

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



VEHÍCULO No. 1: TRACTOCAMIÓN, KENWORTH T800, modelo 2013, color azul, placa SZZ 708.

**VEHÍCULO No. 2: MOTOCICLETA, ROYAL ENFIELD METEOR 350, modelo 2022, color café,
placa YHW 13F.**

INFORME No. 211231484

Bogotá D.C., diciembre 20 de 2021

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
2.1FECHA, HORA Y LUGAR DE OCURRENCIA:.....	4
2.2LA VÍA:	8
2.3VEHÍCULOS:	14
2.4MARCAS Y EVIDENCIAS SOBRE EL TERRENO:	25
2.5VÍCTIMAS:	33
2.6VERSIONES:	33
3. POSICIÓN RELATIVA DE LOS VEHÍCULOS AL MOMENTO DEL IMPACTO.	37
4. DESARROLLO ANALÍTICO DE LA DINÁMICA DE MOVIMIENTO DE LOS VEHÍCULOS.	39
5. SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO	46
6. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE DESENCADENARON EL ACCIDENTE - ANÁLISIS DE EVITABILIDAD.	54
7. HALLAZGOS.....	57
8. CONCLUSIONES:	59
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

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.

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) Siete (7) fotografías del lugar de los hechos.
- b) Once (11) fotografía del estado final del vehículo.
- c) Ocho (8) fotografía del día de los hechos.
- d) Informe policial de accidente de tránsito IPAT.

➤ 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. Herramienta *IRS® Calculator*, hoja de cálculo en Excel.

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 al reporte del accidente de tránsito, el hecho ocurrió el jueves 23 de septiembre de 2021 a las 14:00 horas, en el tramo de vía Llanos de Cuivá – Tarazá km 10+200 m, sector Manicomio, municipio de Yarumal (Antioquia).



Imagen No 1: En esta imagen satelital se aprecia la ubicación geográfica del lugar donde ocurrió el accidente. **6.8695508,-75.4470522**

INFORME POLICIAL DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO No. C-001261706

1. ORGANISMO DE TRÁNSITO: 05887000 SECRETARÍA TRANSITO YARUMAL

2. GRAVEDAD: CON MUERTOS ☒ CON HERIDOS ☐ SOLO DAÑOS ☐

3. LUGAR O CORDENADAS GEOGRÁFICAS: 23.09.2021 14:00 VIA LLANOS-TARAZA KM 10700 YARUMAL

3.1 LOCALIDAD O COMUNA: SECTOR MANICONGO

4. FECHA Y HORA: 23.09.2021 14:00

5. CLASE DE ACCIDENTE: CHOQUE ☒ CAÍDA OCUPANTE ☐ ATROPELLO ☐ INCENDIO ☐ VOLCAMIENTO ☐ OTRO ☐

5.1. CHOQUE CON: VEHICULO ☒ MURO ☐ SENAFORO ☐ TREN ☐ INMUEBLE ☐ POSTE ☐ ARBOL ☐ MORANTE ☐ OBJETO FUO ☐ BARANDA ☐ VALLA, SEÑAL ☐

5.2. OBJETO FUO: SENAFORO ☐ TARRINA CASETA ☐ VEHICULO ESTACIONADO ☐ OTRO ☐

6. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR: 6.1. AREA: RESIDENCIAL ☒ ESCOLAR ☐ DEPORTIVA ☐ INDUSTRIAL ☐ TURISTICA ☐ PRIVADA ☐ COMERCIAL ☐ MILITAR ☐ HOSPITALARIA ☐

6.2. SECTOR: 6.3. ZONA: 6.4. DISEÑO: 6.5. CONDICIÓN CLIMÁTICA: GRANZO ☐ VIENTO ☐ LLUVIA ☒ NORMAL ☐ NIEBLA ☐

7. CARACTERÍSTICAS DE LAS VÍAS: 7.1. GEOMETRÍAS: 7.2. SUPERFICIE DE RODADURA: 7.3. UTILIZACIÓN: 7.4. ESTADO: 7.5. CONDICIONES: 7.6. SEÑALES HORIZONTALES: 7.7. DELINEADOR DE PISO: 7.8. VISIBILIDAD:

8. CONDUCTORES, VEHICULOS Y PROPIETARIOS: 8.1. CONDUCTOR: ARELLANO DE ARCO RICARDO ENRIQUE C. 33137817 COLOMBIANO 17/04/1969

8.2. VEHICULO: 522308 R38496 COLOMBIANO X RENEWORTH T800 ARA 2013 SRS 10010826680

8.3. PROPIETARIO: O.P. TRANSPORTADORA SA MATRICULADO EN: PARQUEADERO NACHO 32214

8.4. DESCRIPCIÓN DAÑOS MATERIALES DEL VEHICULO: PARRAS, ROCE, ROTURAS, ZONA DE LIMPIEZA EN LA PARTE POSTERIOR IZQUIERDA GUARAPARRO DEL RETROVISOR.

8.5. LUGAR DE IMPACTO: 8.6. LUGAR DE IMPACTO: 8.7. FALLAS EN: 8.8. LUGAR DE IMPACTO: 8.9. LUGAR DE IMPACTO: 8.10. LUGAR DE IMPACTO:

- ORIGINAL: AUTORIDAD COMPETENTE -

Imagen No. 2: En esta imagen se muestra la página No. 1 del informe policial de accidente de tránsito IPAT.

[illegible]

Imagen No. 3: En esta imagen se muestra la página No. 2 del informe policial de accidente de tránsito IPAT.

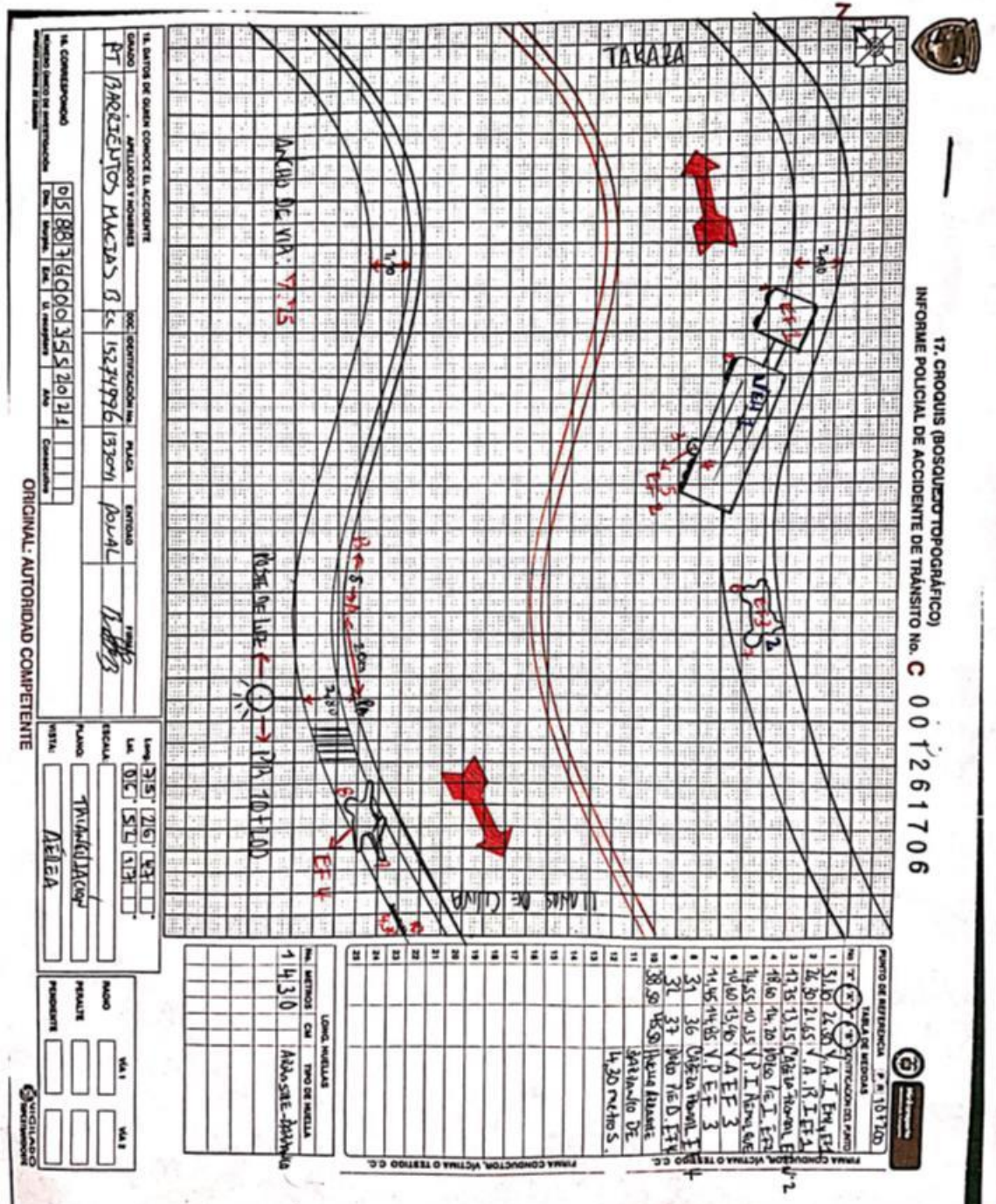
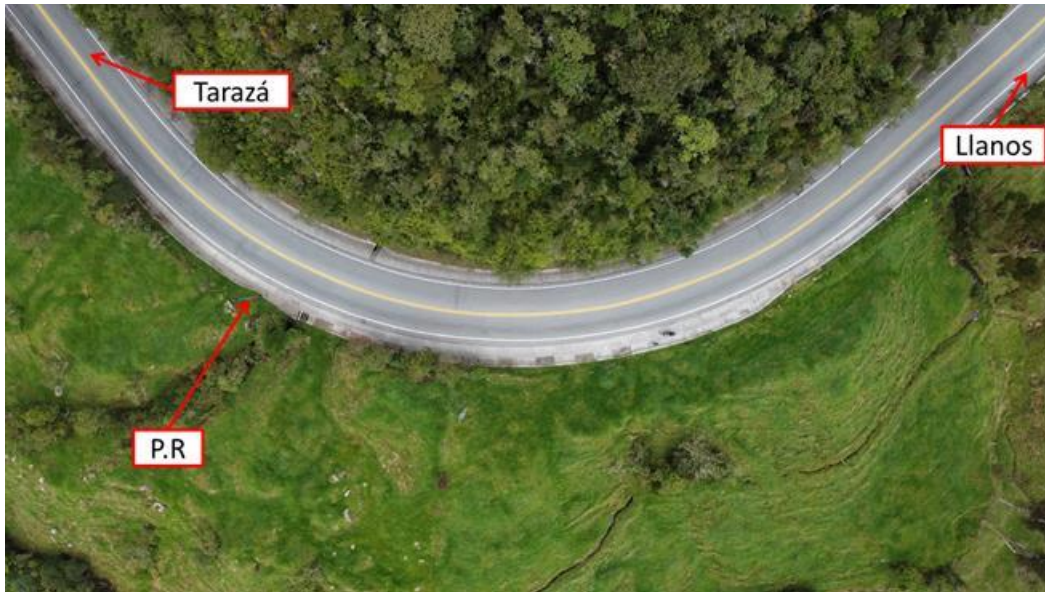


Imagen No. 4: En esta imagen se muestra el croquis (Bosquejo topográfico) elaborado por la autoridad de tránsito.

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 7 así como en la tabla No.1.



Fotografías No. 1 y 2 Panorámicas: En estas fotografías se aprecian las características generales del tramo de vía donde ocurrió el accidente; nótese el punto de referencia (P.R) utilizado para la elaboración del croquis.



Fotografías No. 3 y 4 Plano General: En estas fotografías tomada en sentido Llanos de Cuivá – Tarazá, se aprecian las características generales del tramo de vía donde ocurrió el accidente, la cual presenta demarcación de línea amarilla doble continua separadora de carriles, líneas blancas de borde, y señal vertical SP-04 “Curva pronunciada a la derecha”; nótese el punto de referencia (P.R) correspondiente a un poste utilizado por la autoridad de tránsito para la elaboración del croquis. En este sentido se desplazaba el vehículo No. 1 Tractocamión.



Fotografía No. 5 Plano General: En esta fotografía tomada en sentido Tarazá – Llanos de Cuivá, se aprecia la señal vertical SR-30 “Velocidad máxima permitida 50 km/h” ubicada en el km 11, es decir, 800 metros antes del tramo de vía donde ocurrió el accidente. En este sentido se desplazaba el vehículo No. 2 Motocicleta.



Fotografía No. 6 Plano General: En esta fotografía complemento de la anterior tomada en sentido Tarazá – Llanos de Cuivá, se aprecian las características generales del tramo de vía donde ocurrió el accidente, la cual presenta demarcación de línea amarilla doble continua separadora de carriles, líneas blancas de borde, y señal vertical SP-03 “Curva pronunciada a la izquierda”; nótese el punto de referencia (P.R) correspondiente a un poste utilizado por la autoridad de tránsito para la elaboración del croquis. En este sentido se desplazaba el vehículo No. 2 Motocicleta.



Fotografía No. 7 Plano General: En esta fotografía complemento de la anterior tomada en sentido Tarazá – Llanos de Cuivá, se aprecian las características generales del tramo de vía donde ocurrió el accidente, la cual presenta demarcación de línea amarilla doble continua separadora de carriles, y líneas blancas de borde; nótese el punto de referencia (P.R) correspondiente a un poste utilizado por la autoridad de tránsito para la elaboración del croquis. En este sentido se desplazaba el vehículo No. 2 Motocicleta.

Nota 1: Las anteriores fotografías fueron captadas por el equipo investigativo de IRS VIAL, el cual realizó la inspección a la vía el día 11 de octubre de 2021.

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

CARACTERÍSTICAS	Tramo de vía Llanos de Cuivá – Tarazá km 10+ 200 m, sector Manicomio, municipio de Yarumal (Antioquia).
ÁREA / DISEÑO	<i>Rural Nacional / Tramo de vía</i>
GEOMÉTRICAS	<i>Curva (R= 72 – 73 m), Pendiente 4,6°, Peralte 4,6°</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>Húmeda y Lluvia</i>
ILUMINACIÓN	<i>Natural</i>
CONTROLES Y SEÑALES	<i>Demarcación de línea amarilla doble continua separadora de carriles, líneas blancas de borde, y señales verticales SP-03, SP-04, SR-30.</i>

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: TRACTOCAMIÓN, KENWORTH T800**, modelo 2013, color azul, placa **SZZ 708**.



FOTOGRAFÍA No. 8: En esta fotografía se aprecian las características generales del vehículo tractocamión involucrado en el accidente.

CONDUCTOR	RICARDO ENRIQUE ARELLANO DE ARCO
IDENTIFICACIÓN	C.C. 73.137.817
EDAD	52 años
LICENCIA	B3 – C3 activas / Restricción (Conducir con lentes)

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 1
SERVICIO	PÚBLICO
OCUPANTES / CARGA	0 / 0 kg
DIMENSIONES	Largo 17,0 m Ancho 2,4 m Distancia Ejes 15,1 m https://kenworthcolombia.com/fichas/kw/ficha-tractocamion-T800.pdf
PESO TOTAL	12000 – 15000 kg

TABLA No. 2



Imagen No. 5: En esta imagen se indica con el recuadro rojo la ubicación de los daños y/o evidencias en el tractocamión.

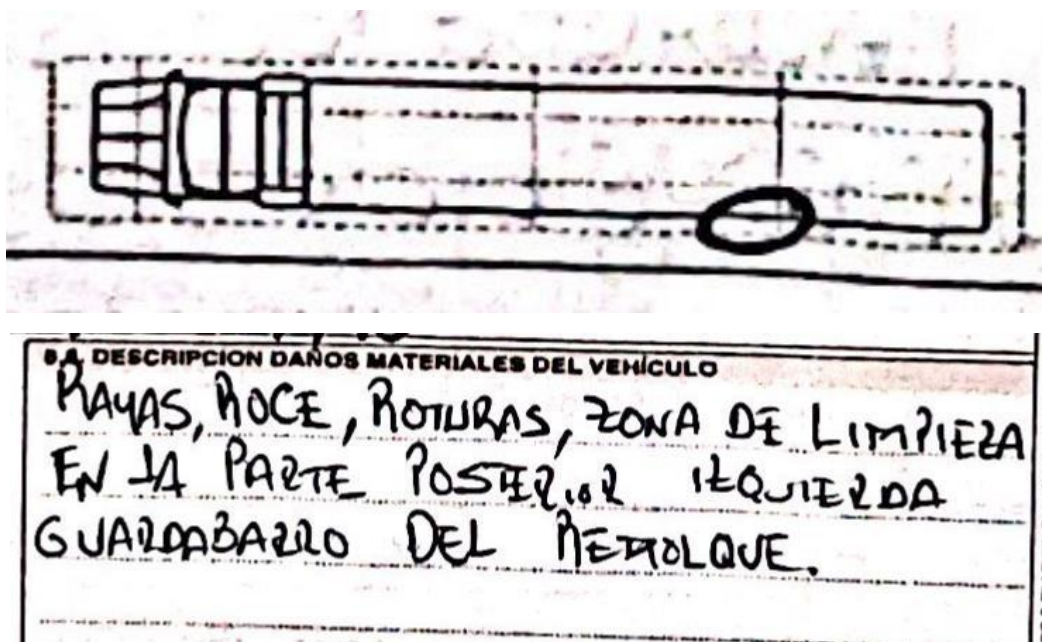


Imagen No. 6: En esta imagen se aprecia el diagrama de la autoridad, donde hacen referencia al lugar de impacto en el tractocamión (señalando la zona lateral izquierda tercio posterior) y la descripción de daños materiales presentados por el mismo registradas en el IPAT.



Fotografías No. 9 y 10: En estas fotografías se aprecia desajuste y deformación del guardafangos posterior izquierdo del semirremolque.



Fotografías No. 11 y 12 En estas fotografías se aprecian residuos de tierra en el estribo posterior del semirremolque.



Fotografías No. 13 y 14: En estas fotografías se aprecia el estado final de la zona frontal y lateral derecha del tractocamión, el cual presenta ausencia del tercio medio del bomper frontal del cabezote; es de aclarar que el mencionado daño no guarda relación con el accidente materia de investigación, por lo cual probablemente esta deformación ya estaba en el vehículo antes de la ocurrencia de los hechos

- **VEHÍCULO No. 2: MOTOCICLETA, ROYAL ENFIELD METEOR 350**, modelo 2022, color café, placa YHW 13F.



Imagen No. 7: En esta imagen se aprecian las características generales de un vehículo similar a la motocicleta involucrada en el accidente.

CONDUCTOR	JAIRO BORRERO GONZÁLEZ
IDENTIFICACIÓN	C.C. 16.752.043
EDAD	53 años
LICENCIA	A2 Activa / Sin Restricciones

CARACTERÍSTICAS	VEHÍCULO No. 2
SERVICIO	PARTICULAR
OCUPANTES	1
DIMENSIONES	Largo 2,14 m Ancho 0,84 m Alto 1,14 m Distancia entre ejes 1,4 m https://www.motofichas.com/marcas/royal-enfield/meteor-350
PESO TOTAL	220 – 240 kg

TABLA No. 3

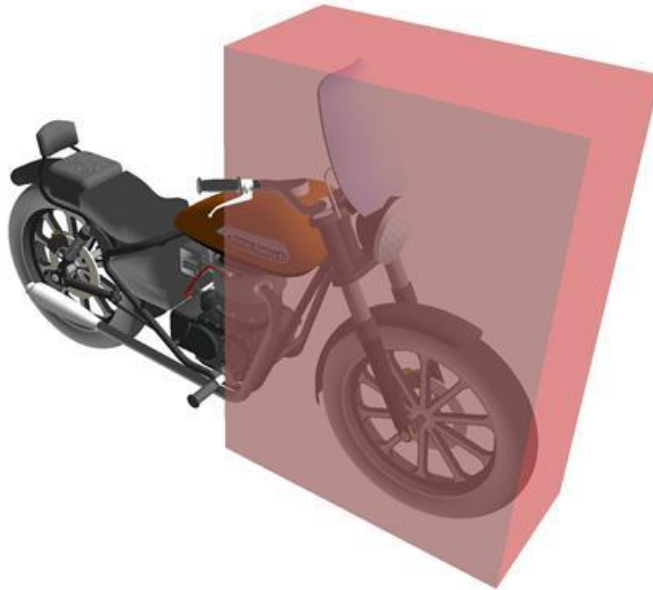


Imagen No. 8: En esta imagen se indica con el recuadro rojo la ubicación de los daños y/o evidencias en la motocicleta.

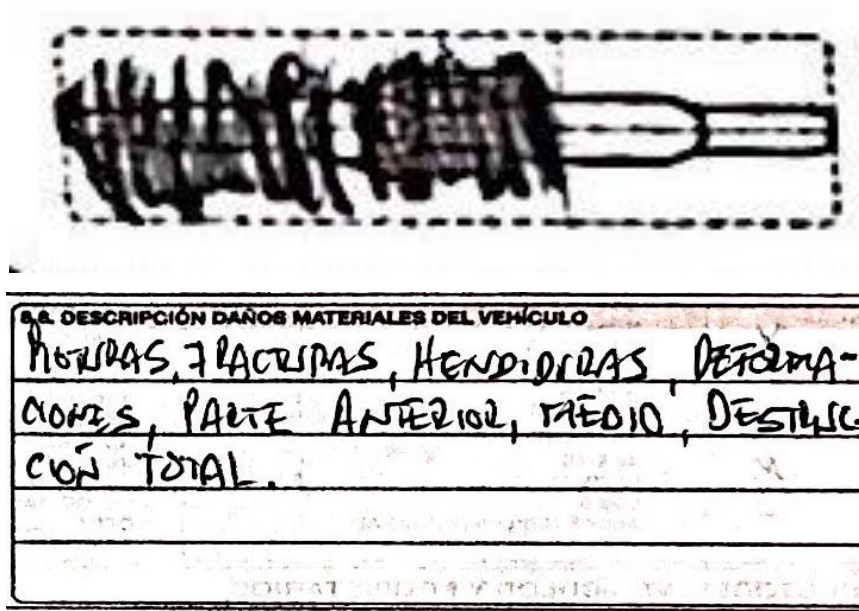


Imagen No. 9: En esta imagen se aprecia el diagrama de la autoridad donde hacen referencia al lugar de impacto en la motocicleta (señalando la zona anterior y zona media), y la descripción de daños materiales presentados por la misma, registrados en el IPAT.



Fotografías No. 15 y 16: En estas fotografías se aprecia el estado final de la zona frontal de la motocicleta, la cual presenta destrucción total del tren delantero



Fotografías No. 17 y 18: En estas fotografías se aprecia el estado final de la zona lateral izquierda y derecha, y zona posterior de la motocicleta.

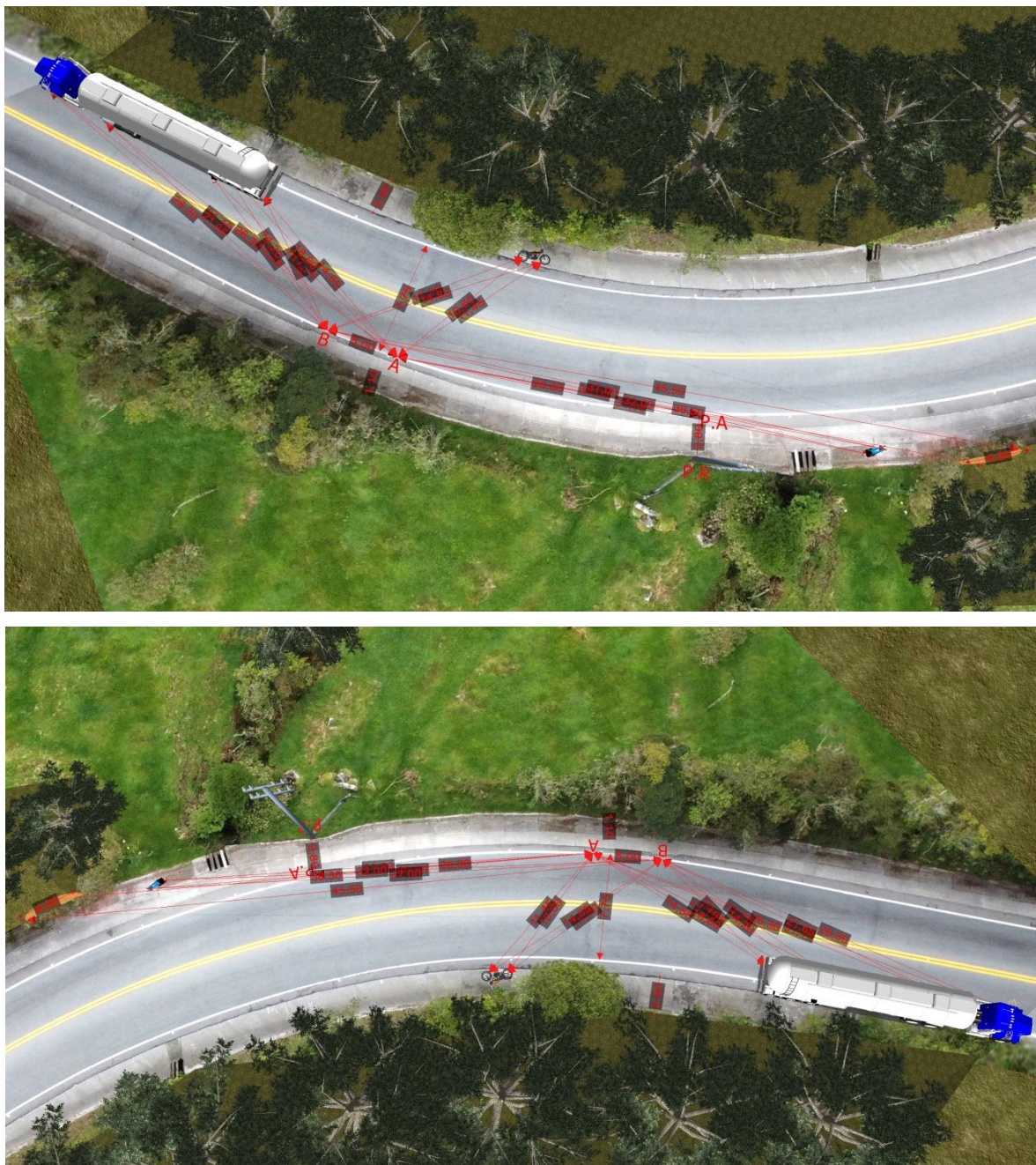


Imagen No. 11: En estas imágenes vistas en planta se observan las evidencias diagramadas en el croquis del IPAT; nótese la posición final de los vehículos, los occisos y las medidas (cotas) tomadas por la autoridad.

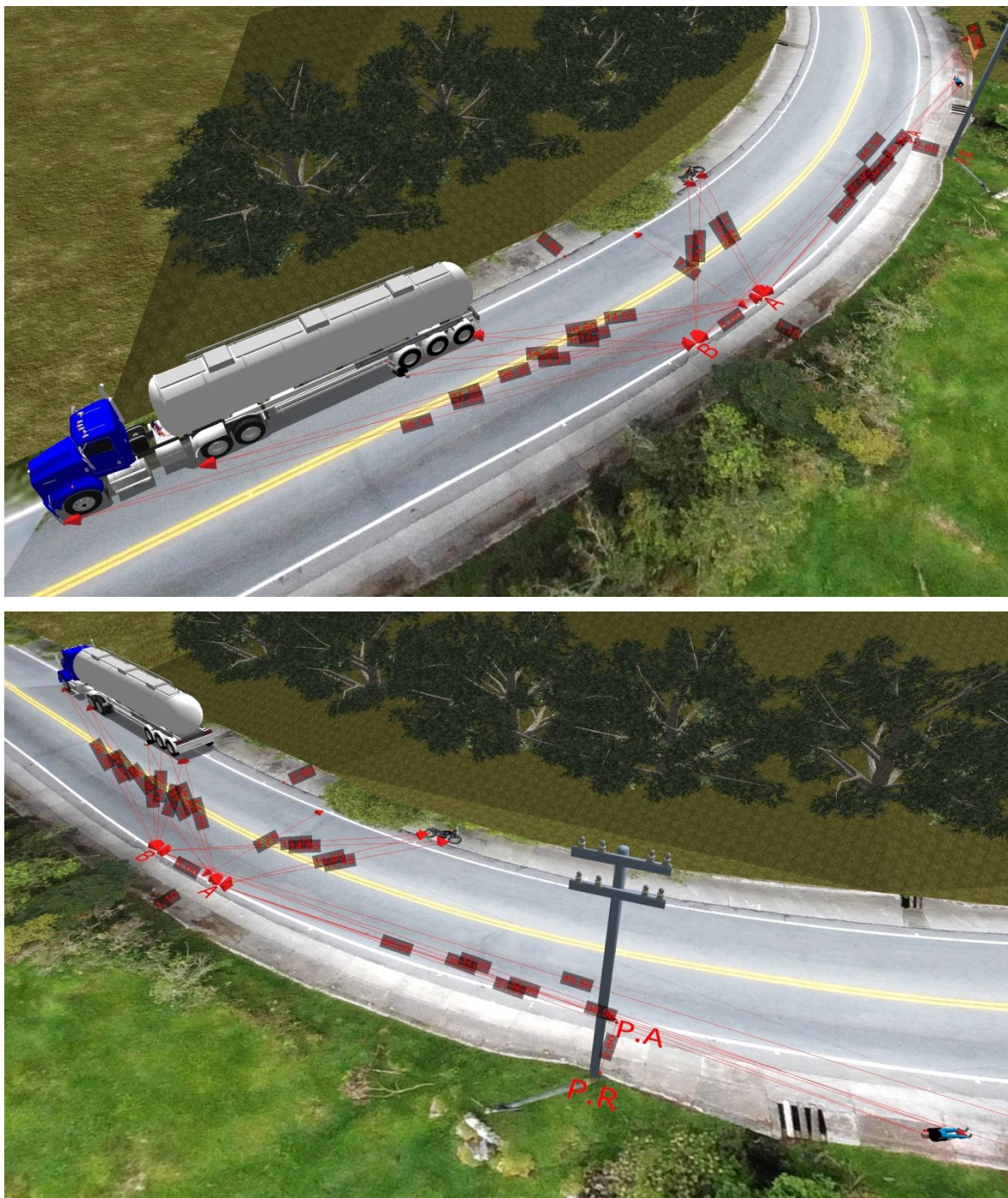


Imagen No. 13: En estas imágenes vistas en 3D se observan las evidencias diagramadas en el croquis del informe de la autoridad.



Fotografías No. 19 y 20: En estas fotografías tomadas en sentido Tarazá – Llanos se aprecian las posiciones finales del tractocamión y el occiso.



Fotografías No. 21 y 22: En estas fotografías se aprecia más de cerca la posición final de la camioneta y la motocicleta.



Fotografías No. 23 y 24: En estas fotografías se aprecia la posición final de los involucrados en el accidente, y la huella de arrastre en el talud; nótese las huellas de arrastre metálico sobre la berma, las cuales no fueron diagramadas en el croquis del IPAT.



Fotografía No. 25: En esta fotografía se aprecia la posición final de la motocicleta y la occisa; nótese la huella de arrastre en el talud.



Fotografías No. 26 y 27: En estas fotografías se aprecia la huella de arrastre en el talud, y una huella de arrastre metálico en la berma la cual no fue diagramada en el croquis del IPAT.

2.5 VÍCTIMAS:

Como consecuencia del accidente fallecieron dos (2) personas en vía pública:

NOMBRE	DATOS
JAIRO BORRERO GONZÁLEZ	C.C. 16.752.043 Fecha de nacimiento: 11/12/1967 Edad: 53 años Conductor del vehículo No. 2 Motocicleta Occiso
BLANCA NELLY CAMACHO CORREA	C.C. 51.665.325 Fecha de nacimiento: 19/12/1962 Edad: 58 años Ocupante (parrillera) del vehículo No. 2 Motocicleta Occisa

TABLA No. 4

2.6 VERSIONES:

El equipo investigativo de IRS VIAL toma la versión del conductor del vehículo No. 1 tractocamión:

“Es mi deber recordarle que de conformidad con la ley esta versión es libre y espontánea, en ningún momento estará obligado o coaccionado a brindarme esta entrevista. **PREGUNTA:** Usted está de acuerdo en continuarla. **RESPUESTA:** claro que sí. **PREGUNTA:** conoce el motivo de esta entrevista. **RESPUESTA:** sí. **PREGUNTA:** nombre completo y número de cédula. **RESPUESTA:** Ricardo Enrique Arellano de Arco C.C: 73.137.817. **PREGUNTA:** teléfonos de contacto celular y hijo.

RESPUESTA: 3244108327. **PREGUNTA:** Dirección de residencia. **RESPUESTA:** Diagonal 55 E No. 17 A – 23 Barrio Las Colonias, Coledad Atlántico. **PREGUNTA:** Edad. **RESPUESTA:** 52 años. **PREGUNTA:** relate una versión de los hechos, cómo se presentó este incidente de tránsito. **RESPUESTA:** yo bajaba por mi carril normal siempre bajaba pegadito a la cuneta yo iba mirando mi retrovisor derecho para no pegar con algún box Culvert porque me puede estallar una llanta y hacia el frente, cuando de repente miro el retrovisor y siento el impacto fuerte, cuando volteo por el otro retrovisor veo el reguero de cosas que van hacia atrás, objetos, procedo a frenar inmediatamente, la superficie está mojada, el tráiler se me atraviesa hacia la izquierda y es cuando sutilmente rosa el barranco, yo como puedo maniobro el carro, regreso el tráiler hacia el carril derecho por donde iba sin invadir en ningún momento con el cabezote el otro carril el izquierdo, regreso el tráiler otra vez y coloco los frenos de parqueo, me bajo y es cuando encuentro la primera víctima debajo de las llantas del tráiler, frené encima de esa persona, más arriba noto que hay otra persona de sexo femenino también yace sin vida allá arriba, justo en el punto donde impactó el carro en el barranco. **PREGUNTA:** qué vehículo conducía para ese día del hecho. **RESPUESTA:** un carro cisterna marca Kenworth. **PREGUNTA:** se desplazaba solo o acompañado. **RESPUESTA:** solo. **PREGUNTA:** el vehículo llevaba algún tipo de carga. **RESPUESTA:** yo iba totalmente vacío, esa es la razón por la que el carro se me atraviesa. **PREGUNTA:** estas personas que se desplazaban en la moto en qué parte impactan su vehículo. **RESPUESTA:** yo vengo bajando de santa Rosa a Yarumal, inicialmente pienso que el impacto se produce atrás en la defensa del carro porque cuando yo miro por el retrovisor veo el reguero de cosas, como llueve fuertemente, resulta que cuando me bajo observo donde impactan los señores, ellos impactan entre el ciclista y el principio del guarda barro del tráiler margen izquierda, o sea en la llanta del tráiler de manera frontal donde termina el ciclista, desprenden el guarda barro del soporte, ahí se ve en las fotos donde está doblado, la joven supongo yo porque el impacto fue fuerte, supongo yo que impactó con la llanta y sale disparada de donde vienen ellos porque vienen subiendo, se puede evidenciar que el impacto del carro sobre el barranco es posterior al impacto porque el cadáver de la muchacha tiene fragmentos del barro del barranco porque después de que el carro rosa ahí, le cae a ella, todo eso lo evidenció yo en fotografías. **PREGUNTA:** cuando usted me habla de ciclista a qué parte exactamente se refiere.

RESPUESTA: el ciclistero es una baranda de seguridad que va desde las llantas del cabezote hasta las llantas de atrás del tráiler es una parrilla para evitar que la gente que impacte se vaya debajo del carro. **PREGUNTA:** el cabezote del vehículo transita en sentido contrario. **RESPUESTA:** nunca, nunca invadió el carril de sentido contrario nunca, eso más que ser una hipótesis de la policía no pasa de ahí, el tráiler mide trece metros, solo el tráiler si voy en el carril contrario y como dice el policía que yo voy en el carril contrario y cuando veo la moto trato de esquivarla y la atravesé, yo desbarato ese tráiler, los cadáveres también hablan, tienen desmembramiento de miembros superior e inferior izquierdo la parte frontal lo que es el pecho y el rostro de los cadáveres están intactos, el policía argumenta que yo me atravieso y los barro, eso es imposible la misma escena habla, el impacto es lateral, el conductor sufre desmembramiento del miembro superior izquierdo, lo que indica que el impacto fue lateral, no frontal, el carro no tiene golpe frontal, el golpe de ellos fue contra las llantas del tráiler la moto está totalmente destruida en el lado izquierdo, ahora hay que tener en cuenta llueve fuertemente es imposible la visibilidad, esta persona no puede mantener la visera abajo porque se le nubla con la respiración, si no tienen casco o levanta la visera es imposible con la lluvia que caía a esa velocidad tenga una clara visibilidad. **PREGUNTA:** a qué hora se presentó ese hecho. **RESPUESTA:** ese accidente se presentó entre la 1:45 de la tarde y las 2 de la tarde. **PREGUNTA:** cuando usted siente que algo golpea su vehículo, frena inmediatamente. **RESPUESTA:** instintivamente mi reacción es frenar, cuando freno la superficie mojada llueve fuertemente, el tráiler se me atraviesa pero mi experiencia, mis años conduciendo, mi pericia, permitieron re direccionar el carro, porque bajo esas condiciones tuve el riesgo de salirme de la vía, no iba a una velocidad mayor a 50 kilómetros por hora, logré controlar el tráiler y regresarlo nuevamente al carril donde iba, ahora mira cuánto hay desde el punto de impacto hasta dónde quedó el carro no hay más de veinte metros y mire que el carro no se atravesó totalmente el carro impacta con la punta del tráiler el barranco y yo lo recupero totalmente, es más, la superficie mojada jugó un papel en contra mío cuando me atravieso pero para volver el carro al carril jugó un papel a favor porque se me fue fácil, tiré para un lado y la cola nuevamente regresó sobre la superficie mojada. **PREGUNTA:** el impacto que siente, cuando transitaba en esa vía fue paralelo al barranco o mucho antes. **RESPUESTA:** no señor, antes del montículo, siento el impacto apenas ingreso a la

curva, eso es un dato que no quedó consignado en el croquis, los señores que hicieron el informe omitieron relacionar información importante en el plano, porque colocaron como punto de impacto el barranco y el impacto no se produjo en el barranco, los vestigios que se evidencian en las fotografías, indican que el impacto se produjo mucho más arriba de donde cayó el cadáver de la muchacha, antes, eso no lo registraron el reguero de cosas registradas en el croquis, hay una omisión, falencias en el croquis. Ahora; la distancia donde queda la moto, por qué la moto queda a la margen derecha si como dice el policía yo me atravieso y los barro la moto no debió haber quedado a la margen derecha de la mula, debió quedar en el carril izquierdo y abajo, porque según lo que dijo el policía, yo debí reversar la moto con el impacto, solo que como el señor impacta de manera lateral la moto sigue su curso por debajo del tráiler y queda a la margen derecha de donde voy, por eso queda en el carril derecha hacia arriba sobre la berma, desbaratada sobre todo en la parte lateral izquierda. **PREGUNTA:** cuánto tiempo pasó para que llegara al sitio una persona en otro vehículo. **RESPUESTA:** pasaron dos minutos para que llegara un señor en una mula azul que venía detrás de mí y una señora en un carro blanco que me dijo que los señores de la moto la habían adelantado mucho antes del lugar del accidente, ahí no había ningún testigo no había nadie solo la moto la mula, los ocupantes de la moto y mi persona. **PREGUNTA:** desea agregar algo más que considere importe. **RESPUESTA:** no señor. **PREGUNTA:** hacia donde se dirigía. **RESPUESTA:** hacia la ciudad de Cartagena.”

Esta entrevista fue tomada por el investigador forense Julián Andrés Arteaga Rojas identificado con C.C: 1.152.687.999.

3. 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) de los mismos, las lesiones fatales que se presentaron, y las posiciones finales de los involucrados, se obtiene la posición relativa al momento del impacto entre los automotores; se encuentra un contacto para el vehículo No. 1 tractocamión en su primera rueda izquierda del semirremolque, y para el vehículo No.2 motocicleta en su zona frontal.

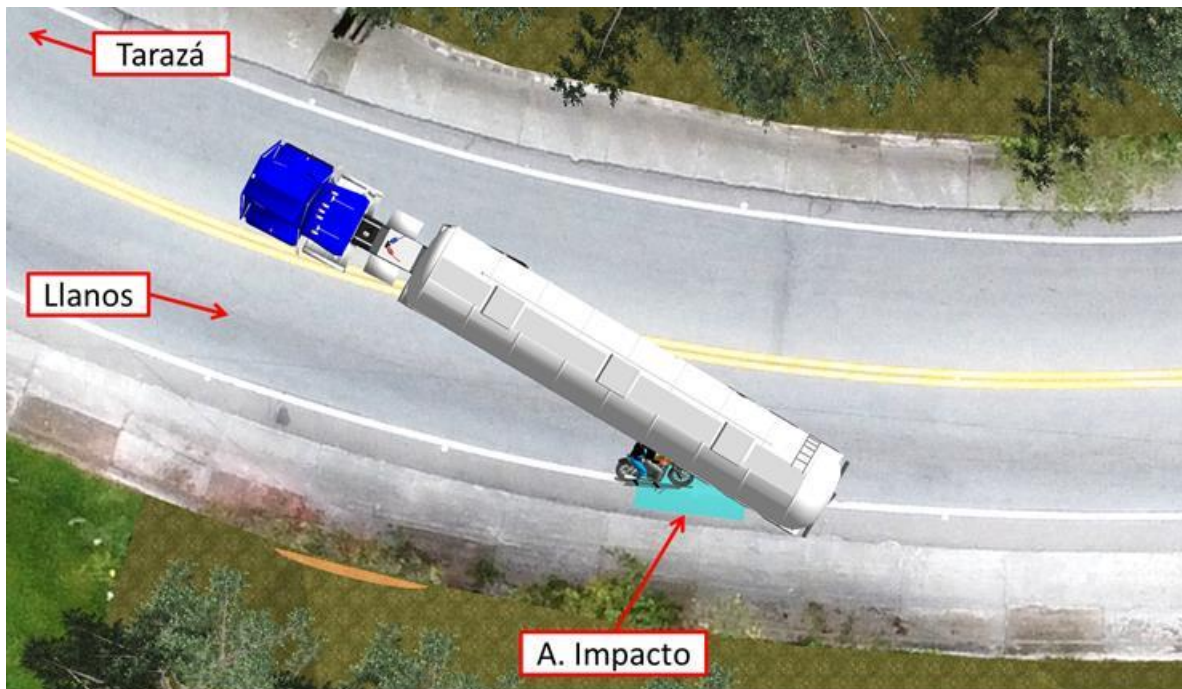


Imagen No. 12: En esta imagen vista en planta se muestra la posición relativa de los vehículos al momento del impacto, y el área de color azul donde se presenta la colisión.

El área azul de 3,0 x 2,0 m en las imágenes, indica que el impacto entre los vehículos involucrados se presenta en cualquier punto de esta, con los ángulos que allí se observan, la cual se encuentra ubicada en el carril que conduce de Tarazá a Llanos de Cuivá, es decir, en el carril de desplazamiento de la motocicleta.

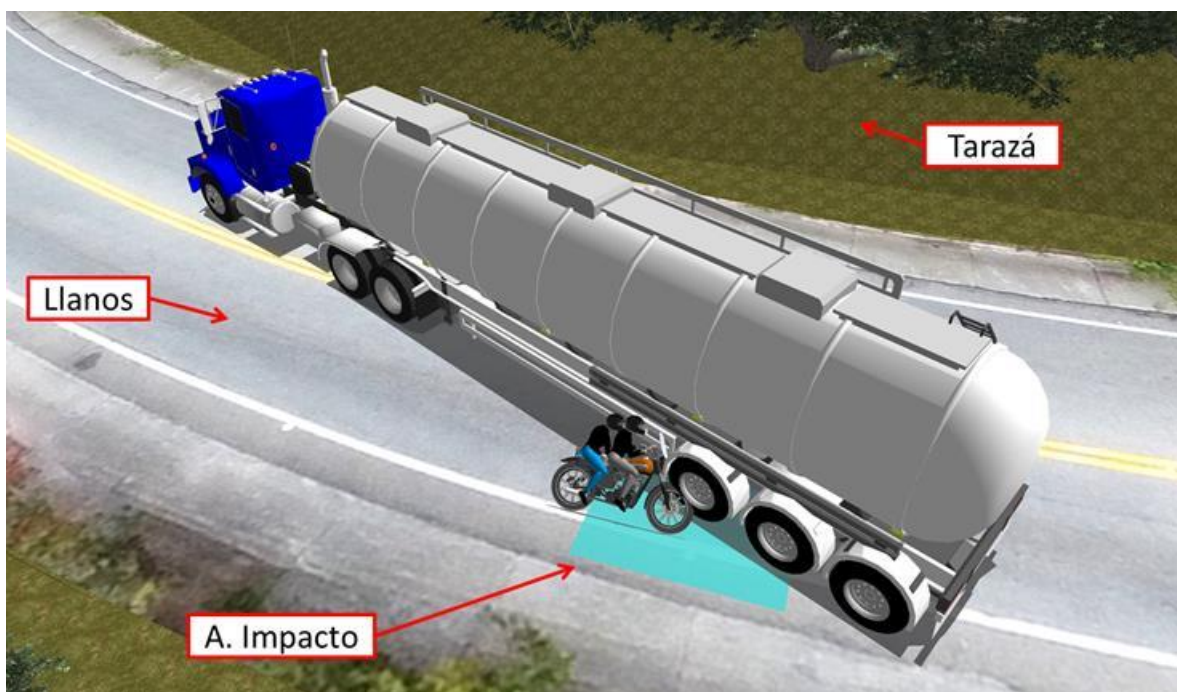
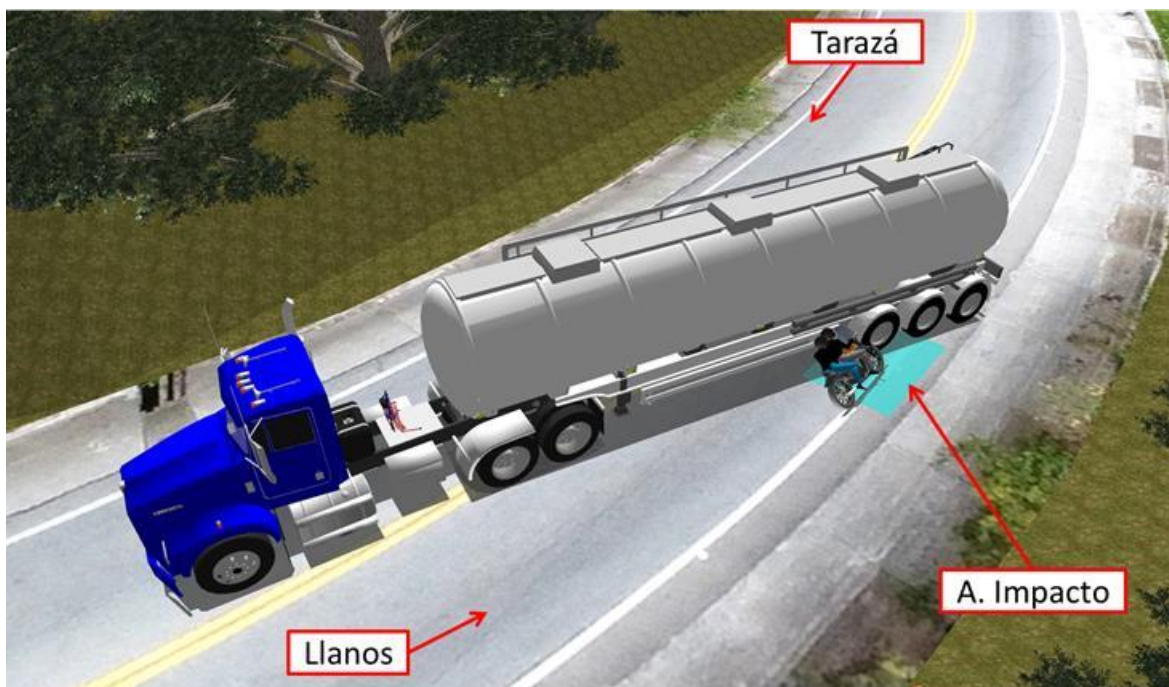


Imagen No. 13: En estas imágenes vistas en 3D se muestra la posición relativa de los vehículos al momento del impacto, y el área de color azul donde se presenta la colisión.

4. 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 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 los vehículos y la secuencia del accidente se basa en la utilización de un **MODELO FÍSICO** basado de las leyes de la física, leyes de la cinemática, 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 se localizó teniendo en cuenta las trayectorias que seguían los vehículos antes de la colisión, los daños que estos presentaron, sus lugares de impacto, sus posiciones finales, y las evidencias en la vía, a partir de los resultados de los cálculos realizados, utilizando en conjunto las leyes de la cinemática, lugares diferentes no dieron resultados físicamente posibles y por tal motivo se descartan.
- Los vehículos después del impacto se detienen por el rozamiento de las llantas con el asfalto húmedo para el tractocamión, el arrastre de la motocicleta sobre el piso, además el arrastre de los ocupantes de la motocicleta sobre la vía.
- La región donde se produjo la colisión y hasta donde se detuvieron los vehículos es curva, pendiente 4,6° (subiendo para la motocicleta, bajando para el tractocamión), se encontraba húmeda, con lluvia, en buen estado, y con iluminación natural.

- 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, entre $\mu=0,7$ y $\mu=0,9$ para el arrastre de los ocupantes de la motocicleta sobre la vía, entre $\mu=0,3$ y $\mu=0,5$ para la motocicleta, y entre $\mu=0,2$ y $\mu=0,3$ para el tractocamión durante la frenada.
- La posición relativa de los vehículos al momento del impacto se encuentra a partir de los daños que estos presentaron, sus lugares de impacto, sus posiciones finales y las evidencias en la vía.
- Un proceso de frenada de emergencia se calcula teniendo en cuenta un tiempo de reacción del conductor entre 1,2 y 1,5 s, la desaceleración del vehículo durante la frenada es uniforme con un *coeficiente de rozamiento efectivo* entre 0,4 y 0,5 para el tractocamión y entre 0,2 y 0,4 para la motocicleta.
- 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 adquiere 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 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.

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, pag 96.

- 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, en base a una comparación visual del daño.
- 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 2: 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.

4.1 CÁLCULO DE LA VELOCIDAD RELATIVA INICIAL Y EL ΔE DE LOS VEHÍCULOS A PARTIR DE LA TECNICA EES.

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

V_{R1} = Velocidad relativa inicial. Se obtuvieron valores: entre 67 y 98 km/h.

V_{R2} = Velocidad relativa final. Se utilizó 0 km/h.

m^* = masa reducida.

ΔE = Energía total de deformación.

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

m_1 = masa del vehículo tractocamión: entre 13000 y 14000 kg.

m_2 = masa del vehículo motocicleta: entre 230 y 240 kg.

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

EES_1 = Velocidad equivalente de Energía del tractocamión: entre 8 y 12 km/h.

EES₂ = Velocidad equivalente de Energía de la motocicleta: entre 25 y 30 km/h.

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

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

ΔV : Cambio de velocidad del vehículo durante el impacto.

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

$$E = E_1 + E_2 \quad (6)$$

E₁= Energía absorbida por el vehículo No. 1.

E₂= Energía absorbida por el vehículo No. 2.

$$E_1 = \frac{EES_1^2 * m_1}{2} \quad (7)$$

$$E_2 = \frac{EES_2^2 * m_2}{2} \quad (8)$$

EES = Velocidad equivalente de Energía: Es la velocidad del vehículo al colisionar contra una barrera indeformable y presentar los mismos daños que resultaron en el accidente.

Se obtiene un ΔV para el tractocamión: entre 1,1 y 1,6 km/h.

Se obtiene un ΔV para la motocicleta: entre 65,6 y 95,9 km/h.

IRS® Calculator			
Calculo de ΔV a partir de estimación de EES			
Masa del vehículo 1	13500		
EES mínimo V1	8	km/h	
EES máximo V1	12	km/h	
Masa del vehículo 2	230	Kg	
EES mínimo V2	25		
EES máximo V2	30	km/h	
Velocidad relativa final mínima	0	km/h	
Velocidad relativa final máxima	0	km/h	
Resultados			
Energía mínima del vehículo 1	33333		
Energía máxima del vehículo 1	75000		
Energía mínima del vehículo 2	5546		
Energía máxima del vehículo 2	7986		
Energía total mínima	38879		
Energía total máxima	82986		
		ΔV Vehículo 1	
		mínimo	1,1
		máximo	1,6
		ΔV Vehículo 2	
		mínimo	65,6
		máximo	95,9
		Velocidad relativa inicial mínima	66,8
		Velocidad relativa inicial máxima	97,5

Imagen No. 14: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta IRS® Calculator.

4.2 VELOCIDAD DEL TRACTOCAMIÓN DE ACUERDO A LA DISTANCIA RECORRIDA DESDE EL IMPACTO HASTA DETENERSE

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

V_v : Velocidad del tractocamión al momento del impacto: entre 54 y 68 km/h.

μ : Coeficiente de rozamiento efectivo entre las llantas y el asfalto seco: 0,2 y 0,3.

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

d : Distancia total recorrida por el vehículo: entre 58 y 61 m.

θ : Pendiente de la vía: 8,05% (4,6°) (bajando).

t : Tiempo de respuesta para el conductor del vehículo: se utilizó 0 s, es decir, el conductor se encontraba frenando al momento del impacto.

VELOCIDAD DEL TRACTOCAMIÓN DE ACUERDO A LA DISTANCIA RECORRIDA DESDE EL IMPACTO HASTA QUE SE DETIENE COMPLETAMENTE									
DISTANCIA MINIMA	d min (m)	58	  <small>INVESTIGACIÓN FORENSE RECONSTRUCCIÓN SEGURIDAD VIAL</small>						
DISTANCIA MAXIMA	d max (m)	61							
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MINIMO	μ min	0,2							
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MAXIMO	μ max	0,3							
TIEMPO DE REACCIÓN MINIMO	tr min (seg)	0							
TIEMPO DE REACCIÓN MAXIMO	tr max (seg)	0							
PENDIENTE DE LA VIA	%	8,05	0,08						
RESULTADOS									
PLANO				Tipo de vehiculo					
				Grandes	Medianos	Pequeños			
				VELOCIDAD MINIMA	15,08	54,28	km/h	57,00	59,71
VELOCIDAD MAXIMA				18,94	68,18	km/h	75,00	78,41	81,82

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

4.3 VELOCIDAD RELATIVA INICIAL DE ACUERDO A LA VELOCIDAD DE CADA VEHÍCULO Y AL ÁNGULO QUE FORMAN AL IMPACTO

$$V_{ri}^2 = V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 V_2 \cos\theta \quad (10)$$

V_{ri} : Velocidad relativa inicial, entre 67 y 98 km/h.

V_1 : Velocidad de impacto del TRACTOCAMIÓN: entre 42 y 58 km/h.

V_2 : Velocidad de impacto de la MOTOCICLETA: entre 27 y 41 km/h.

θ : Ángulo que forman las velocidades al momento del impacto, entre 147° y 152° para el tractocamión, y entre 350° y 355° para la motocicleta.

VELOCIDAD RELATIVA INICIAL							
	$\alpha 1i$	$\alpha 2i$	V1	V2			
IRS® Calculator							
	$\alpha 1i (^{\circ}) \min$	$\alpha 2i (^{\circ}) \min$	V1i (km/h)min	V2i (km/h)min	$\alpha 1i (^{\circ}) \min$	$\alpha 2i (^{\circ}) \min$	
	147	350	42	27	2,57	6,11	
	$\alpha 1i (^{\circ}) \max$	$\alpha 2i (^{\circ}) \max$	V1i (km/h)max	V2i (km/h)max	$\alpha 1i (^{\circ}) \max$	$\alpha 2i (^{\circ}) \max$	
	152	355	58	41	2,65	6,20	
RESULTADO							
Velocidad Relativa	Vr min	67,05					
	Vr max	97,82					

Imagen No. 16: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta *IRS® Calculator*.

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

$$D_T = \frac{(V_v \mp g t_r \sin \theta)^2}{2(\mu \cos \theta \pm \sin \theta)g} + t_r V_v \mp \frac{t_r^2 g \sin \theta}{2} \quad (11)$$

D_T = Distancia total recorrida.

V_v = Velocidad del vehículo.

g = Valor de la aceleración gravitacional terrestre 9,8 m/s².

t_r = tiempo de reacción de una persona atenta.

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

θ : Pendiente de la vía 4,6°.

IRS® Calculator

DISTANCIA TOTAL DE PARADA TRACTOCAMIÓN

VELOCIDAD MINIMA INICIAL	Vo min (km/h)	42	11,7
VELOCIDAD MAXIMA INICIAL	Vo max (km/h)	58	16,1
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MINIMO	μ min	0,4	
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MAXIMO	μ max	0,5	
TIEMPO DE REACCIÓN MINIMO	tr min (seg)	1,2	
TIEMPO DE REACCIÓN MAXIMO	tr max (seg)	1,5	
PENDIENTE DE LA VIA	%	8,05	0,08

IRS® Calculator



INVESTIGACIÓN FORENSE, RECONSTRUCCIÓN, SEGURIDAD VIAL

Radianes	Grados
	4,60

RESULTADOS

PLANO	distancia de reacción	distancia de frenado	Distancia total
BAJANDO			
DISTANCIA MINIMA	14,6 m	19,4 m	34,0 m
DISTANCIA MAXIMA	25,1 m	47,9 m	72,9 m

IRS® Calculator

DISTANCIA TOTAL DE PARADA MOTOCICLETA

VELOCIDAD MINIMA INICIAL	Vo min (km/h)	26	7,22
VELOCIDAD MAXIMA INICIAL	Vo max (km/h)	42	11,67
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MINIMO	μ min	0,2	
COEFICIENTE DE FRICCIÓN MAXIMO	μ max	0,4	
TIEMPO DE REACCIÓN MINIMO	tr min (seg)	1,2	
TIEMPO DE REACCIÓN MAXIMO	tr max (seg)	1,5	
PENDIENTE DE LA VIA	%	8,05	0,08

IRS® Calculator



INVESTIGACIÓN FORENSE, RECONSTRUCCIÓN, SEGURIDAD VIAL

Radianes	Grados
	4,60

RESULTADOS

PLANO	distancia de reacción	distancia de frenado	Distancia total
SUBIENDO			
DISTANCIA MINIMA	8,1 m	4,2 m	12,3 m
DISTANCIA MAXIMA	16,6 m	20,1 m	36,7 m

Imagen No. 22: En esta imagen se observa el desarrollo de los cálculos realizados con la herramienta *IRS® Calculator*.

5. SECUENCIA DEL ACCIDENTE DE TRÁNSITO.

Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento se plantea la secuencia probable para el accidente en donde: Antes del accidente, el vehículo No.1 **TRACTOCAMIÓN** se desplazaba por el centro de la calzada en sentido Llanos de Cuivá – Tarazá a una velocidad al momento del impacto comprendida entre cuarenta y dos (**42 km/h**) cincuenta y ocho (**58 km/h**) kilómetros por hora, y el vehículo No. 2 **MOTOCICLETA** se desplazaba por el carril derecho en sentido Tarazá – Llanos de Cuivá a una velocidad al momento del impacto comprendida entre veintisiete (**27 km/h**) y cuarenta y un (**41 km/h**) kilómetros por hora.

Las velocidades calculadas son al momento del impacto, antes podrían haberse desplazado a mayor velocidad y realizar maniobras de frenado sin dejar evidencias, especialmente la motocicleta.

El tractocamión desplazándose por el centro de la calzada, su conductor pierde el control del mismo y el semirremolque realiza una maniobra de derrape ocupando el carril de sentido contrario y con su primera rueda izquierda impacta con la zona frontal de la motocicleta la cual cae al suelo con sus ocupantes, luego el semirremolque sigue derrapando y con su vértice posterior izquierdo impacta con el talud dejando una huella de 4,3 metros, a la vez que arrastra a los ocupantes de la motocicleta, y esta última se desliza por la vía hasta detenerse y quedar en posición final, mientras que el tractocamión retorna a su carril de desplazamiento realizando una maniobra de frenado para detenerse y alcanzar su posición final.

A continuación se aprecia en orden cronológico la secuencia del accidente:

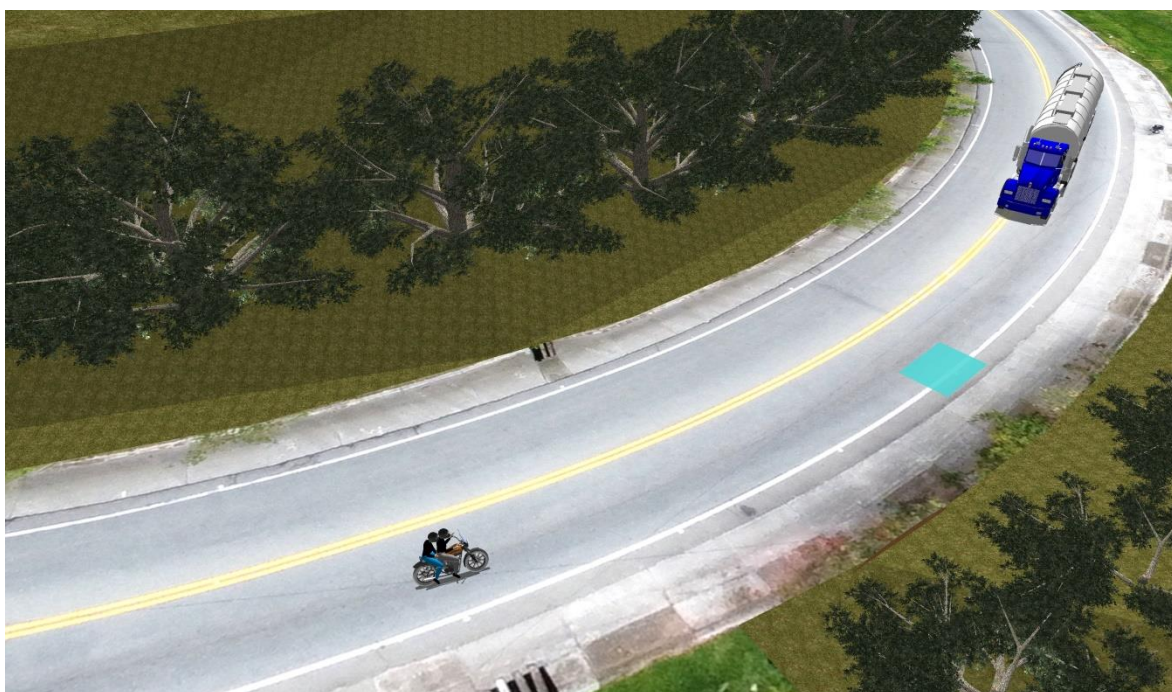


Imagen No. 17: En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia de los vehículos antes del impacto.



Imagen No. 18: En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia de los vehículos antes del impacto, y la posición relativa al momento de la colisión.

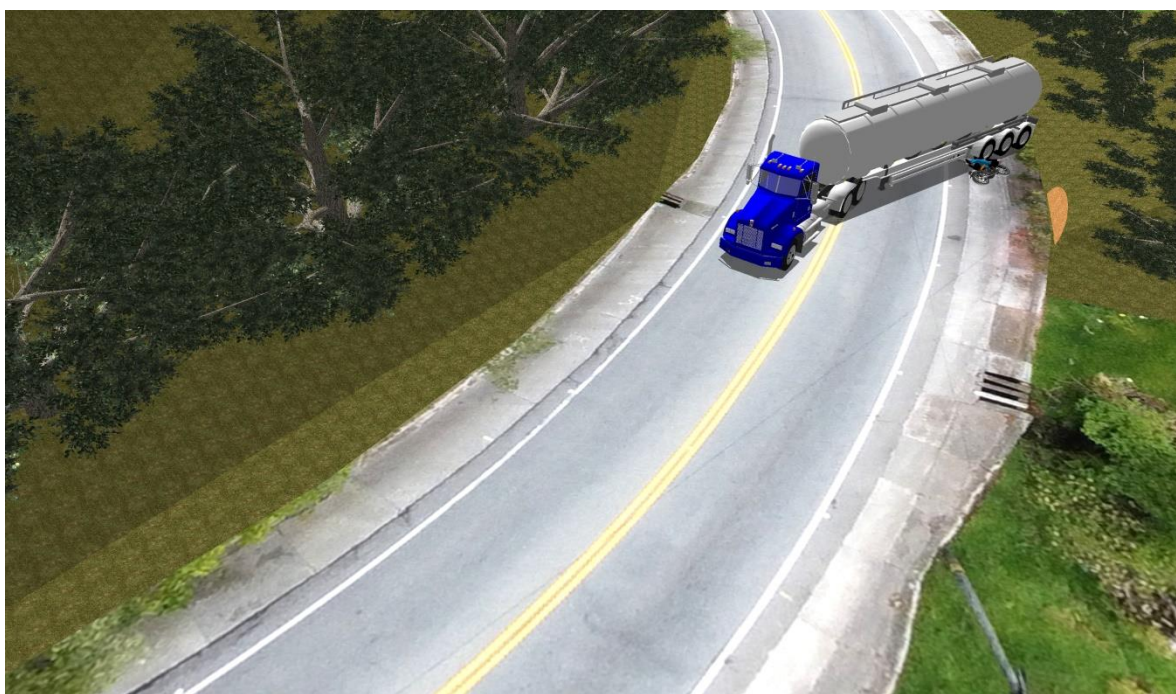


Imagen No. 19: En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia de los vehículos al momento y después del impacto.



Imagen No. 20: En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia de los vehículos después de la colisión; nótese el impacto del semirremolque con el talud.



Imagen No. 21: En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia de los vehículos después de la colisión; nótese la posición final de la motocicleta y la occisa.



Imagen No. 22: En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia del tractocamión arrastrando al conductor de la motocicleta.

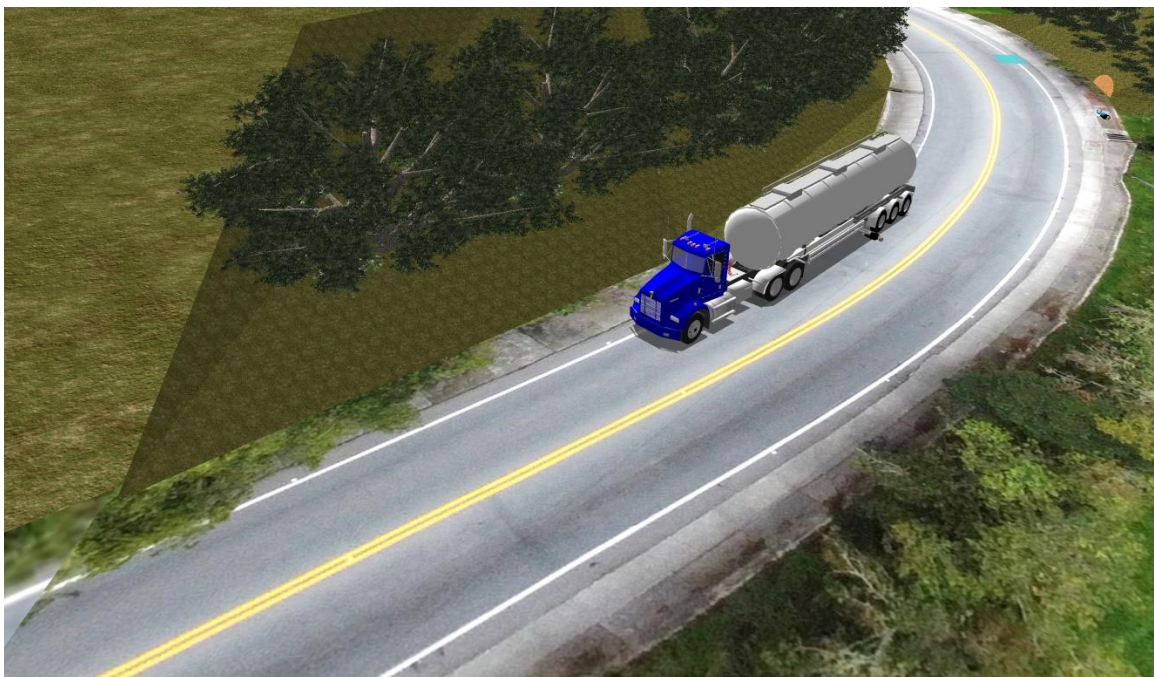


Imagen No. 23: En estas imágenes vistas en 3D se aprecia la secuencia del tractocamión arrastrando al conductor de la motocicleta, y la posición final de los involucrados respecto del área de impacto

6. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS QUE DESENCADENARON EL ACCIDENTE - 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 dos (1,2) y uno coma cinco (1,5 s) 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 diurnas, vía húmeda, con lluvia, y con iluminación natural.

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 <i>dR</i>	Distancia de Frenado <i>dF</i>	Distancia Total de frenado <i>dT</i>
TRACTOCAMIÓN Entre 42 y 58 km/h	Entre 14,6 y 25,1 m	Entre 19,4 y 47,9 m	Entre 34,0 y 73,0 m
MOTOCICLETA Entre 27 y 41 km/h	Entre 8,1 y 16,6 m	Entre 4,2 y 20,1 m	Entre 12,3 y 36,7 m

TABLA No. 5

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. 24: En estas imágenes se aprecia la posible visual de los conductores de los vehículos antes de la colisión.

7. HALLAZGOS:

- a. Los resultados del análisis hecho son compatibles con el modelo físico utilizado, en particular con la posición final de los involucrados, las evidencias en la vía, el estado final (daños y evidencias) de los vehículos, y las lesiones fatales que se presentaron.
- b. La construcción del croquis en 3D se basa en el reporte de la autoridad de tránsito y en el registro de rastros y evidencias diagramados y referenciados en el croquis del IPAT, complementado con la inspección al lugar de los hechos, y las fotografías del día del accidente.
- c. En las fotografías del día de los hechos se alcanza a recibir una huella de arrastre metálico la cual no fue diagramada en el croquis del IPAT.
- d. El área azul de 3,0 x 2,0 m en las imágenes, indica que el impacto entre los vehículos involucrados se presenta en cualquier punto de esta, con los ángulos que allí se observan, la cual se encuentra ubicada en el carril que conduce de Tarazá a Llanos de Cuivá, es decir, en el carril de desplazamiento de la motocicleta.
- e. El tramo de vía donde se presentó el accidente, es una curva, pendiente 4,6° (subiendo para la motocicleta, bajando para el tractocamión), de material asfalto en buen estado, se encontraba húmeda con lluvia, y con iluminación natural.
- f. En el tramo de vía donde se presentó el accidente, área rural, la velocidad máxima permitida es de 80 km/h en sentido Llanos de Cuivá – Tarazá, y de 50 km/h en sentido Tarazá – Llanos de Cuivá según señal vertical.
- g. Según el IPAT el examen de embriaguez realizado al conductor del vehículo No. 1 tractocamión arrojó resultado negativo.
- h. No se cuenta con información que permita identificar el estado anímico, fisiológico y de embriaguez en el que se encontraba el conductor de la motocicleta al momento de la ocurrencia de los hechos.
- i. En el croquis del IPAT elaborado por la autoridad no fueron diagramadas huellas de frenado ni de arrastre metálico sobre la vía.
- j. Técnicamente no es posible determinar en el presente caso, la participación de un tercer vehículo en la ocurrencia del accidente de tránsito.

- k. En el IPAT no se registraron testigos presenciales del accidente.
- l. En el IPAT se registró como causa probable (hipótesis) del accidente para vehículo No. 1 tractocamión el código 104 *“Adelantar invadiendo carril de sentido contrario” (Sobrepasar invadiendo el carril de otro que viene en sentido contrario)*.
- m. Los resultados obtenidos poseen un margen de incertidumbre como consecuencia del análisis objetivo de la evidencia y el error sistemático que se llega 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.

8. CONCLUSIONES:

8.1 Secuencia:

1. Basados en el registro de evidencias y el análisis realizado para el evento se plantea la secuencia probable⁴ para el accidente en donde: Antes del accidente, el vehículo No.1 TRACTOCAMIÓN se desplazaba por el centro de la calzada en sentido Llanos de Cuivá – Tarazá a una velocidad al momento del impacto comprendida entre cuarenta y dos (42 km/h) cincuenta y ocho (58 km/h) kilómetros por hora, y el vehículo No. 2 MOTOCICLETA se desplazaba por el carril derecho en sentido Tarazá – Llanos de Cuivá a una velocidad al momento del impacto comprendida entre veintisiete (27 km/h) y cuarenta y un (41 km/h) kilómetros por hora.

2. Las velocidades calculadas son al momento del impacto, antes podrían haberse desplazado a mayor velocidad y realizar maniobras de frenado sin dejar evidencias, especialmente la motocicleta.

3. El tractocamión desplazándose por el centro de la calzada, su conductor pierde el control del mismo y el semirremolque realiza una maniobra de derrape ocupando el carril de sentido contrario y con su primera rueda izquierda impacta con la zona frontal de la motocicleta la cual cae al suelo con sus ocupantes, luego el semirremolque sigue derrapando y con su vértice posterior izquierdo impacta con el talud dejando una huella de 4,3 metros, a la vez que arrastra a los ocupantes de la motocicleta, y esta última se desliza por la vía hasta detenerse y quedar en posición final, mientras que el tractocamión retorna a su carril de desplazamiento realizando una maniobra de frenado para detenerse y alcanzar su posición final.

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.

8.2 Factor vía:

1. Las características de la vía, diseño, señalización, y demarcación, no fueron factores influyentes en la ocurrencia del accidente.
2. Es probable que las condiciones climáticas de la vía (húmeda, con lluvia) hayan sido factores influyentes en la ocurrencia del accidente.

8.3 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.

8.4 Factor humano:

1. La velocidad del vehículo No. 1 TRACTOCAMIÓN (42 – 58 km/h) al momento del impacto era inferior a 80 km/h, velocidad máxima permitida en su sentido de desplazamiento (Llanos de Cuivá – Tarazá).
2. La velocidad del vehículo No. 2 MOTOCICLETA (27 – 41 km/h) al momento del impacto era superior a 50 km/h, velocidad máxima permitida en su sentido de desplazamiento (Tarazá – Llanos de Cuivá).
3. La ocupación del carril contrario (contra vía) por parte del vehículo No. 1 tractocamión se generó como consecuencia de la pérdida de control por parte de su conductor.
4. Técnicamente no es posible identificar una maniobra riesgos y/o peligrosa por parte del vehículo No. 2 motocicleta antes y al momento de la ocurrencia del accidente.

5. Basados en el análisis realizado, se establece que la causa⁵ fundamental (DETERMINANTE) del accidente de tránsito obedece a la ocupación del carril contrario (contra vía) por parte del vehículo No. 1 TRACTOCAMIÓN.

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 IRSVIAL SAS para su autorización, queda prohibida su reproducción en físico o por medio electrónico sin autorización, este documento está en cadena de custodia.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

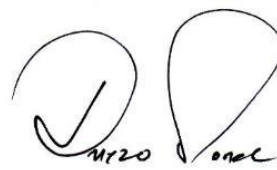
1. Investigation Traffic Accident Manual. University Northwestern Institute Traffic. Stannard Baker & Lynn Fike.
2. "Vehicular response to emergency braking", Walter S. Reed. University of Texas at Austin. A. Taner Keskin. ALFA Engineering, Inc. (Society of Automotive Engineers document number: SAE 879501).
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.

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.

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, 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. Guenther Ohio 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 970963.42
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 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.



Alejandro Rico León
Físico Forense



Diego Manuel 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 del mismo.

Alejandro Rico León

- PERITO FORENSE AVANZADO certificado en hechos de tránsito OIAV-DEKRA.
- Reconstructor de accidentes acreditado por **ACTAR-USA** con el número **3352**.
- Físico Universidad de los Andes.
- Especialista en Investigación Criminal DINA-E-PONAL
- Especialista en Reconstrucción de Accidentes de Tráfico Universitat de Valencia.
- Perito, investigador-Reconstructor Gabinete de Física Forense del Grupo de Criminalística de la Policía de Tránsito de Bogotá 2009 - 2014.
- Investigador y reconstructor de aproximadamente 900 accidentes de tránsito.
- Autor de artículos científicos sobre reconstrucción de accidentes.
- Docente Universitario en temas de investigación y reconstrucción de A/T.
- Presentador y asistente en World Reconstruction Exposition 2016.
- Miembro NAPARS(National Association of Professional Accident Reconstruction Specialist)

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, director 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).