fotografía No. 15 <u>Plano Medio</u>: En estas fotografías se aprecia la posición final de la motocicleta y el occiso, así como una huella de arrastre.



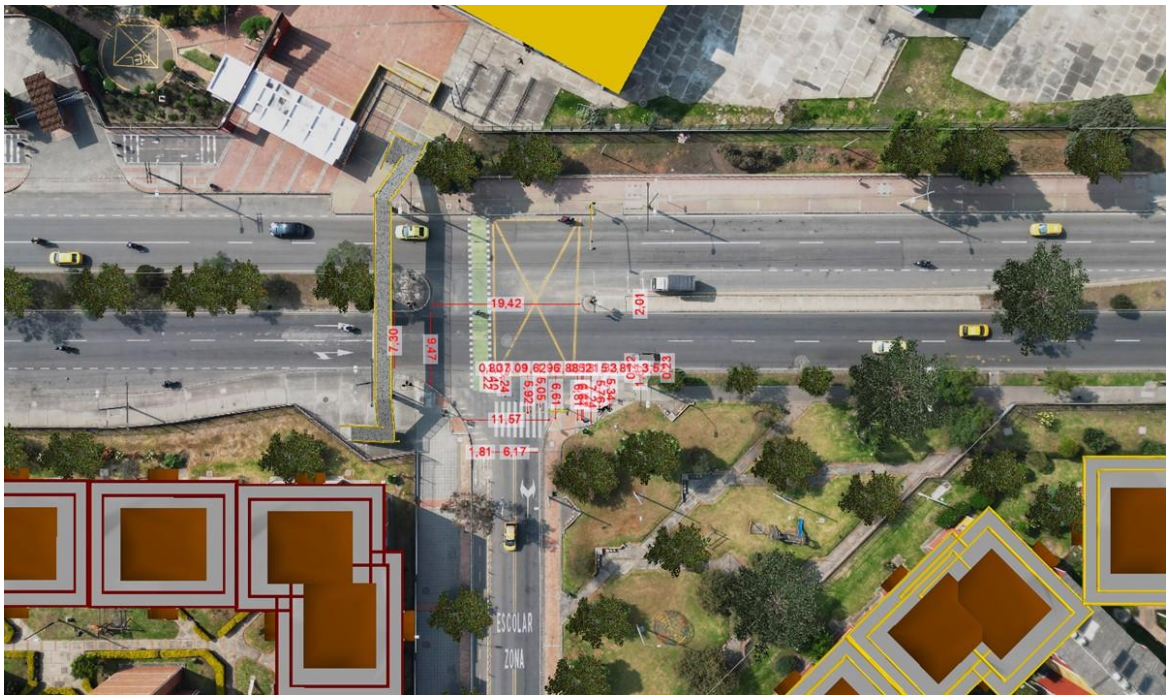


Fotografía No. 16 <u>Plano General</u>: En estas fotografías se observa la posición final de los vehículos y el occiso.

Fotografía No. 17 <u>Plano Medio</u>: En estas fotografías se aprecia una huella de arrastre de llanta y vestigios producto del accidente.

Fotografía No. 18 <u>Plano General</u>: En estas fotografías se observan huellas de arrastre metálico, las cuales se prolongan desde la calzada hasta el andén.

Fotografía No. 19 <u>Plano Medio</u>: En estas fotografías se aprecia una huella de arrastre metálico sobre la rampa de acceso al andén y la huella de arrastre sobre el andén.



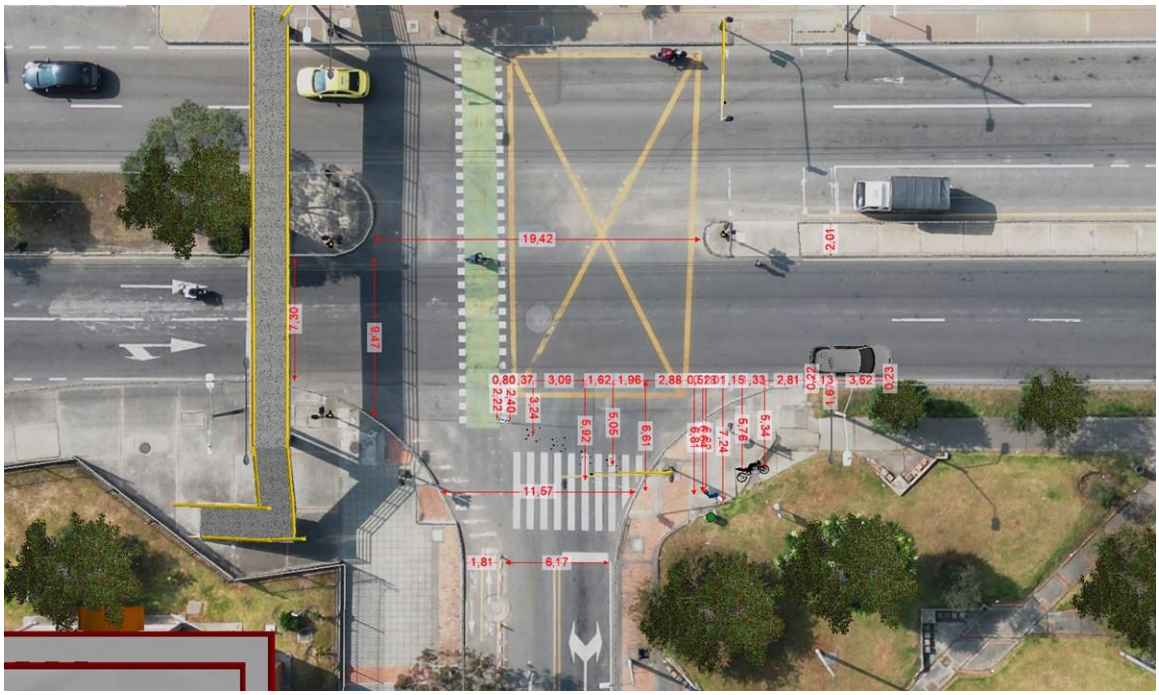
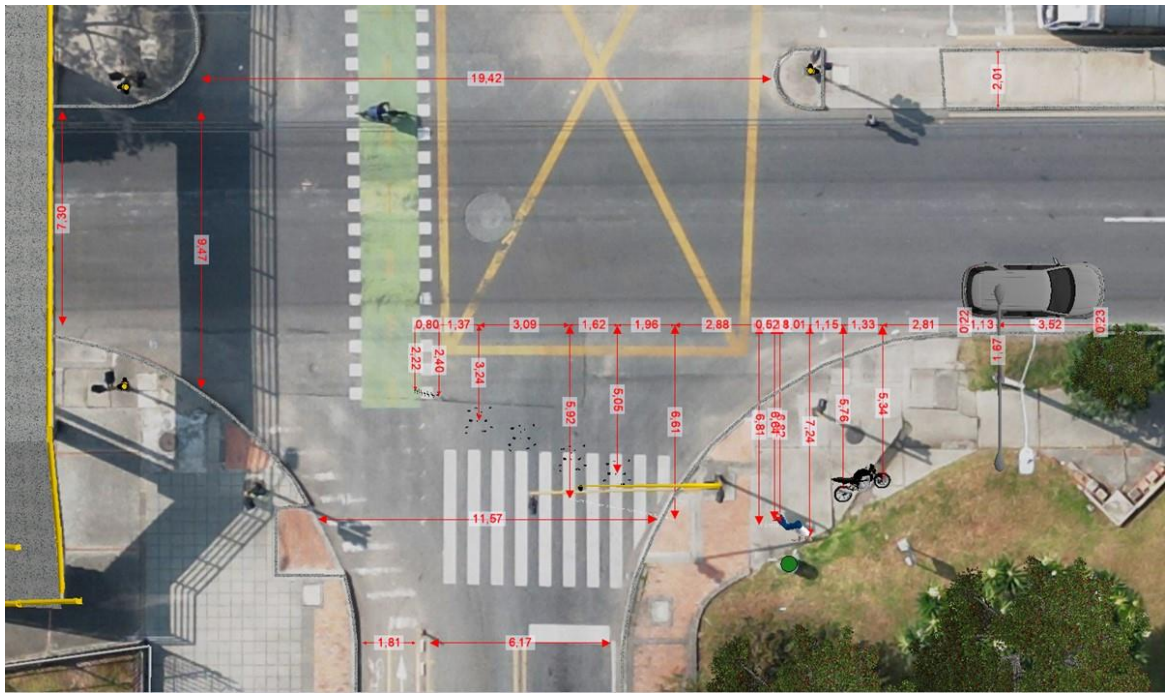


Imagen No. 10: En estas imágenes, vista en planta se observan las evidencias con base en las fotografías del día de los hechos. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.



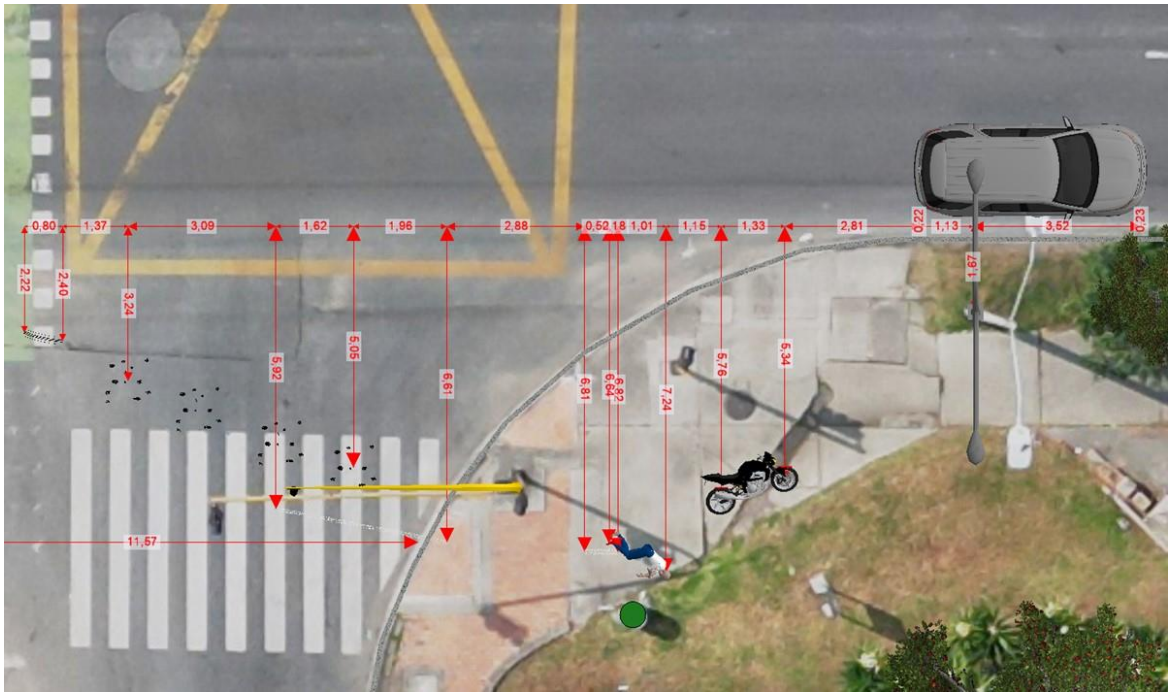


Imagen No. 11: En estas imágenes, vista en planta se observan las evidencias con base en las fotografías del día de los hechos. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

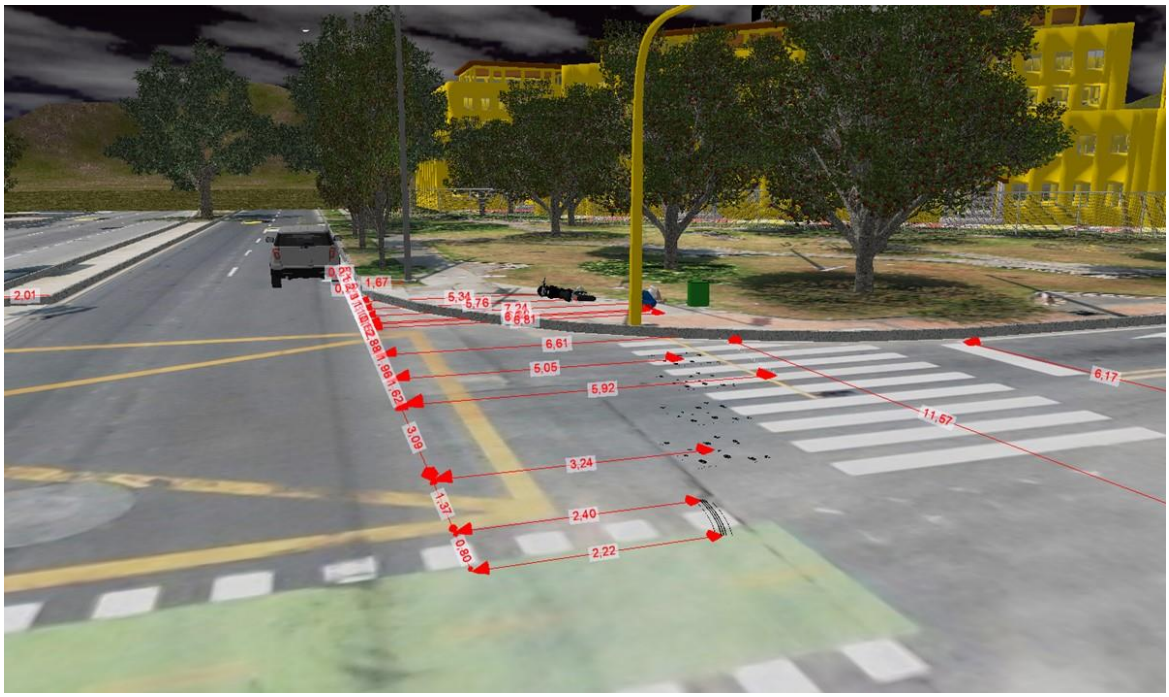


Imagen No. 12: En estas imágenes en 3D se observan las evidencias con base en las fotografías del día de los hechos

Imagen No. 13: En estas imágenes en 3D se observan las evidencias con base en las fotografías del día de los hechos

2.5 VICTIMAS:

Producto del accidente se reporta una persona fallecida y una lesionada, la cual fue remitida al hospital El Tunal en la ciudad de Bogotá.

NOMBRES	
MIGUEL ÁNGEL VEGA VELANDIA	*CC 1.012.393.873* *31 años* *Fallecido* *Conductor vehículo No. 1 (Motocicleta)*
NARQUIS BELTRÁN USECHE	*CC 52.383.542* *46 años* *Lesionada* *Trauma craneoencefálico severo, posible fractura de cúbito, fractura de huesos propios del cráneo* *Ocupante vehículo No. 1 (Motocicleta)*

TABLA No. 6

2.6 VERSIONES:

- Se cuenta con la versión de los hechos del conductor del vehículo No. 2 (Camioneta), el señor Andrés Herrera Maldonado.

"Yo venía por la calle 24, por el carril derecho a girar hacia la derecha, coloqué la direccional a la derecha y revisé que no viniera nadie, en ese momento iba a girar normalmente, cuando de un momento a otro apareció la moto que venía super rápido, golpeó la parte derecha de mi camioneta, al sentir eso evité el giro y frené, ellos se estrellaron ya contra el andén y el semáforo de ahí. ***PREGUNTA****: ¿Cuantos metros alcanzó a recorrer luego de sentir el impacto?* ***RESPUESTA****: Como 5 metros, traté de orillar un poquito el carro, lo que demoré en reaccionar.* ***PREGUNTA****: ¿Evidenció cuantas personas iban en la motocicleta?* ***RESPUESTA****: Sí, dos personas.* ***PREGUNTA****: ¿Alcanzó a observar si ellos llevaban elementos de protección?* ***RESPUESTA****: No los vi, cuando yo ya salí no vi ni cascos ni nada.* ***PREGUNTA****: ¿Recuerda las características de la vía, donde ocurre el accidente de tránsito?* ***RESPUESTA****: Sí, hay un semáforo, que siempre uso para girar hacia mi casa y lo tomo casi todos los días, hay una ciclorruta ahí, el semáforo es el que me da el giro a mí.* ***PREGUNTA****: ¿A qué horas ocurrió el accidente?* ***RESPUESTA****: Sobre las 22:00 horas.* ***PREGUNTA****: ¿Cómo se encontraba el estado del clima al ocurrir los hechos?* ***RESPUESTA****: Normal, no estaba lloviendo.* ***PREGUNTA****: ¿Cómo era la iluminación?* ***RESPUESTA****: Buena.* ***PREGUNTA****: ¿Me recuerda como estaba el flujo vehicular?* ***RESPUESTA****: No había mucho carro en el momento, porque ya era de noche.* ***PREGUNTA****: ¿En el momento del accidente venia solo o acompañado?* ***RESPUESTA****: Solo.* ***PREGUNTA****: ¿Sufrió algún tipo de lesión?* ***RESPUESTA****: No.* ***PREGUNTA****: ¿Usted evidenció antes del accidente, la motocicleta por el costado derecho?* ***RESPUESTA****: Antes del accidente no, cuando la alcanzo a ver trato de no girar, pero ellos venían muy rápido y colisionaron.* ***PREGUNTA****: ¿Usted de donde venia y hacia donde se dirigía?* ***RESPUESTA****: Venia del Quiroga e iba hacia el Tunal que es donde guardo la camioneta.* ***PREGUNTA****: ¿Desea agregar algo?* ***RESPUESTA****: Si, hay un par de testigos que vieron lo que ocurrió, las motos que venían atrás, ellos se dieron cuenta cuando la moto cambió de carril y se metió en mi derecha y la velocidad, los testigos pueden dar fe de eso".*

- Se cuenta con la versión de los hechos del señor Víctor Fidel Pinzón Cardona con CC 1.121.297.815, testigo de los hechos.

*"**PREGUNTA**: ¿Me puede indicar por favor una breve descripción de cómo fueron los hechos para usted? **RESPUESTA:** El señor se dirigía a cruzar hacia la derecha, puso sus respectiva direccional, venia una moto a alta velocidad, cuando se metieron por la derecha e impactaron con la camioneta en la parte trasera de la camioneta, y perdieron el control y se fueron contra el poste del semáforo, los señores no llevaban los cascos abrochados, porque yo vi cuando ellos automáticamente golpearon con la camioneta, lo primero que salió volando fueron los cascos. **PREGUNTA:** ¿la motocicleta que colisiona con el vehículo, venia por el mismo carril del vehículo? **RESPUESTA:** No señor, se metió por la parte derecha del vehículo cuando iba a cruzar el vehículo con la direccional puesta, la ocupante de la camioneta puso la direccional. **PREGUNTA:** ¿Algo más que quiera aportar a esta entrevista? **RESPUESTA:** No".*

NOTA 3: *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.*

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 la descripción de daños de los vehículos, las evidencias de acuerdo con el croquis de la autoridad y las fotografías del día de los hechos, se tiene la posición relativa al momento del impacto, para el vehículo No. 1 **MOTOCICLETA** en su zona anterior más hacia su costado izquierdo y para el vehículo No. 2 **CAMIONETA** en su costado derecho más hacia su tercio medio y posterior.

El área de 2,0 x 0,5 m de color amarillo, indica que el impacto se presenta en cualquier punto de esta área la cual se encuentra en el carril derecho de la calzada en sentido norte – sur de la carrera 24 con calle 52B sur, es decir, en el carril de desplazamiento de los vehículos.

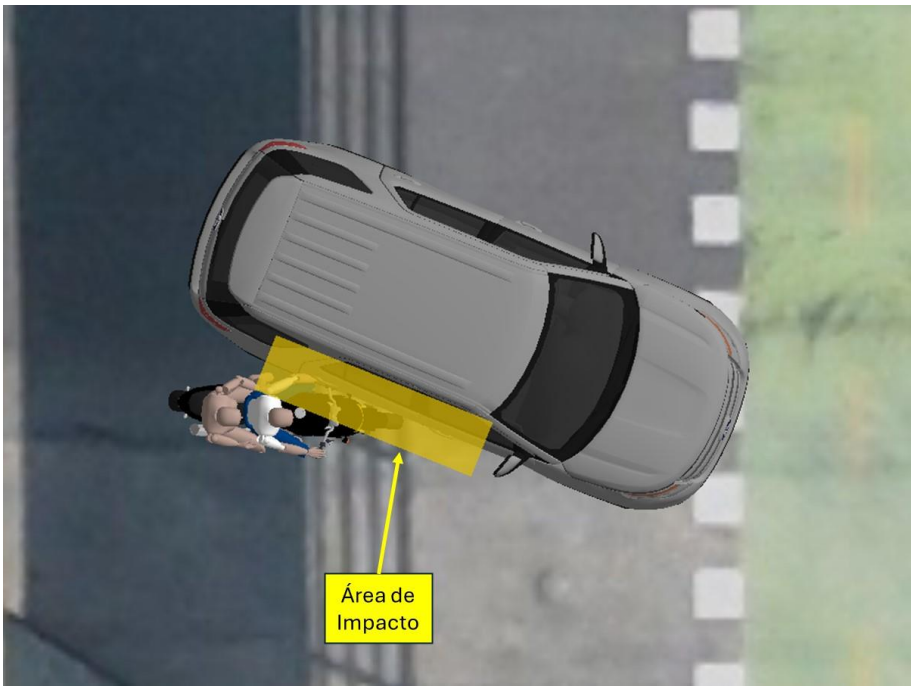


Imagen No. 14: En estas imágenes vista en planta y 3D se muestra la posición relativa al momento del impacto y el área donde se presenta. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

3.2 DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DEL VEHÍCULO.

Uno de los aspectos principales de la investigación y la reconstrucción está vinculado con la determinación objetiva de la velocidad de circulación de o los vehículos, momentos previos al accidente, el lugar de la vía donde ocurre el impacto y la posición relativa en ese instante, así como la secuencia de movimiento después del impacto. 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 o los vehículos y la secuencia del accidente se basa en la utilización de un **MODELO FÍSICO** aplicando las leyes de la física, que tenga en cuenta las principales variables que intervienen en el siniestro, e involucre los parámetros que determinan la ocurrencia de este, 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 de la interacción, los daños que estos presentaron, las posiciones finales y las evidencias en la vía, después de analizar los cálculos y al aplicar la ley de conservación de la energía, lugares diferentes no dieron resultados físicamente posibles, y por tal motivo se descartan.
- La región donde se produjo la colisión y hasta donde se detuvieron es plano, recta, se encontraba seca, con iluminación artificial buena.
- La camioneta después del impacto se detiene por el rozamiento de las llantas con el asfalto seco en un proceso de frenada controlado sin huella, la motocicleta por el arrastre sobre la vía y los impactos contra el andén, así como el arrastre del ocupante y conductor sobre el asfalto y el andén.

- Los coeficientes de rozamiento efectivo[1] 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, un factor de desaceleración con un valor entre 3,43 y 5,39 m/s^2 que corresponde a un rozamiento efectivo entre μ=0,35 y μ=0,55 para la motocicleta.
- Al aproximarse dos o más vehículos a la misma zona y producirse la colisión entre ellos, se genera una fuerza que varía desde cero a una cantidad elevada en un periodo muy corto de tiempo y vuelve a regresar a cero rápidamente. En la mayoría de los choques, no se puede conocer cómo varía esta fuerza en función del tiempo, pero en este caso fue posible estimar la velocidad de impacto de los vehículos analizando la posición al momento del impacto y la ubicación final de los rodantes.
- Las pruebas de choque son fundamentales para la reconstrucción de accidentes y son uno de los recursos de conocimiento más importantes para los expertos en reconstrucción de accidentes de tránsito. La comparación visual de un daño real con las pruebas de choque y/o catálogos EES puede permitir una evaluación rápida y sencilla del accidente; al utilizar la comparación visual con regularidad, el experto adquiriere un alto nivel de experiencia y buen conocimiento de la energía absorbida en las deformaciones. Las pruebas de colisión y/o catálogos EES permiten una determinación rápida y bien fundamentada de importantes parámetros de colisión (velocidad relativa de impacto, delta V, coeficiente de restitución). Esta técnica también es una alternativa útil a los cálculos prolongados y es especialmente importante en caso de accidentes con factores especiales, como la ausencia de marcas de huellas.
- Las técnicas[2] 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.

---

[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 de la vía y estado de rotación de las llantas (bloqueadas, libres o aceleradas).*

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

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.

f. Por comparación con resultados obtenidos en reconstrucciones utilizando la técnica EES realizados con software de simulación como por ejemplo Virtual Crash, PC Crash, entre otros.

- 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 (2,0 s) segundos, sí la desaceleración del vehículo durante la frenada es uniforme con un *coeficiente de rozamiento* mínimo de μ=0,7 y máximo de μ=0,8 para la camioneta y mínimo de μ=0,4 y máximo de μ=0,6 para la 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 4: *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.*

3.2.1 VELOCIDAD FINAL DE LA MOTOCICLETA DE ACUERDO CON LA DISTANCIA RECORRIDA DESDE EL ÁREA DE IMPACTO HASTA SU POSICIÓN FINAL Y A LA VELOCIDAD AL MOMENTO DEL IMPACTO CON EL OBJETO FIJO (SARDINEL).

$$V = \sqrt{2\mu g_{ef} d + V^2{}_{imp}} \quad (1)$$

Dónde:

μ: Coeficiente de rozamiento efectivo entre la carrocería y la vía entre μ=0,35 y μ=0,55.

g: Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s^2

d: Distancia recorrida desde el área de impacto hasta la posición final entre 20 y 22 m.

V_{imp}: Velocidad de la motocicleta al momento del impacto contra el objeto fijo (sardinel) se estimó entre 5 y 10 km/h.

V: Velocidad de la motocicleta posterior al impacto entre 42 y 56 km/h.

VELOCIDAD DE UN VEHÍCULO CON Vo AL IMPACTO

DISTANCIA MINIMA	d min (m)	20		
DISTANCIA MAXIMA	d max (m)	22		
COEFICIENTE DE FRICCION MINIMO	μ min	0,35		
COEFICIENTE DE FRICCION MAXIMO	μ max	0,55		
VELOCIDAD DE IMPACTO MINIMA	Vimp min (km/h)	5	1,39	
VELOCIDAD DE IMPACTO MAXIMA	Vimp max (km/h)	10	2,78	
PENDIENTE DE LA VIA	%	0	0,00	Angulo en radianes

IRS® Calculator

RESULTADOS

PLANO				
VELOCIDAD MINIMA	11,80		**42,46**	km/h
VELOCIDAD MAXIMA	15,65	m/s	**56,33**	km/h

Imagen No. 15: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta *IRS® Calculator*.

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

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

V_{R1}: Velocidad relativa inicial, entre 21 y 33 km/h.

V_{R2}: Velocidad relativa final, se estimó entre 10 y 20 km/h.

m^*: masa reducida

$$m^* = \frac{m_1 * m_2}{m_1 + m_2} \quad (3)$$

$$\Delta E = \frac{1}{2} m_1 * EES_1^2 + \frac{1}{2} m_2 * EES_2^2 \quad (4)$$

$$\Delta V_1 = \sqrt{\frac{2Em_2}{m_1 * (m_1 + m_2)}} \quad (5)$$

$$\Delta V_2 = \sqrt{\frac{2Em_1}{m_2 * (m_1 + m_2)}} \quad (6)$$

Donde:

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 No. 1: entre 290 y 300 kg.

m_2: masa del vehículo No. 2: entre 2200 y 2300 kg.

EES_1: Velocidad equivalente de Energía del vehículo No. 1: entre 10 y 15 km/h.

EES_2: Velocidad equivalente de Energía del vehículo No. 2 entre 5 y 7 km/h.

Se obtiene un **Δ**V para el vehículo No. 1, entre 16 y 23 km/h.

Se obtiene un **Δ**V para el vehículo No. 2 entre 2 y 3 km/h.

IRS® Calculator

Calculo de ΔV a partir de estimación de EES

Masa del vehiculo 1	295	
EES minimo V1	10	km/h
EES máximo V1	15	km/h
Masa del vehiculo 2	2250	Kg
EES minimo V2	5	
EES máximo V2	7	km/h
Velocidad relativa final minima	10	km/h
Velocidad relativa final máxima	20	km/h

masa reducida

260,81

Resultados

Energia mínima del vehiculo 1	1138
Energia máxima del vehiculo 1	2561
Energia mínima del vehiculo 2	2170
Energia máxima del vehiculo 2	4253
Energía total minima	3308
Energía total máxima	6814

ΔV Vehiculo 1	
mínimo	16,0
máximo	23,0
ΔV Vehiculo 2	
mínimo	2,1
máximo	3,0

Velocidad relativa inicial mínima	20,7
Velocidad relativa inicial máxima	32,8

Imagen No. 16: 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 DE CADA VEHÍCULO Y AL ÁNGULO QUE FORMAN AL MOMENTO DEL IMPACTO.

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

Dónde:

V_{ri}: Velocidad relativa inicial, entre 21 y 33 km/h, se tiene un amplio rango a partir de la compatibilidad entre daños, lesiones y el resultado anterior.

Θ Angulo que forman las velocidades al momento de la interacción: para la motocicleta entre 350° y 355° y para la camioneta entre 355° y 340°.

V_1: Velocidad de la motocicleta al momento del impacto, entre 42 y 56 km/h.

V_2: Velocidad de la camioneta al momento del impacto, entre 22 y 26 km/h.

VELOCIDAD RELATIVA INICIAL

α1i α2i V1 V2

IRS® Calculator

α1i (º) min	α2i (º) min	V1i (km/h)min	V2i (km/h)min	α1i (º) min	α2i (º) min
350	335	42	22	6,11	5,85
α1i (º) máx	α2i (º) máx	V1i (km/h)max	V2i (km/h)max	α1i (º) máx	α2i (º) máx
355	340	56	26	6,20	5,93

RESULTADO

Velocidad Relativa	Vr min	20,69	
	Vr max	32,80	21-33

Imagen No. 17: 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.

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

Donde:

D_T: Distancia total recorrida.

g: Valor de la aceleración de la gravedad: 9,8 m/s^2

V_V: Velocidad del vehículo.

t_r : tiempo de reacción de una persona atenta entre 1,5 y 2,0 s.

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

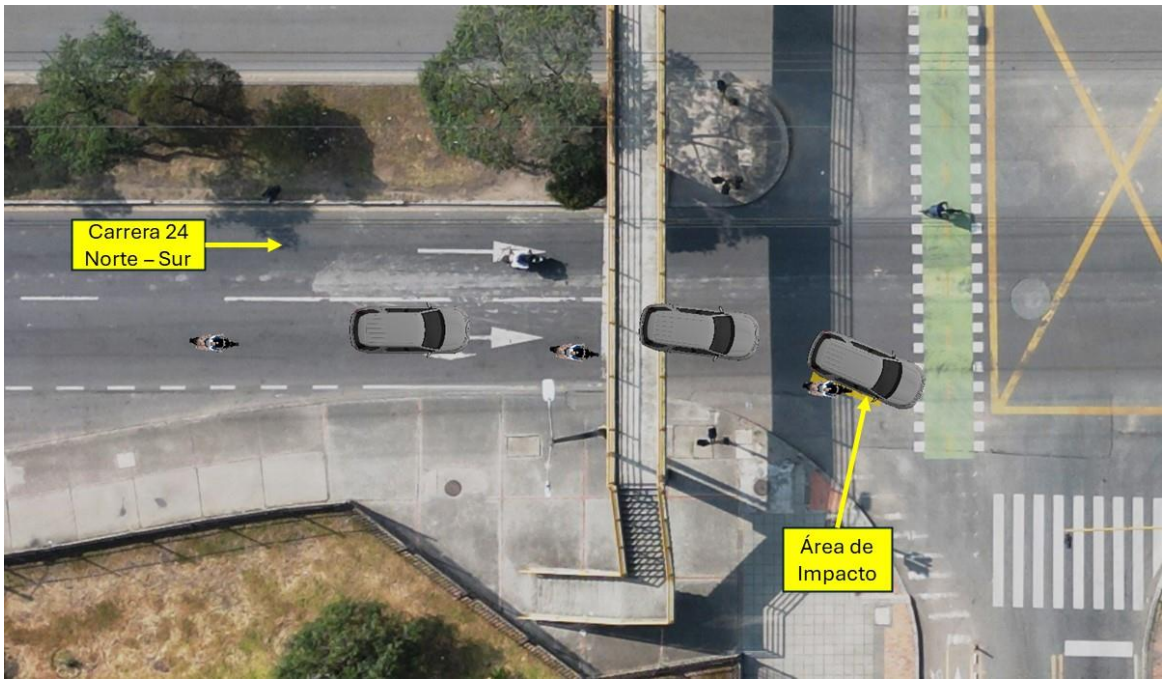
4. SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO

Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento se plantea la secuencia probable, un instante antes del impacto, el vehículo No. 1 **MOTOCICLETA** se desplazaba orientado diagonalmente hacia la derecha sobre el carril derecho en sentido norte -sur de la carrera 24 con calle 52B sur a una velocidad comprendida entre cuarenta y dos **(42 km/h)** y cincuenta y seis **(56 km/h)** kilómetros por hora; mientras tanto, el vehículo No. 2 **CAMIONETA**, se desplazaba en el mismo sentido y delante de la motocicleta orientado diagonalmente hacia la derecha a una velocidad entre veintidós **(22 km/h)** y veintiséis **(26 km/h)** kilómetros por hora.

La camioneta inicia el proceso de giro a la derecha, a su vez la motocicleta procede a realizar un proceso de adelantamiento sobre la camioneta, impactan, haciendo que la motocicleta sea desviada hacia su derecha cayendo al piso junto con su conductor y ocupante, se arrastran por el piso hasta impactar con el sardinel, la motocicleta sube al andén y termina en posición final; por otro lado, el conductor de la motocicleta sube al andén y termina en posición final; mientras tanto la camioneta sigue hacia adelante y a su izquierda hasta alcanzar su posición final.

La velocidad calculada para el vehículo No. 1 (Motocicleta) es al momento del impacto, antes se debe desplazar a mayor velocidad sin poder determinar su valor.

No es posible determinar técnicamente la presencia de más vehículos sobre la calzada al momento de accidente.



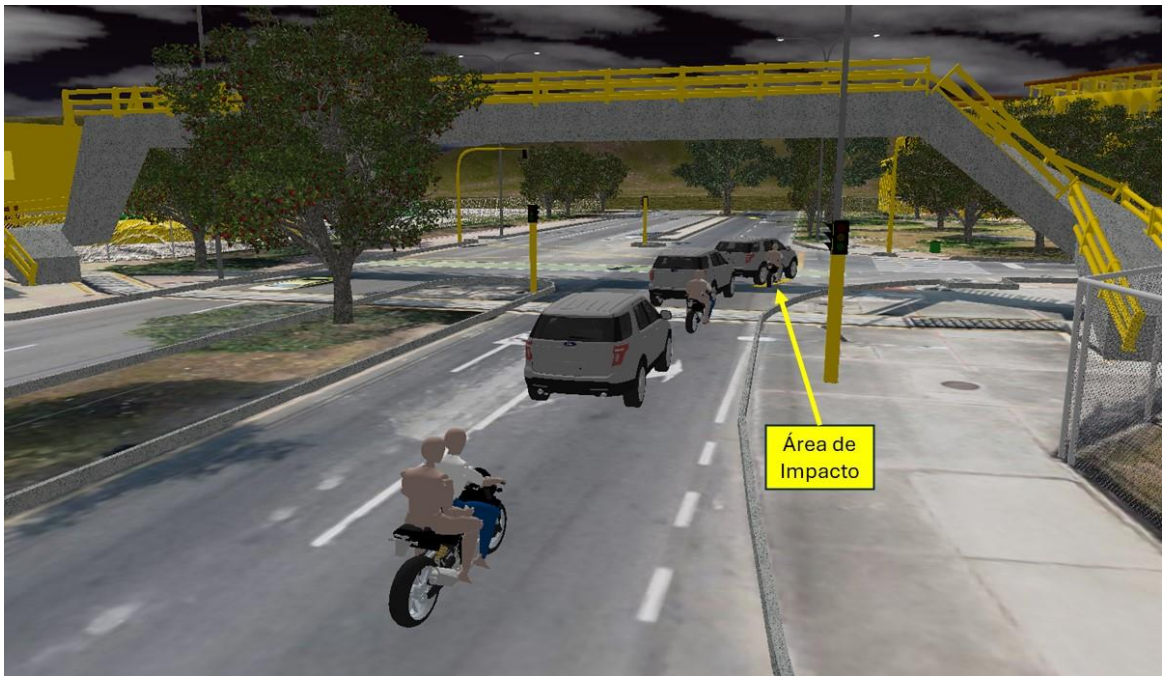
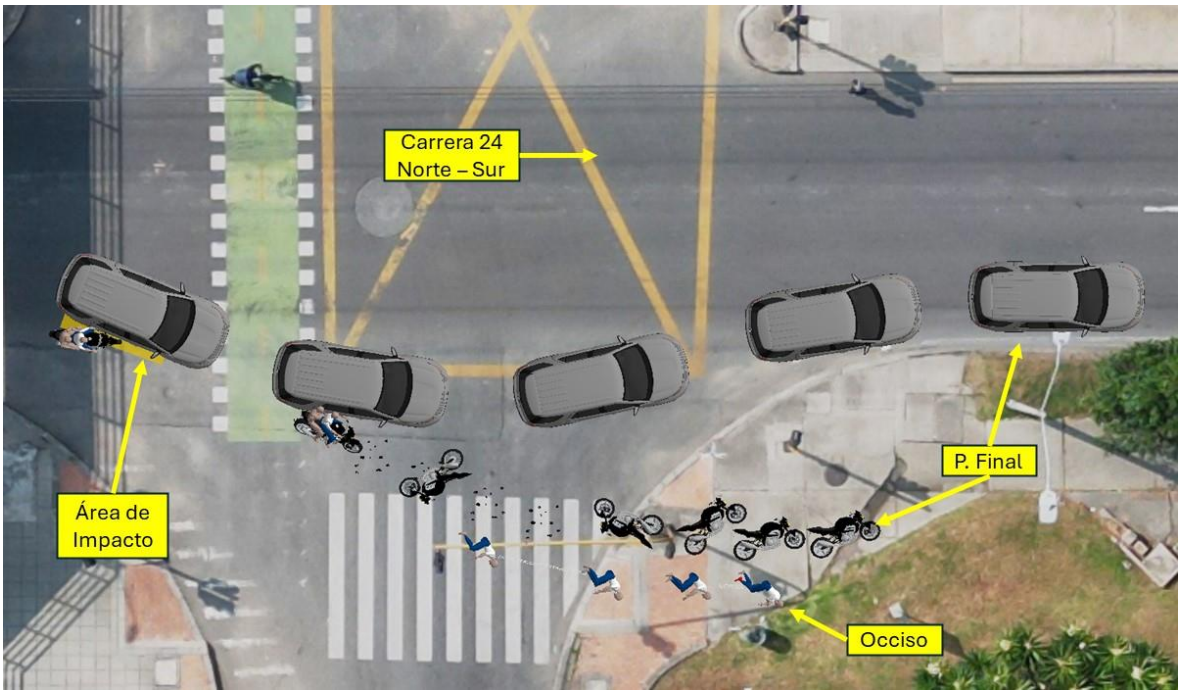


Imagen No. 18: En estas imágenes, vista en planta y 3D se aprecia la secuencia del accidente antes y al momento del impacto, nótese el sentido de desplazamiento de los vehículos y el área donde se presenta en la vía. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.



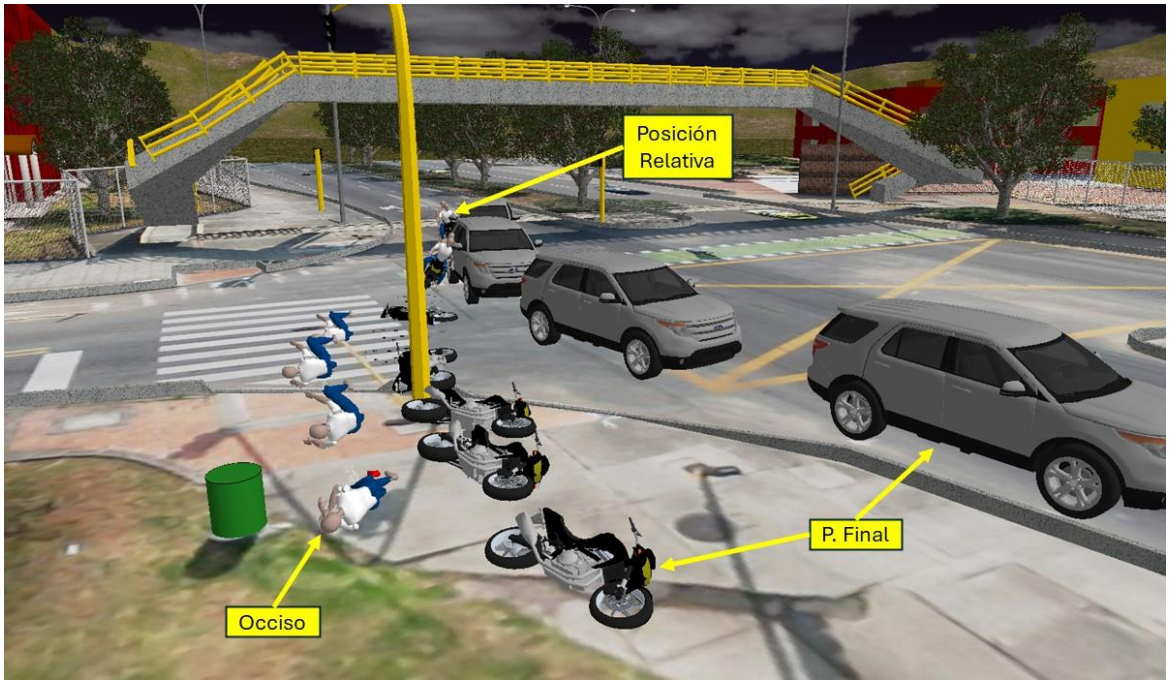


Imagen No. 19: En estas imágenes, vista en planta y 3D se aprecia la secuencia del accidente al momento del impacto y el movimiento posterior, nótese el desplazamiento hasta sus posiciones finales. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

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 (1,5 s) y dos (2,0 s) segundos[3], 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 normales 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***
MOTOCICLETA *Entre **42** y **56** km/h*	*Entre 17,5 y 31,1 m*	*Entre 11,6 y 30,9 m*	*Entre 29,1 y 62,0 m*
MOTOCICLETA *A **30** km/h*	*Entre 12,5 y 16,7 m*	*Entre 5,9 y 8,9 m*	*Entre 18,4 y 25,6 m*
CAMIONETA *Entre **22** y **26** km/h*	*Entre 9,2 y 14,4 m*	*Entre 2,4 y 3,8 m*	*Entre 11,6 y 18,2 m*

TABLA No. 6

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.

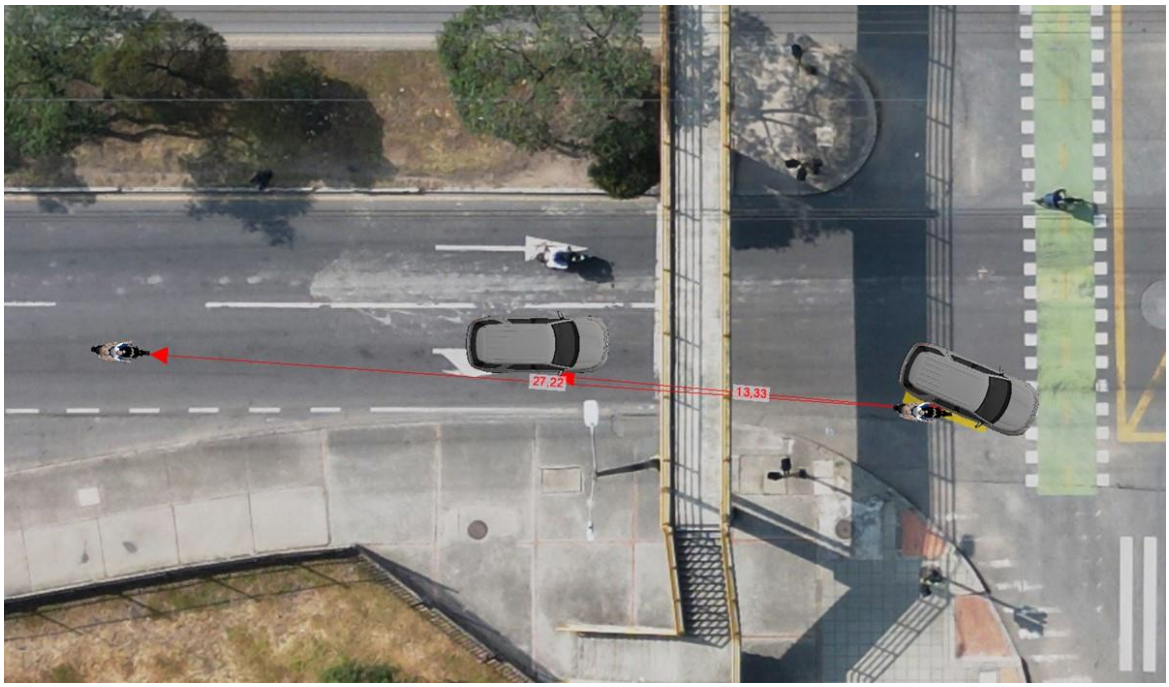
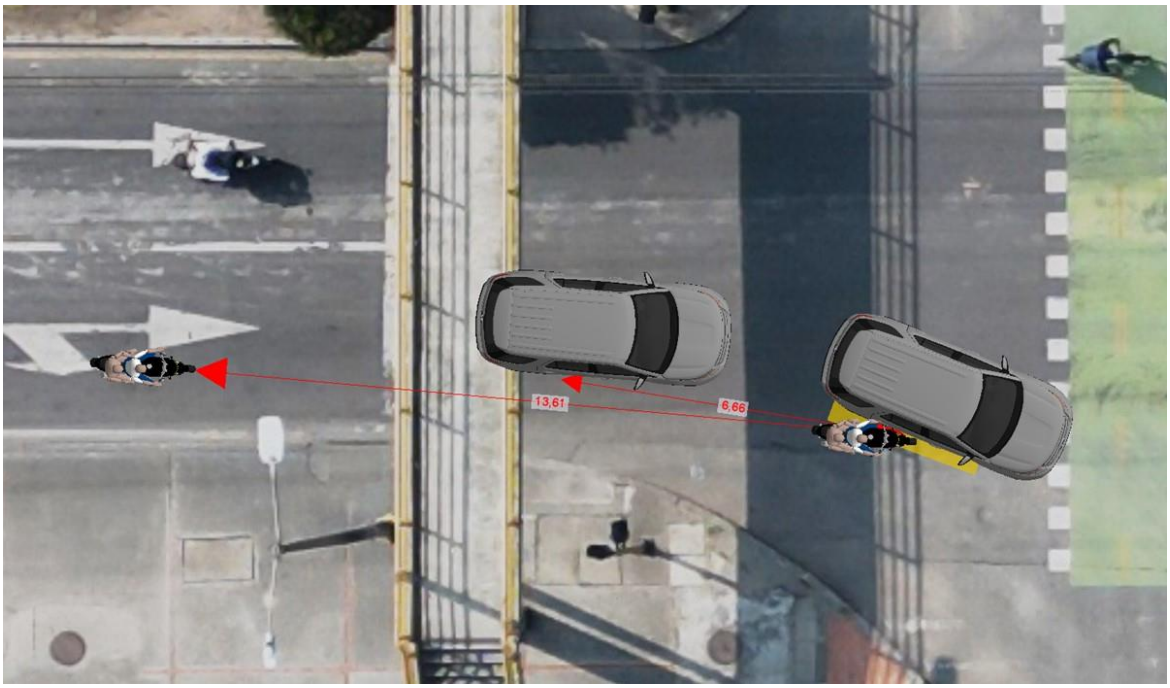


Imagen No. 20: En estas imágenes, vista en planta y 3D se aprecia la ubicación de los vehículos 2 s antes del impacto si sus velocidades son constantes y la visibilidad del conductor de la motocicleta. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.



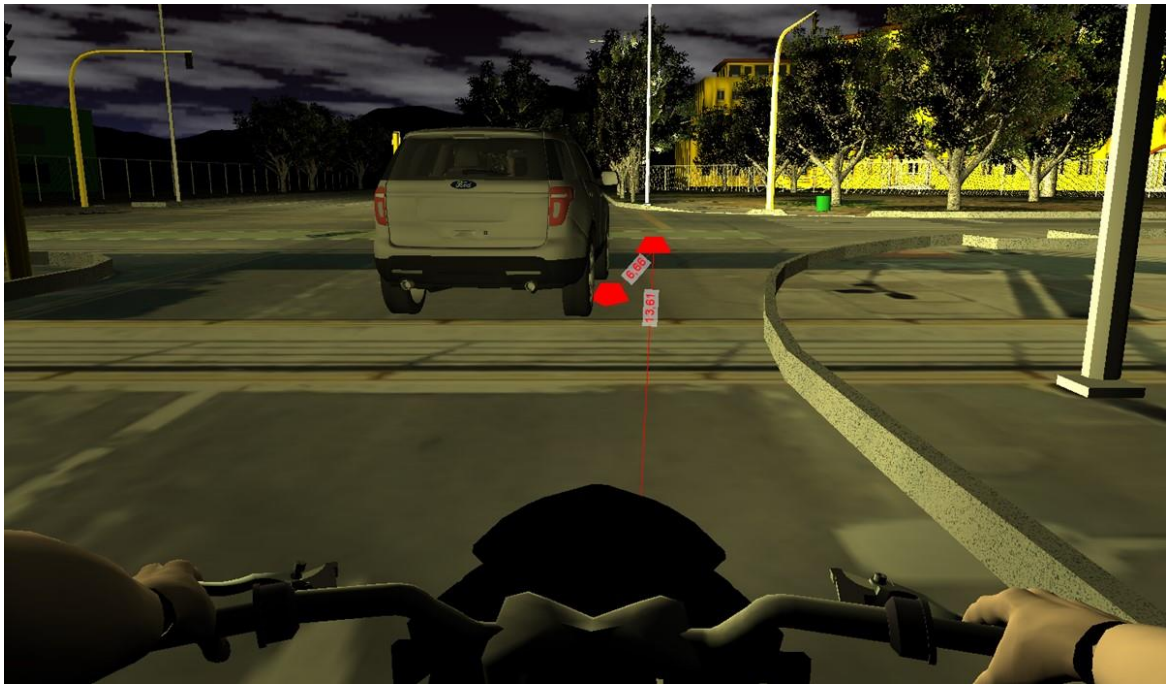


Imagen No. 21: En estas imágenes, vista en planta y 3D se aprecia la ubicación de los vehículos 1 s antes del impacto si sus velocidades son constantes y la visibilidad del conductor de la motocicleta. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

AREA PERCEPCIÓN		TIEMPO DE REACCIÓN		COEFICIENTE FRICCIÓN	VELOCIDAD REGLAMENTARIA	
0	m	1,5	s	0,4	30	km/h
1	m	2	s	0,6	8,33	m/s

DISTANCIA TOTAL DE PARADA

$$d_j = v \cdot t_j + \frac{v^2}{2\mu_j g}$$

$$k_j = b_j + d_j$$

UBICACIÓN AREA IMPACTO RESPECTO AREA DE PERCEPCIÓN

25	m
27	m

$$Si \;\; k_j - c_j < 0 \xrightarrow{yields} 1$$

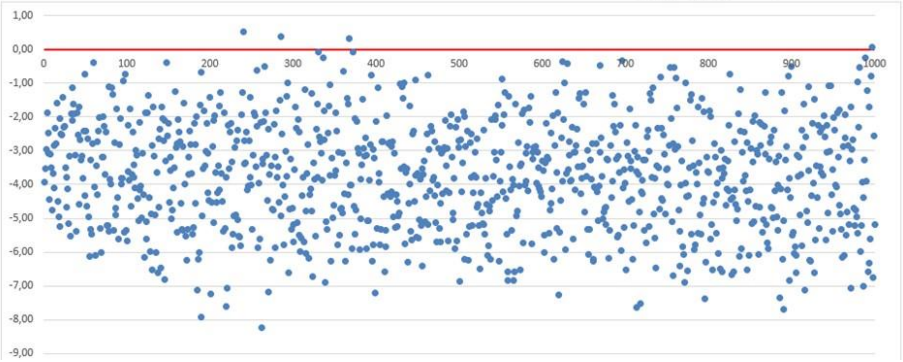
$$Si \;\; k_j - c_j \geq 0 \xrightarrow{yields} 0$$

"Cuantificación de la probabilidad o chance de evitabilidad en un accidente de tránsito cuando se supera la velocidad límite en un tramo vial". Alejandro Rico León, Diego López Morales, Revista Escuela Colombiana de Ingeniería; Vol.XXVI No.102, 2016, 37-41.

Dmin	Dmax
18,6	26,1

CHANCE DE EVITABILIDAD

100%



997

1	90,8
2	90,2
3	90,8
4	90,6
5	88,8
6	91,3
7	89,8
8	90,1
9	87,8
10	90
90	2
PROM	DESV EST

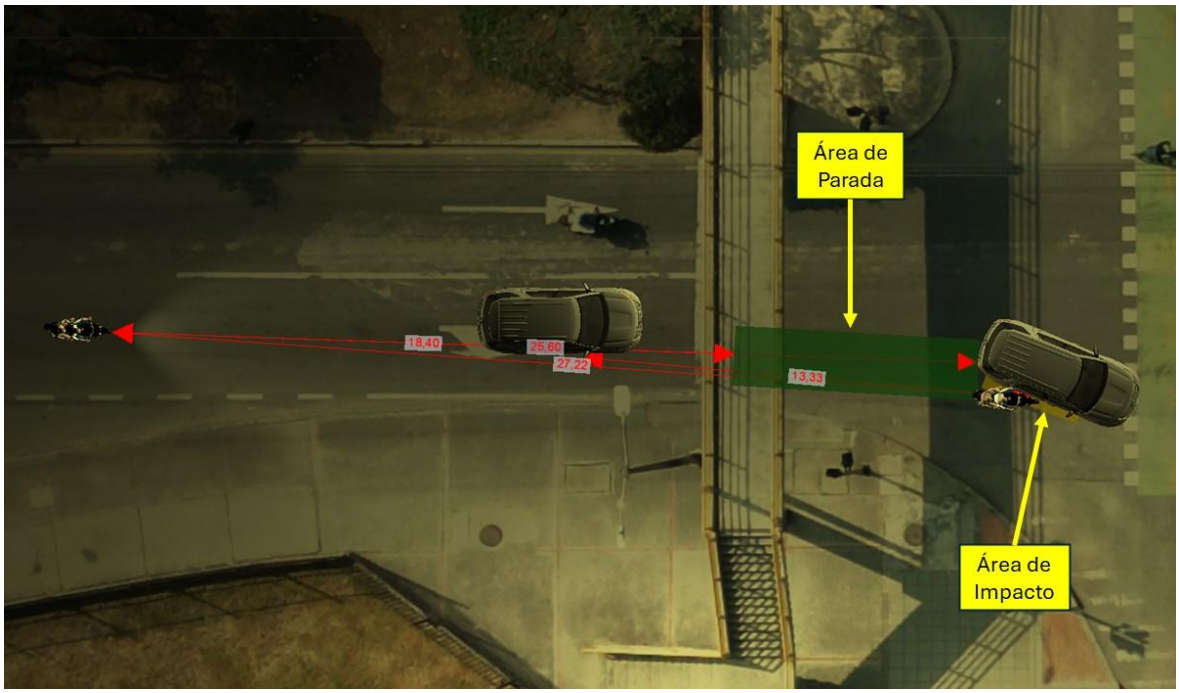


Imagen No. 22: En estas imágenes se aprecia que la motocicleta tendría un chance de evitar el accidente en un 100% si se desplaza a 30 km/h. Elaboración a escala en el software Trimble Forensics Reveal.

6. HALLAZGOS

a) Los resultados del análisis hecho son compatibles con el modelo físico utilizado, en particular con las evidencias en la vía, los daños que se presentaron y las lesiones descritas de las víctimas.

b) Debido a la ausencia del bosquejo topográfico levantado por la autoridad de tránsito, se realizó el estudio de fotogrametría sobre las fotografías del día de los hechos para determinar las posiciones finales de los vehículos, el occiso y los rastros en la vía y acera (huellas).

c) Se sugiere solicitar la copia del bosquejo topográfico del informe de la autoridad.

d) Es importante anotar que en el informe policial de accidentes de tránsito se indica como hipótesis del accidente la No. 157 *"OTRA: Materia de investigación ya que no se pudo establecer con exactitud lo ocurrido con el accidente".*

e) Producto del accidente se reporta una persona fallecida y una lesionada, la cual fue remitida al hospital El Tunal en la ciudad de Bogotá.

f) Se desconoce el estado anímico y fisiológico del conductor del vehículo No. 1 MOTOCICLETA.

g) Con el informe pericial de necropsia, el informe de toxicología forense y la epicrisis del lesionado es posible complementar el presente informe.

h) La información disponible de daños del vehículo y lesiones de la víctima es compatible con el rango de la velocidad obtenido y la secuencia del siniestro.

i) La velocidad calculada para el vehículo No. 1 MOTOCICLETA es al momento del impacto, antes se debe desplazar a mayor velocidad sin poder determinar su valor.

j) El área de 2,0 x 0,5 m de color amarillo, indica que el impacto se presenta en cualquier punto de esta área la cual se encuentra en el carril derecho de la calzada en sentido norte – sur de la carrera 24 con calle 52B sur, es decir, en el carril de desplazamiento de los vehículos.

k) Con base en el ángulo y ubicación de los automotores al momento del impacto, se puede indicar que el vehículo No. 1 MOTOCICLETA se encontraba realizando un proceso de adelantamiento sobre el costado derecho del vehículo No. 2 CAMIONETA.

l) El impacto se presenta durante la reacción del conductor del vehículo No. 1 MOTOCICLETA, es decir, el conductor percibió un riesgo delante de él.

m) De acuerdo con las características de la vía y condiciones medioambientales, los conductores presentaban buena visibilidad.

n) Con base en el ángulo del vehículo No. 2 CAMIONETA no es posible determinar su visibilidad respecto al vehículo No. 1 MOTOCICLETA.

o) No es posible determinar técnicamente si el vehículo No. 2 CAMIONETA indicó con las luces intermitentes (direccionales) su proceso de giro hacia la derecha.

p) No se posee información técnica que determine si el vehículo No. 1 MOTOCICLETA se desplazaba con las luces anteriores activadas.

q) Si el vehículo No. 1 MOTOCICLETA se desplaza a 30 km/h necesitaría recorrer entre 18,4 y 25,6 m para detenerse completamente posterior a percibir el riesgo.

r) No es posible determinar técnicamente la presencia de más vehículos sobre la calzada al momento de siniestro.

7. CONCLUSIONES:

7.1 Secuencia:

Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento se plantea la secuencia probable[4], un instante antes del impacto, el vehículo No. 1 MOTOCICLETA se desplazaba orientado diagonalmente hacia la derecha sobre el carril derecho en sentido norte -sur de la carrera 24 con calle 52B sur a una velocidad comprendida entre cuarenta y dos (42 km/h) y cincuenta y seis (56 km/h) kilómetros por hora; mientras tanto, el vehículo No. 2 CAMIONETA, se desplazaba en el mismo sentido y delante de la motocicleta orientado diagonalmente hacia la derecha a una velocidad entre veintidós (22 km/h) y veintiséis (26 km/h) kilómetros por hora.

7.2 Factor vía:

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

7.3 Factor vehículo:

No se encuentra evidencia que indique fallas mecánicas en los vehículos involucrados.

[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.*

7.4 Factor humano:

1. La velocidad del vehículo No. 1 MOTOCICLETA (42 – 56 km/h) es mayor a 30 km/h, límite de velocidad de acuerdo con el área, sector y diseño (urbano, residencial, intersección).

2. Si el vehículo No. 1 MOTOCICLETA se desplaza a 30 km/h el accidente tendría 100% de chance de evitarse.

3. La velocidad del vehículo No. 2 CAMIONETA (22 – 26 km/h) es menor a 30 km/h, límite de velocidad de acuerdo con el área, sector y diseño (urbano, residencial, intersección).

4. La maniobra de giro hacia la derecha por parte del vehículo No. 2 CAMIONETA no se convierte en un riesgo sobre los demás usuarios de la vía si debido que lo realiza sobre el carril próximo a su maniobra a su vez los vehículos que se aproximan y se desplazan a la velocidad máxima permitida en el sector (30 km/h) tienen el tiempo y distancia suficiente para realizar las maniobras tendientes a evitar el impacto y mantener la distancia de seguridad correspondiente.

5. La causa[5] DETERMINANTE del accidente obedece a la maniobra de adelantamiento sobre el costado derecho por parte del vehículo No. 1 MOTOCICLETA sin tomar las medidas de seguridad, coadyuvado a la velocidad inadecuada (superior a 30 km/h).

NOTA 5: *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, queda prohibida su reproducción en físico o por medio electrónico sin autorización, este documento está en cadena de custodia*.

[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 J_2 Engineering. Inc. SAE 940913.

9. Delta V: Basic Concepts, Computacional Methods and Misunderstandigs. Ric. D Robinette, Richard J. Fay y Rex E. Paulsen. Fay Engineering Corp. SAE 940915.

10. "Perception/reaction time values for accident reconstruction", Michael J., OH Philip H. Cheng, John F. Wiechel, S.E.A., Inc., Columbus, OH Dennis A. GuentherOhio State Univ., Columbus, OH, SAE 890732.

11. "Motorcycle Slide to Stops Tests" by Christopher J. Medwell, Joseph R. McCarthy, Michael T. Shanahan, SAE document number 970963.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

12. Motorcycle Accident Reconstruction". Nathan Rose, William Neale. SAE International R-483, 2019, P: 38, 47 "*Summary of braking decelerations*".

13. 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.

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

15. Cuantificación de la probabilidad o chance de evitabilidad en un accidente de tránsito cuando se supera la velocidad limite en un tramo vial" Alejandro Rico León, Diego López Morales, Revista Escuela Colombiana de Ingeniera; Vol.XXVI No. 102, 2016 37-41.

Alejandro Umaña Garibello
Ingeniero Forense

Diego Manuel López Morales
Físico Forense

NOTA 6: *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*.

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, ex director Forense FCI. 2005 – 2007.
- Reconstructor de más de 3500 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).

Mtr. Alejandro Umaña Garibello

- Máster en Investigación y Reconstrucción de Accidentes de Tráfico (Escuela de postgrado de Ciencias del Derecho).
- Ingeniero Mecánico (Universidad ECCI)
- Tecnólogo en Mecánica Automotriz (Universidad ECCI).
- Tecnólogo en investigación judicial y analista de accidentes de tránsito (Fundación Autónoma de las Américas)
- Certificado como **PERITO FORENSE** en hechos de Tránsito, Organización Internacional de Accidentología Vial **OIAV,** Certificado **DEKRA** ISO/IEC 17024 -2012 PFT 0012.
- Ex funcionario del Centro de experimentación de seguridad vial CESVI COLOMBIA S.A. 2009
- Investigador de más de 1900 accidentes de tránsito.
- Primer seminario internacional de accidentología 2011.
- Curso de entrenamiento paquete Edge FX.
- Miembro **NAPARS** (National Association of Professional Accident Reconstruction Specialists).