



**Auditoria en seguridad vial, ruta 50RS01 Apia – la Virginia, PR 10+000 al PR  
16+000, conexión troncal de occidente – transversal las Animas - Bogotá**

**Kilderman Bustamante Ruiz**

Código 20481919514

**Diomer Augusto Saldarriaga Vinasco**

Código 20481914565

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil

Pereira, Colombia

2023



**Auditoria en seguridad vial, ruta 50RS01 Apia – la Virginia, PR 10+000 al PR  
16+000, conexión troncal de occidente – transversal las Animas - Bogotá**

**Kilderman Bustamante Ruiz**

**Diomer Augusto Saldarriaga Vinasco**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Civil**

Director (a):

Msc. Álvaro Mauricio Mejía Ramírez

Línea de Investigación:

Ingeniería Civil

Grupo de Investigación:

GRESIA

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil

Pereira, Colombia

2023



**NOTA DE ACEPTACIÓN**

El trabajo de grado titulado

\_\_\_\_\_.

Cumple con los requisitos para optar

Al título de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_

Firma del Tutor

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

\_\_\_\_\_

Firma Jurado

Ciudad, Día Mes Año.

## Contenido

	Pág.
Lista de Figuras.....	4
Lista de tablas.....	5
Resumen.....	6
Abstract.....	8
<b>1. Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Antecedentes.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1. General.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2. Específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>4. Justificación.....</b>	<b>15</b>
<b>5. Descripción del problema. ....</b>	<b>18</b>
<b>6. Marco teórico y estado del arte. ....</b>	<b>20</b>
<b>6.1. Marco Teórico.....</b>	<b>20</b>
<b>6.2. Marco Conceptual. ....</b>	<b>22</b>
<b>6.3. Estado del arte .....</b>	<b>24</b>
<b>6.3.1. Internacionales.....</b>	<b>24</b>
<b>6.3.2. Nacionales.....</b>	<b>27</b>
<b>7. Metodología.....</b>	<b>29</b>
<b>8. Resultados y discusión.....</b>	<b>32</b>

<b>8.1. Descripción del segmento vial Apia - La Virginia, desde las abscisas 10+000 hasta 16+000.</b>	<b>32</b>
8.1.1. Visita preliminar vía Apia – La Virginia PR 10+000 al PR 16+000.....	32
8.1.2. Descripción de la vía Apia – La Virginia PR 10+000 al PR 16+000.....	32
<b>8.2. Siniestralidad, Apia – La Virginia Pr 10+000 al PR 16+000 .....</b>	<b>41</b>
8.2.1. Lista de chequeo. ....	42
<b>8.3. Establecer los puntos críticos de siniestralidad que existen en el tramo que permita estructurar las matrices y mapa de riesgo. ....</b>	<b>43</b>
8.3.1. Matriz de riesgos. ....	43
<b>8.4. Mapas de riesgos.....</b>	<b>44</b>
<b>9. Conclusiones.....</b>	<b>58</b>
<b>10. Recomendaciones.....</b>	<b>60</b>
<b>11. Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO A: Lista de chequeo .....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO B: Matrices de riesgos .....</b>	<b>76</b>
<b>ANEXO C: Registro fotográfico.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO D: Registro toma de velocidades .....</b>	<b>137</b>

### Lista de Figuras

Figura 1. Pirámide causal de las LCT.....	22
Figura 2 Entrada perpendicular PR 11+623.....	33
Figura 3 Entrada perpendicular PR 13+086.....	33
Figura 5 Entrada perpendicular PR 10+017.....	33
Figura 4 Entrada perpendicular PR 15+820.....	33
Figura 6. Vista panorámica tramo Apia - La Virginia PR 10 - PR 16.....	34
Figura 7. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 10 - PR 11. ....	35
Figura 8. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR11- PR12 .....	36
Figura 9. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 12 - PR 13 .....	37
Figura 10. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 13 - PR 14. ....	38
Figura 11. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 14 - PR 15. ....	39
Figura 12. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 15 - PR 16. ....	40
Figura 13. Siniestralidad Apia - La Virginia (PR10 - PR16).....	41
Figura 14. Siniestralidad Apia - La Virginia (PR10 - PR16), agrupado por causa probable Años 2021-2023.....	41
Figura 15. Mapa de riesgo PR11 - PR12 .....	44
Figura 16. Mapa de riesgo PR10 - PR11 .....	44
Figura 17. Mapa de riesgo PR13 - PR14 .....	45
Figura 18. Mapa de riesgo PR12 - PR13 .....	45
Figura 19. Mapa de riesgo PR15 - PR16 .....	45
Figura 20. Mapa de riesgo PR14 - PR15 .....	45
Figura 21. Velocidad por sector. Apia - La Virginia PR10 - PR16.....	55
Figura 22. Velocidad sitios especiales. Apia - La Virginia PR10 - PR16 .....	55



## Lista de tablas

Tabla 1. Matriz de Haddon .....	21
Tabla 2. Fases de la investigación.....	29
Tabla 3. Procedimiento Metodológico.....	30
Tabla 4. Operacionalización de Variables .....	31
Tabla 5. Corredor vial: PR 10+000 – PR 16+000.....	34
Tabla 6. Descripción tramo 1.....	35
Tabla 7. Descripción tramo 2.....	36
Tabla 8. Descripción tramo 3, PR 12+000 al PR 13+000.....	37
Tabla 9. Descripción tramo 4, PR 13+000 al PR 14+000.....	38
Tabla 10. Descripción tramo 5, PR 14+000 al PR 15+000.....	39
Tabla 11. Descripción tramo 6, PR 15+000 al PR 16+000.....	40
Tabla 12. Lista de chequeo. ....	42
Tabla 13. Resumen resultados matriz de riegos. Apia - La Virginia (PR10 - PR16).....	43
Tabla 14. Registro fotográfico señalización vertical. ....	46
Tabla 15. Registro fotográfico SCV. ....	48
Tabla 16. Registro fotográfico riesgos físicos. ....	50
Tabla 17. Registro fotográfico comportamiento agresivo. ....	52
Tabla 18. Clasificación de los autos Ministerio de Transporte.....	54
Tabla 19. Registro fotográfico vs Informe Software Señales. ....	56
Tabla 20. Registro fotográfico señalización horizontal vs Informe Software Señales. ....	57
Tabla 21. Lista de chequeo. ....	68
Tabla 22. Matrices de riesgos. ....	76
Tabla 23. Registro fotográfico .....	82
Tabla 24. Registro de toma de velocidades. ....	137

## Resumen

El propósito central de este estudio consistió en llevar a cabo una Auditoría en Seguridad Vial de ciertos componentes que conforman la infraestructura vial, con el fin de evaluar su estado en relación a los usuarios que transitan por el tramo que se extiende desde el PR 10 hasta el PR 16, en el trayecto entre Apia y la Virginia Risaralda. Con el fin de alcanzar este objetivo, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del estado actual del conocimiento en el campo, se desarrolló un marco teórico, una metodología de naturaleza cuantitativa y carácter descriptivo, y se realizaron múltiples salidas de campo para alcanzar los objetivos establecidos.

Los hallazgos más destacados de la auditoría en seguridad vial indicaron que la señalización vertical y horizontal no recibe el mantenimiento adecuado, además, en lo que respecta a las barreras de contención vehicular, en su mayoría no cumple con lo establecido en la guía para el diseño, selección e instalación de sistemas de contención vehicular del año 2022. Las matrices de evaluación de riesgos revelaron que la calificación de riesgo es no tolerable, lo que sugiere la necesidad de implementar medidas correctivas a corto plazo, reforzando la educación vial dirigida a los usuarios de la vía, analizar las variables de diseño e iniciar las medidas correctivas de acuerdo al análisis. Las imágenes capturadas de las señales instaladas en la vía, en comparación con la información proporcionada por el software "Señales", manifiesto la falta de coherencia entre lo que existe en la realidad y lo que se indica según el manual de señalización vial del año 2015.

**Palabras claves:** Auditoría en seguridad vial, barreras, diseño geométrico, riesgos físicos, educación vial, entradas perpendiculares, señalización, siniestralidad y software de señales.

### **Abstract**

The central purpose of this study was to carry out a Road Safety Audit of certain components that make up the road infrastructure, in order to evaluate their status in relation to users who transit through the section that extends from PR 10 to PR 16, on the route between Apia and Virginia Risaralda. In order to achieve this goal, an exhaustive analysis of the current state of knowledge in the field was carried out, a theoretical framework was developed, a methodology of a quantitative and descriptive nature, and multiple field trips were carried out to achieve the established objectives.

The most outstanding findings of the road safety audit indicated that vertical and horizontal signage does not receive adequate maintenance, in addition, with respect to vehicle containment barriers, most of them do not comply with the provisions of the guide for the design, selection and installation of vehicle containment systems for the year 2022. The risk assessment matrices revealed that the risk rating is not tolerable, which suggests the need to implement short-term corrective measures, reinforcing road education aimed at road users, analyzing design variables and initiating corrective measures according to the analysis. The images captured of the signs installed on the road, compared to the information provided by the "Signals" software, show the lack of coherence between what exists in reality and what is indicated according to the road signs manual for 2015.

Keywords: Audit in road safety, barriers, geometric design, physical risks, road education, perpendicular entrances, signaling, accidents and signaling software.

## 1. Introducción.

La seguridad vial es un tema de gran importancia en la sociedad actual, especialmente en países en desarrollo como Colombia, donde se registran un alto número de heridos en siniestros viales. La auditoría en seguridad vial tiene como objetivo evaluar el estado actual de la infraestructura vial, los vehículos que transitan por ella y el comportamiento de los usuarios de la carretera. Esto se realiza con la finalidad de identificar los riesgos existentes y determinar posibles mejoras que contribuyan a prevenir siniestros y garantizar la seguridad de todos los usuarios de la vía.

De acuerdo con (Organización mundial de la salud, 2022a), los siniestros viales son una de las principales causas de mortalidad en todo el mundo. En Colombia la (Agencia nacional de seguridad vial, 2023), informó que en el año 2022 se registraron 8.264 muertes por siniestros viales, lo que evidencia la necesidad de fortalecer las medidas de seguridad vial en el país.

En particular, en este trabajo se realizó una auditoría en seguridad vial entre los municipios de Apía y La Virginia PR 16+000 al PR 10+000, conexión troncal de occidente – transversal las Animas – Bogotá, en el departamento de Risaralda, Colombia. Este análisis se enfocó en la evaluación de la vía que conecta ambos municipios y se llevó a cabo con el objetivo de identificar las fortalezas y debilidades en materia de seguridad vial en la zona de estudio.

La importancia de este tipo de auditorías radica en la necesidad de reducir los altos índices de siniestralidad en el país, especialmente en zonas donde la infraestructura vial no cumple con los estándares mínimos de seguridad.

## 2. Antecedentes.

En revisión bibliográfica sobre seguridad vial, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva en diversas bases de datos, tales como PubMed, Scopus, Web of Science y Google académico, utilizando términos clave como seguridad vial, siniestros viales, auditoría vial y evaluación de la seguridad vial. Los estudios seleccionados fueron sometidos a una revisión sistemática con el fin de identificar información pertinente sobre seguridad vial en distintos contextos.

(MAIQUEL ARDILA HOYOS et al., 2020) Los autores realizaron auditoría en seguridad vial ruta nacional 50, tramo 5003. Km 31+ 139. 75 - Km 25+139.75 La Virginia a Apia, las variables: Barreras, diseño geométrico de la vía y señalización, para establecer su condición frente a los actores viales que por ella circulan. Se llevaron a cabo operativos de control de velocidad utilizando herramientas como listas de verificación, matrices de riesgo y formatos para la toma de inventario fotográfico, estos instrumentos de trabajo fueron utilizados para llevar a cabo de manera efectiva la tarea de monitoreo de la velocidad en la zona en cuestión. Los resultados sugieren que en ciertos tramos existe una alta probabilidad de siniestros debido a que estos no recibían mantenimiento preventivo ni rutinario en las señales verticales, y los sistemas de contención vehicular (SCV) no eran suficientes

(Kevin Benjumea Castañeda. et al., 2021) Realizaron auditoría seguridad vial en la ruta 50 RS 01 Apia - La Virginia, Km 25+000 al Km 16+000, tramo transversal las Animas – Bogotá. Carretera Transversal Central del Pacifico, a las variables: barreras,

diseño geométrico de la vía y señalización, para establecer su condición frente a los actores viales que por ella circulan, para esta auditoria los autores emplearon listas de chequeo para recopilar los datos necesarios, también se llevó a cabo un análisis detallado de los componentes específicos para determinar si cumplían con los estándares de seguridad vial y si podían ser considerados como factores importantes en la ocurrencia de siniestros en la vía, obteniendo resultados importantes en los tramos donde se presentaron la mayor cantidad de siniestros viales.

(Rivera Yule Reinel & Tamayo Coy Tatiana Alexandra, 2021) Realizaron auditoria en seguridad vial de la Abscisa Km 7+000 al Km 13+000. Tramo, sector Cerritos – La Virginia – Cauyá, Troncal de Occidente ruta 25 a las variables: barreras, diseño geométrico de la vía y señalización, para establecer su condición frente a los actores viales que circulan por el tramo vial auditado, para esto los autores presentaros objetivos como: Determinar los puntos críticos de siniestralidad que existen en el tramo que permita construir la matriz de riesgo, realizar las matrices que establezcan el grado de riesgo de los actores más vulnerables de las vías y elaborar mapas mediante software libre que permita en forma gráfica ver puntos críticos del tramo auditado, establecer la coherencia del diseño, mediante la información obtenida en campo y software señales. Los hallazgos de los autores correspondieron a que la señalización no ha sido mantenida adecuadamente, lo que provoca que los conductores transiten sin la información necesaria para evitar maniobras peligrosas. En cuanto a la señalización horizontal, observaron que la mayoría de las entradas perpendiculares a la vía no cumplen con los estándares establecidos en el (Ministerio de transporte, 2015) Manual de Señalización 2015, el cual indica que la línea al costado debe ser interrumpida. También se identificaron desniveles de más de 1.00 m a



lo largo del corredor vial auditado, y se encontraron objetos contundentes cerca de la berma, sin las barreras de contención vehicular adecuadas según la Guía técnica para el diseño aplicación y uso de sistemas de contención vehicular, estos resultados identificaron un alto riesgo para los usuarios viales, lo que aumenta significativamente las posibilidades de siniestros.

(Betancourth Arias & Carlos Andrés Monsalve Marín, 2022) Realizaron una Auditoria en Seguridad Vial (ASV) sector - Puerto Caldas - Cerritos Km 80 + 000 al Km 86 + 000 a las variables de señalización, barreras de contención vehicular y diseño geométricos, para esta auditoria los autores fijaron los siguientes objetivos: Describir las variables de diseño que existen en el tramo auditado que puedan convertirse en puntos críticos de siniestralidad, establecer los puntos críticos de siniestralidad que existen en el tramo que permita estructurar las matrices y mapas de riesgo, establecer la coherencia del diseño, mediante la información obtenida en campo y software señales, los resultados más notables indican que en los tramos que representaban una elevada frecuencia de siniestros viales, encontraron que las señales verticales no han recibido mantenimiento preventivo, las líneas centrales y de borde de pavimento no cumplen con los estándares de visibilidad además, se observaron ausencia de barreras de contención vehicular en la vía y existen diferencias de altura significativas de más de un metro entre la calzada y las áreas adyacentes al corredor vial, también identificaron obras de drenaje sin señalización y captafaros para facilitar la identificación visual por parte de los usuarios de la vía, algunas entradas perpendiculares carecen de carriles de desaceleración para entrar y salir de la vía principal, los resultados encontrados por los autores se consideran un riesgo para los actores viales, incrementando las posibilidades de ocurrencia de siniestros viales.

### **3. Objetivos.**

#### **3.1. General**

Realizar una auditoria en seguridad vial a la conexión troncal de occidente – transversal las Animas – Bogotá tramo entre Apia – la Virginia, PR 10+000 al PR 16+000.

#### **3.2. Específicos**

- Establecer el grado de vulnerabilidad de los actores viales mediante la elaboración de matrices y mapas de riesgo.
- Establecer la coherencia del diseño, mediante la información obtenida en campo y software Señales.
- Determinar los puntos críticos del tramo vial auditado.

#### **4. Justificación.**

La auditoría se justifica a nivel de seguridad vial basada en la directriz de la (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2022) buscando reducir a la mitad las defunciones y los traumatismos causados por los siniestros viales para el 2030, es un logro histórico que tiene como objetivo mejorar la seguridad vial en todo el mundo. Sin embargo, para lograr este objetivo, es necesario realizar auditorías de seguridad vial en diferentes regiones y países para identificar las áreas que necesitan mejoras y tomar medidas para abordar los problemas.

En Colombia en pro de atender las instrucciones de la organización mundial de la salud, el gobierno expide el decreto 1252 del 2021 (MINISTRO DE TRANSPORTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, 2021) Con el fin diseñar y estructurar estrategias y planes que permitan fortalecer la gestión del riesgo y el trabajo conjunto con el sector empresarial en pro de la seguridad vial y la reducción de la siniestralidad vial del país, implementando el plan estratégico de seguridad vial y así causar acciones que minimicen los índices de la siniestralidad vial en un 50%.

La realización de una auditoría vial en el tramo PR 10+000 al PR 16+000 Apia - La Virginia en Risaralda es fundamental para garantizar la seguridad vial, en línea con la "Visión integral del enfoque Sistema Seguro" promovido en el Plan Nacional de Seguridad Vial 2022-2031 (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2022). Este enfoque busca un cambio de paradigma en la gestión de la seguridad vial, centrándose en diseñar sistemas viales que minimicen los efectos de los errores humanos y en garantizar una respuesta rápida y efectiva ante situaciones de riesgo.

En este contexto, realizar una auditoría vial permitiría identificar los factores de riesgo presentes en la vía y proponer medidas para su control y reducción. De hecho, según la ANSV, (Ministerio de transporte, 2022b) "las auditorías de seguridad vial son herramientas clave para la identificación de riesgos y la toma de decisiones informadas".

Es importante realizar el trabajo debido a los altos índices de siniestralidad en el tramo vial, lo cual ha generado preocupación en la población y en las autoridades locales. (Carlos Beltrán et al., 2022a) De acuerdo con las estadísticas de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV), en el departamento de Risaralda se registraron para el periodo enero - diciembre de 2022 un total de 135 personas fallecidas y 706 valoraciones médico legales a personas lesionadas por siniestros viales. Esta cifra muestra un aumento del 28.37% en el total de fallecidos y una disminución del -45.15% en el total de casos de personas valoradas, en comparación con el promedio de los últimos cinco años.

La auditoría vial en el tramo que comunica los municipios de Apía y La Virginia en el PR 10+000 al PR 16+000 en el departamento de Risaralda beneficiará a una amplia gama de actores viales, incluyendo conductores de vehículos particulares, transportadores de carga, pasajeros, peatones, ciclistas y autoridades encargadas de la regulación y control del tráfico vial.

En cuanto a la pertinencia Social y comunitaria el diagnóstico de esta auditoría de seguridad vial beneficiará a la población del sector toda vez que se pueden evaluar aspectos como la aplicación de las normas de tránsito, la educación vial y las campañas de concientización. Al mejorar estos aspectos, se puede fomentar una cultura vial más segura y se pueden reducir los comportamientos de alto riesgo, como el exceso de velocidad y la

conducción en estado de embriaguez inducido por el consumo de alcohol o sustancias psicoactivas.

A nivel académico, los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad Antonio Nariño, sede Pereira, autores de la propuesta, consideran que la realización de este tipo de trabajos permite aplicar los conocimientos adquiridos en la solución de un problema real.

## 5. Descripción del problema.

El crecimiento acelerado de la población en todo el mundo según (Naciones unidas, 2022) ha resultado en mayores expectativas de crecimiento en las áreas urbanas, que albergan a la mayoría de la población. Sin embargo, este aumento en la densidad poblacional puede tener impactos negativos, como el agotamiento de los recursos naturales y una serie de problemas socioeconómicos, como la pobreza, la falta de educación, de alimentos, el desempleo, la violencia, la falta de planificación urbana, el caos vehicular y peatonal, así como una infraestructura vial inadecuada.

Según (Organización mundial de la salud, 2022b) cada año se pierden aproximadamente 1,3 millones de vidas a consecuencia de estas lesiones, entre 20 y 50 millones de personas sufren traumatismos no fatales, resultando en discapacidades en numerosos casos, estos generan importantes implicaciones económicas para los individuos, sus familias y las naciones en su totalidad. Estas pérdidas se derivan tanto de los gastos asociados al tratamiento como de la disminución de la productividad de aquellos que fallecen o quedan incapacitados debido a sus lesiones, así como del tiempo de trabajo o estudio que los familiares de los lesionados deben disponer para atenderlos, los siniestros viales cuestan a la mayoría de los países el 3% de su PIB.

En Colombia según (Ministerio de transporte, 2022a) las cifras no son alentadoras, en los últimos 3 años han aumentado los conductores fallecidos, esto evidencia la necesidad de trabajar en estrategias conjuntas y focalizadas en los actores viales con el objetivo de prevenir la mortalidad en siniestros viales.

La seguridad vial se ha vuelto un tema de gran importancia y específicamente en el departamento de Risaralda según (Carlos Beltrán et al., 2022a) se registró una alta tasa de siniestralidad en el periodo comprendido en los meses de enero a octubre del año 2022.

De acuerdo con (Carlos Beltrán et al., 2022b) los datos analizados por el Observatorio Nacional de Seguridad Vial (ONSV), durante el lapso de enero a octubre de 2022, se reportó un total de 135 fallecidos. Esta cifra indica un incremento del 30.56% (31.6 víctimas) en comparación con el promedio de fallecidos en el mismo periodo de los años 2017-2021, y un aumento del 11.57% en relación al año 2021.

La auditoría en seguridad vial se concentrará del PR 10+000 al PR 16+000 vía que conduce del municipio de Apia a la Virginia Risaralda. Se enfocará en identificar los problemas existentes en la zona y proponer medidas para mejorar la seguridad vial, se evaluará la infraestructura, la señalización, además se examinará la conducta de los conductores y la educación vial en el tramo auditado, con el fin de proponer medidas efectivas que permitan reducir el número de siniestros viales y mejorar la seguridad para los usuarios de la vía.

La auditoría en seguridad vial se enfoca en diagnosticar los puntos críticos de siniestralidad del tramo vial auditado, para lograr esto, se plantea la siguiente pregunta que será abordada en el transcurso del proceso de auditoría:

¿Cuál es la correlación que existe entre las variables asociadas con la infraestructura vial, las causas comportamentales de los actores viales, con la siniestralidad en la vía que conecta los municipios de Apia y La Virginia Risaralda a la altura del PR 10+000 al PR 16+000?

## 6. Marco teórico y estado del arte.

### 6.1. Marco Teórico

En este marco teórico, se proporcionará una contextualización sobre la seguridad vial en Colombia, seguida de una vertebración de los conceptos clave relacionados con la auditoría de seguridad vial.

**Teoría de la seguridad vial:** (Carlos Tabasso, 2018) La teoría de la seguridad vial según Tabasso se enfoca en la gestión de los riesgos asociados a la circulación vial mediante un enfoque integral y multidisciplinario. Esta teoría se basa en la idea de que la seguridad vial no puede ser vista únicamente como un problema de tránsito, sino como un tema de salud pública que involucra factores sociales, económicos y políticos. La teoría de Tabasso se fundamenta en la adopción de un enfoque sistémico que permite analizar la interacción entre los diferentes elementos del sistema vial, tales como los usuarios, vehículos, infraestructura y el entorno social. De esta manera, se pueden identificar los factores de riesgo y las causas de los siniestros viales para diseñar estrategias de prevención y reducción de la siniestralidad vial.

**Teoría de Haddon:** (Haddon, 1995) Busca explicar las causas y factores que intervienen en los siniestros viales y proponer medidas de prevención para reducir su incidencia y gravedad. Esta teoría se dividió en tres fases: pre-colisión, colisión y post-colisión. Durante cada fase se identifican los distintos factores que influyen en la probabilidad y gravedad de los siniestros, como factores humanos, vehiculares, ambientales y sociales. En la fase previa a la colisión, se analizan los factores que aumentan la probabilidad de que se produzca un siniestro vial, tales como el comportamiento del conductor, el estado del vehículo, las condiciones de las carreteras y



las condiciones climáticas. Las medidas de prevención propuestas para esta fase incluyen la educación vial, la implementación de medidas de seguridad para los vehículos y el mantenimiento adecuado de las carreteras, así como la gestión del tráfico. Es importante destacar que la teoría de Haddon ha sido ampliamente utilizada y desarrollada por expertos en seguridad vial, y ha demostrado ser útil para el reconocimiento de elementos de peligro y ejecución de medidas preventivas.

Tabla 1. Matriz de Haddon

MATRIZ DE HADDON		FACTORES		
FASES	HUMANO	VEHICULO	ENTORNO	
<b>PRE-ACCIDENTE</b> - Prevención - Equilibrio entre movilidad y seguridad	- Información clara y directa (DGT y medios de comunicación) - Conocimiento de la norma - Actitud - Conciencia vial (medidas educativas) - Aplicación de la reglamentación por vía punitiva (medidas sancionadoras)	- Buen estado general - Frenos - Neumáticos - Maniobrabilidad - Control de la velocidad - Limitadores de velocidad	- Diseño y trazado de la vía pública (tareas de mantenimiento) - Vía convencional - Reducción de velocidad - Homogeneización de la velocidad para la fluidez - Adecuación de la velocidad a las circunstancias (condiciones climáticas)	
<b>ACCIDENTE</b> - Reducción del impacto del siniestro	- Utilización de dispositivos de retención - Uso del casco - Enfermedades...	-Velocidad en función de los vehículos en el mercado -Dispositivos de retención de los ocupantes -Otros dispositivos de seguridad : airbag -Diseño protector contra accidentes (masa, rigidez...)	- Objetos protectores contra choques - Obstáculos en la vía	
<b>POST-ACCIDENTE</b> - Conservación de la vida	- Primeros auxilios - Acceso a atención médica - Seguro médico	-Facilidad de acceso -Riesgo de incendio -Servicios de auxilio	- Congestión	

Fuente: (Haddon, 1995)

**6.1.1. Aplicación de un planteamiento causal en la epidemiología de las lesiones consecuencia del tráfico:** (E. JIMÉNEZ MEJÍAS et al., 2011) A lo largo de la historia se han utilizado diferentes modelos explicativos para analizar las causas de los siniestros viales, desde la idea de que son eventos aleatorios hasta la teoría epidemiológica, que analiza el papel de factores como el vehículo, el conductor y el ambiente. Actualmente, se entiende que las lesiones causadas por los siniestros viales

son el resultado de una serie de eventos secuenciales que conforman una cadena causal de cinco eslabones: persona; exposición al riesgo, siniestralidad, lesividad, y desenlace (incapacidad o muerte). La epidemiología analítica se enfoca en estudiar los diferentes factores que actúan sobre estos eslabones y en la identificación de marcadores de riesgo, con el fin de diseñar estrategias preventivas para este importante problema de salud pública en todo el mundo.

Figura 1. Pirámide causal de las LCT



**Fuente:** (E. JIMÉNEZ MEJÍAS et al., 2011)

## 6.2. Marco Conceptual.

El marco conceptual de la auditoría en seguridad vial en el tramo comprendido entre el PR 10+000 al PR16+000, conexión troncal de occidente – transversal las Animas - Bogotá de Apia y La Virginia, Colombia, implica la definición de diversos términos y conceptos clave relacionados con la seguridad vial y la auditoría de vías. A continuación, se desarrollan los que se consideran relevantes en la contextualización de la investigación.

**Seguridad vial:** “Se refiere a la protección de la vida y la salud de las personas en las vías de tránsito, incluyendo la prevención de siniestros viales y la reducción de sus consecuencias negativas” (Organización mundial de la salud, 2021)

**Auditoría de seguridad vial:** “Proceso sistemático, independiente y pormenorizado de revisión de las condiciones de seguridad vial, aplicado en un proyecto de infraestructura vial, en diferentes fases y etapas: planificación / diseño / construcción / operación. En este proceso se identifican y evalúan de manera detallada los niveles de riesgo asociados a la seguridad de la infraestructura vial para todos los usuarios y cuyas deficiencias o carencias son susceptibles de desencadenar un siniestro vial. La evaluación de las condiciones de seguridad vial que se realiza en la fase de operación de un proyecto vial será llamada en este documento “inspección de seguridad vial o ISV””. (Ministerio de transporte, 2020)

**Análisis de riesgos:** “Busca establecer la probabilidad de ocurrencia del riesgo y sus consecuencias o impacto, con el fin de estimar la zona de riesgo inicial” (Riesgo inherente) (Ministerio de Transporte, 2018)

**Diseño geométrico:** “Se refiere a la disposición de elementos físicos en una vía, como la ubicación de carriles, bermas, curvas, señalización y demás elementos que componen la carretera” (Ministerio de transporte, 2008)

**Señalización vial:** “Son todas las señales, marcas y dispositivos utilizados en una vía para guiar y advertir a los usuarios de la misma, con el objetivo de prevenir siniestros viales y mejorar la seguridad.” (Ministerio de transporte, 2015)

**Barreras de contención vehicular:** “Son elementos físicos colocados a lo largo de la vía para proteger a los usuarios de vehículos de salidas de vía, caídas a desniveles o colisiones con objetos fijos o móviles.” (Ministerio de transporte, 2008)

**Obras de drenaje:** “Son las estructuras diseñadas para recoger, transportar y evacuar el agua de lluvia de la vía, con el fin de prevenir inundaciones y evitar la formación de charcos en la carretera.” (Ministerio de transporte, 2008)

**Lista de chequeo:** “Herramienta de verificación que ayuda al auditor a realizar de una forma ordenada y sistemática la revisión de las condiciones de seguridad vial de un proyecto”.(Ministerio de transporte, 2020)

**Mantenimiento periódico:** “Comprende la realización de actividades de conservación a intervalos variables, destinados primordialmente a recuperar los deterioros ocasionados por el uso o por fenómenos naturales o agentes externos.” (Ministerio de transporte, 2020)

### **6.3. Estado del arte**

El área de estudio presenta una alta tasa de siniestralidad, lo que ha motivado la realización de una auditoría en seguridad vial para evaluar los factores que contribuyen a la inseguridad en las carreteras que conectan ambos municipios.

#### **6.3.1. Internacionales**

(Castellanos et al., 2022) Realizo auditorias en seguridad vial en tres proyectos de construcción distintos en la carretera federal MEX-057D México-Querétaro, utilizando el equipo de inspección Hawkeye 2000 del IMT con el objetivo es identificar potenciales problemas de seguridad vial asociados con las actividades de construcción, modernización,

rehabilitación, conservación o mantenimiento y proponer medidas preventivas para disminuir la frecuencia y gravedad de los siniestros viales que puedan derivarse de la presencia y el uso de estas obras en la carretera. Se trata de un proceso técnico y sistemático en el que un equipo de auditores expertos de la Coordinación de Seguridad y Operaciones de Transporte realiza una revisión exhaustiva de las condiciones de seguridad de los dispositivos y señalamientos instalados en zonas donde se llevan a cabo actividades de construcción, modernización, rehabilitación, conservación o mantenimiento de carreteras, así como en las rutas alternativas utilizadas para desviar el tráfico alrededor de estas áreas garantizando la seguridad de todos los usuarios de la vía.

(JONATHAN ALEXANDER & LANDACAY ORTEGA, 2022) Realizaron auditoria en seguridad vial para disminuir los siniestros viales en el tramo Catamayo San Pedro de la Bendita (Km 00-Km 12) Provincia de Loja Ecuador, mediante el análisis de la infraestructura vial. Para desarrollar la auditoria utilizaron listas de chequeo con el fin de recolectar la información necesaria, además se realizó un análisis exhaustivo de los componentes definidos para determinar si cumplían con los estándares de seguridad vial y si estos podrían constituir factores principales en la generación de siniestros viales. Los elementos que estuvieron sujetos a este análisis incluyeron visibilidad, pavimentos, infraestructura para peatones, zonas laterales, barreras de contención, iluminación, intersecciones, áreas de drenaje, señalamiento vertical y horizontal.

(GENESIS DAYANARA NUÑEZ MAZZA & JOHANA PATRICIA ORTEGA BUENAÑO, 2019) Realizaron una auditoría de Seguridad Vial mediante inspecciones y listas de chequeo en la carretera E-35 tramo Riobamba-Cajabamba Ecuador, con fines de

emitir recomendaciones para reducir la siniestralidad, durante las inspecciones in situ llevadas a cabo, se pudieron constatar los principales problemas de seguridad vial en el tramo Riobamba-Cajabamba. Estos problemas incluían un ancho insuficiente de la berma en el 90% de la vía, ausencia de demarcación visible en el 83% del tramo, daños en el 52% de la superficie de rodadura, falta de iluminación en el 80% de la vía y obstrucción en el 65% de las cunetas debido a diferentes tipos de desechos, a través de la aplicación de la auditoría de seguridad vial, se lograron identificar los riesgos en la vía, lo que permitió la generación de alternativas de solución para los parámetros establecidos en las listas de chequeo, con el fin de garantizar un sistema vial adecuado y acorde a la normativa, para beneficio de peatones, conductores y ciclistas que circulaban diariamente por el tramo.

(Torres Márquez Rolando, 2017) Realizo análisis de la aplicación de una auditoría de seguridad vial en carreteras concesionadas en Perú, con la finalidad de disminuir la probabilidad de ocurrencia de los siniestros viales en las carreteras y, en caso de que estos ocurrieran, minimizar su impacto. A través de la auditoría, se buscaba solucionar las deficiencias encontradas en las carreteras en funcionamiento y, al mismo tiempo, reducir los riesgos en los proyectos de construcción de carreteras, desarrollando una metodología predictiva para estimar la "frecuencia media de siniestros viales esperados" de un lugar, vía o tramo de vial específico, considerando su diseño geométrico y volúmenes de tránsito durante un lapso determinado.

### 6.3.2. Nacionales

(Ministerio de transporte, 2019) Realizo estudio de seguridad vial en tramos críticos por alta siniestralidad en el municipio de Rivera – Huila, para esto se llevó a cabo una recopilación y análisis de las estadísticas de siniestros viales en el período comprendido entre 2013 y 2017 por parte de la Secretaría de Movilidad del Municipio de Rivera y el Observatorio Nacional de Seguridad Vial. La finalidad de este análisis fue seleccionar tres puntos críticos del municipio de Rivera que pudieran proporcionar información suficiente para extender el horizonte de la problemática en estudio, en los puntos de mayor siniestralidad identificados, se constató la ausencia de dispositivos de regulación de velocidad y control de tráfico, lo que, en conjunto con la falta de cultura vial, lleva a actos imprudentes por parte de los diferentes actores viales, aumentando así la tasa de siniestros en el municipio.

(FAVIO EDUARDO CHALCO MEDINA, 2022) Realizo auditoría de seguridad vial como insumo para el mejoramiento de la movilidad de ciclistas en contexto urbano caso de estudio: calle 10 con carrera 39, en Santiago de Cali, con el fin de identificar las posibles causas de siniestralidad y proponer soluciones técnicas a nivel esquemático para mejorar las condiciones de seguridad vial en esa intersección, utilizando listas de chequeo presentes en la Guía técnica de auditorías e inspecciones de seguridad vial para Colombia.

(Daniela Román González, 2020) Desarrollo guía de trabajo, para la realización de informes de auditorías e inspecciones de seguridad vial, en el contexto de las concesiones viales de Colombia, definiendo los pasos a seguir para realizar los informes en fases. En la primera fase, se debe determinar qué información se encuentra disponible y qué

información adicional es necesaria obtener en el campo. En la segunda fase, se realiza la evaluación de criterios técnicos relacionados con el diseño y la seguridad vial, los cuales están especificados en manuales como el "Manual de diseño geométrico para carreteras INVIAS 2008" (Ministerio de transporte, 2008), y el (Ministerio de transporte, 2015).. Finalmente, se propuso un plan de acción para cada actor, en el que se identificaron las posibles causas de los incidentes registrados y se propusieron soluciones para mejorar la seguridad vial en las vías concesionadas.

(Tania Lizbeth Joya Hernández & Jhonatan Julian Lozano Montaña, 2022)

Realizaron una auditoria en seguridad vial de la autopista norte en Bogotá entre la calle 94 y 153, con el fin de establecer la corresponsabilidad de los siniestros viales que se presentaron en el tramo auditado. El proceso de auditoría en seguridad vial que se desarrolló estuvo caracterizado por la identificación potencial de puntos de riesgo donde se hallaron los siniestros viales y puntos críticos, finalmente al realizar un análisis de la cantidad de señalizaciones en el tramo de la autopista norte y compararlas con las del diseño original de la vía, identificaron que el 17% de las señales de tránsito presentes en el tramo no correspondían con los diseños originales, el 83% restante tenían coherencia con las señales presentes tanto en la vía y en los diseños, cabe destacar que el 17% equivale aproximadamente a 112 señales, lo que sugiere una posible relación entre la inexistencia de señalización vial y los siniestros de la zona. Según la matriz de riesgos presentada, se concluyó que la mayoría de siniestros viales se debían al deterioro de la infraestructura vial, en cuanto a la toma de datos sobre las señalizaciones, determinaron que deterioro de señales específicas, como las reglamentarias, constituían un riesgo significativo para todos los usuarios de la autopista norte.



## 7. Metodología

### 7.1 Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo cuantitativa porque los datos obtenidos y los factores que se analizan, se pueden medir, comparar, describir y expresar numéricamente y se vale de cifras estadísticas (Hernández et al., 2006)

Lo anterior refleja que la información recolectada para llevar a cabo la investigación, obedece a datos estadísticos, valores numéricos de variables, entre otros, además los resultados de la investigación se controlan a través de indicadores.

Sin embargo, este enfoque se da bajo un diseño no experimental, porque se combina con un tipo de estudio descriptivo que, según Hernández et al., 2006, busca responder a la manera como están sucediendo los fenómenos, detallarlo, más no buscar la causa que los origina.

### 7.2 Fases de la Investigación

Tabla 2. Fases de la investigación.

FASE I Planeación	FASE II Exploratoria	FASE III Ejecución	FASE IIII Evaluación
a) Esclarecer el problema a investigar y determinar las razones de la implementación de la auditoría. c) Planear un cronograma de visitas al tramo de la vía donde se realizará la auditoría d) Construir las variables para las listas de chequeo e) Solicitar las cifras estadísticas de siniestralidad vial del tramo. f) Elaborar las matrices de riesgo g) Seleccionar editor gráfico para realizar los mapas de riesgos. h) Elaborar un formato para diligenciar los hallazgos del inventario fotográfico. j) Construir instrumentos que permita realizar análisis comparativo entre registro fotográfico Vs software Señales.	a) Consultar fuentes documentales y hacer revisión bibliográfica de trabajos académicos relacionados para construir el marco teórico y conceptual de la investigación b) Redactar los objetivos de la auditoría. c) Realizar el marco metodológico d) Elaborar el presupuesto de la investigación y los recursos disponibles para realizarlo	a) Estudio descriptivo del tramo auditado. b) Análisis diagnóstico de la población y peatones se caracterizan el tramo. c) Diligenciar las listas de chequeo d) Calcular y elaborar gráficos de la siniestralidad del tramo. e) Realizar evaluación de matrices de riesgo f) Utilizar el software gráfico para construir mapas de riesgos. g) Identificar los hallazgos del inventario fotográfico donde se mida las variables: Barreras. h) Hacer el análisis comparativo del registro fotográfico Vs software Señales. i. Evaluar los gráficos de velocidades.	a) Consolidar un análisis de los tipos de peatones y transeúntes del tramo y sus factores asociados c) Evaluar las cifras de siniestralidad del tramo. d) Analizar matrices y mapas de riesgos. e) Analizar la información fotográfica del proyecto. f) Comparar el registro fotográfico con la información digitalizada en software Señales. i. Analizar velocidades. g) Conclusiones por objetivo. h) Revisión de Indicadores i) Elaboración de Plan de Mejoramiento

**Fuente:** Elaboración propia

### 7.3 Procedimiento Metodológico

Tabla 3. Procedimiento Metodológico

Objetivos	Procedimientos
<p><b>Objetivo Específico 1</b></p> <p>Describir las variables: Barreras y señalización, presentes en el tramo de vía auditado que puedan contribuir a la generación de puntos críticos de siniestralidad.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tener Inventario fotográfico de:               <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Barreras de contención vehicular.</li> <li>ii. Cabezales de alcantarilla.</li> <li>iii. Señales verticales.</li> <li>vi. Señales horizontales.</li> <li>v. Entradas perpendiculares.</li> </ol> </li> <li>2. Describir los hallazgos de los registros fotográficos</li> <li>3. Análisis de siniestralidad.               <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Llenar lista de chequeo.</li> <li>ii. Caracterización de peatones de la vía</li> </ol> </li> </ol>
<p><b>Objetivo Específico 2</b></p> <p>Establecer el grado de vulnerabilidad de los actores viales mediante la elaboración de matrices y mapas de riesgo.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Llenar las matrices               <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Amenazas. (elementos de la vía)</li> <li>ii. Vulnerabilidades (actores y elementos adyacentes).</li> </ol> </li> <li>2. Analizar los resultados de las matrices de riesgo.</li> <li>3. Levantar matrices, mapas de riesgo</li> </ol>
<p><b>Objetivo Específico 3</b></p> <p>Establecer la coherencia del diseño, mediante la información obtenida en campo y software Señales.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Efectuar toma velocidades de punto.</li> <li>2. Introducir los datos de velocidad en el software Señales.</li> <li>3. Procesar el informe de software Señales</li> <li>4. Análisis de los resultados obtenidos del software Señales.</li> <li>5. Realizar informe comparativo entre datos del tramo obtenidos en trabajo de campo y software Señales</li> </ol>

Fuente: (Carlos Correa Hernández et al., 2022)

## 7.4 Operacionalización de Variables

Tabla 4. Operacionalización de Variables

Objetivo específico 1	Variable	Tipo de variable	Operacionalización	Dimensiones	Definición	Indicador	Nivel de medición	Unidad de medida	Índice	valor	F. de recolección	T. de Recolección
Describir las variables: Barreras, señalización y entradas perpendiculares, presentes en el tramo de vía auditado que puedan contribuir a la generación de puntos críticos de siniestralidad.	Descripción de señalización del tramo	Dependiente	Índice de barreras y variables de señalización que constituyen la Carretera que puedan contribuir a generar puntos críticos de siniestralidad	Barreras Señales verticales Señales horizontales entradas perpendiculares	Descripción de cualquier fracción de una vía con características de trazado homogéneas	-Número de Barreras que existen en el tramo  -Número de señalizaciones verticales que existen en el tramo  -Número de señalizaciones horizontales que existen en el tramo  -Número de entradas perpendiculares que existen en el tramo	Nominal	Número de partes	Número	Variable	Trabajo de campo	Observación y Revisión documental.

Fuente: Elaboración propia con base en Agencia Nacional de Seguridad Vial. ANSV (2020)

Objetivo específico 2	Variable	Tipo de variable	Operacionalización	Dimensiones	Definición	Indicador	Nivel de medición	Unidad de medida	Índice	valor	F. de recolección	T. de Recolección
Establecer el grado de vulnerabilidad de los actores viales mediante la elaboración de matrices y mapas de riesgo.	Grado de Vulnerabilidad de los actores viales	Dependiente	Sistematización de amenazas y riesgos existentes por cada tramo que puedan generar siniestros.	Puntos críticos de siniestralidad Clima Tipo de vehículo Iluminación	(Definición de todas las ANTERIORES)	-Número de amenazas por TRAMO	Nominal	Cantidad por TRAMO	Número de PARTES	Variable	Visitas de Campo	Matrices y mapas de riesgo

Fuente: Elaboración propia con base en Agencia Nacional de Seguridad Vial. ANSV (2020)

Objetivo específico 3	Variable	Tipo de variable	Operacionalización	Dimensiones	Definición	Indicador	Nivel de medición	Unidad de medida	Índice	valor	F. de recolección	T. de Recolección
*Verificar la coherencia del diseño, al contrastar la información obtenida en campo y sistematizada con software Señales, con los planos del tramo.	Coherencia del diseño	Dependiente	Relación entre la información recogida en el sitio y procesada a través del software Señales y lo que se evidencia en los planos.	-Exactitud de características del diseño -Similitud entre los valores geométricos del plano y la información obtenida en campo	Lo anteriormente descrito	Número de similitudes	Nominal	Numérica	Porcentaje	Variable	Trabajo de Campo	Visitas de campo Revisión bibliográfica y documental

**Fuente:** Elaboración propia con base en Agencia Nacional de Seguridad Vial. ANSV (2020)

## **8. Resultados y discusión**

### **8.1. Descripción del segmento vial Apia - La Virginia, desde las abscisas 10+000 hasta 16+000.**

#### **8.1.1. Visita preliminar vía Apia – La Virginia PR 10+000 al PR 16+000.**

En la visita realizada el día 17 julio de 2023, por los autores Diomer Augusto Saldarriaga Vinasco y Kilderman Bustamante Ruiz, en compañía del tutor Magister Álvaro Mauricio Mejía Ramírez, se realizó reconocimiento del tramo vial, identificando su estado actual, posibles puntos críticos, estado de la señalización vertical y horizontal, barreras de contención vehicular y riesgos físicos encontrados. Para realizar un análisis detallado se procede a subdividir el tramo vial en 6 segmentos de 1 kilómetro cada uno, se establecen las diferentes listas de chequeo que permitan identificar el estado de la vía y las zonas adyacentes.

#### **8.1.2. Descripción de la vía Apia – La Virginia PR 10+000 al PR 16+000.**

La auditoría en seguridad vial se realizó en el corredor que comunica las cabeceras municipales de Apia con la Virginia Risaralda, esta vía cuenta con una calzada en dos sentidos de 7 metros y una berma de 1 metro de ancho. Sobre el tramo vial auditado se encuentra una cantera de agregados pétreos de gran importancia económica en la región, dicho segmento carretero cuenta con 22 entradas perpendiculares de predios privados sin carril de aceleración o desaceleración.

Figura 3 Entrada perpendicular PR 13+086



(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Figura 2 Entrada perpendicular PR 11+623



(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Figura 5 Entrada perpendicular PR 15+820



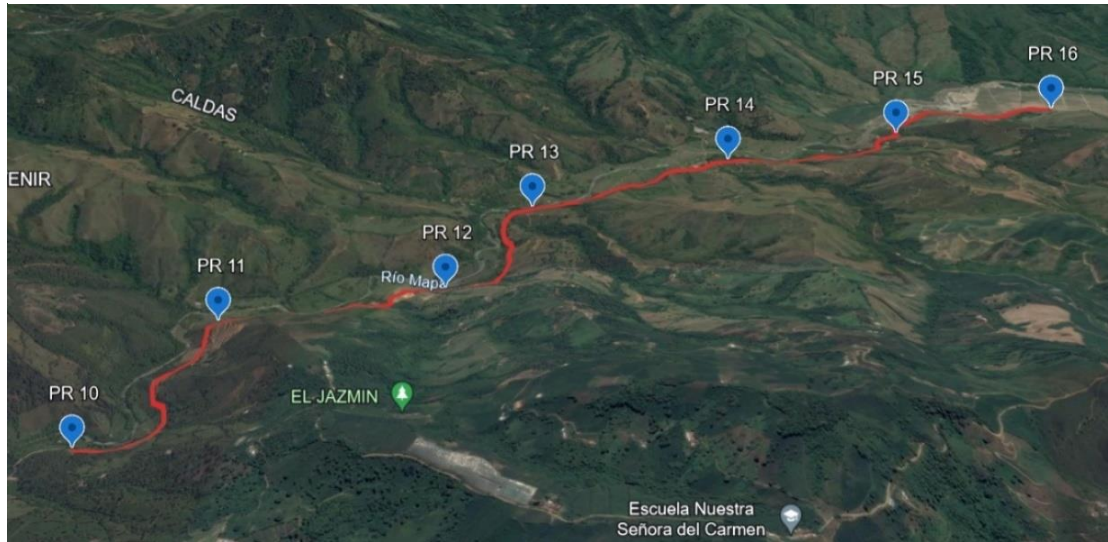
(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Figura 4 Entrada perpendicular PR 10+017



(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Figura 6. Vista panorámica tramo Apia - La Virginia PR 10 - PR 16.



**Fuente:** (Google Earth Pro, 2023a)

La topografía de la zona está compuesta por terrenos planos inferiores al 3% y montañosos entre el 6% y 8%.

Tabla 5. Corredor vial: PR 10+000 – PR 16+000

Ítem	Descripción
Denominación	Apia - La Virginia
Carretera	Red Nacional
Tramo	Ruta 50RS01, conexión troncal de occidente – transversal las Animas - Bogotá
Administrador	INVIAS
Tipo de terreno	Plano
Tipo de carpeta	Asfáltico
PR inicial	10+000
PR final	16+000
Pendiente terreno	3.2%
Calzadas	1
Carriles	2
Ancho y superficie de rodadura	7M
Longitud	6.000M
Velocidad promedio de operación	40 km/h

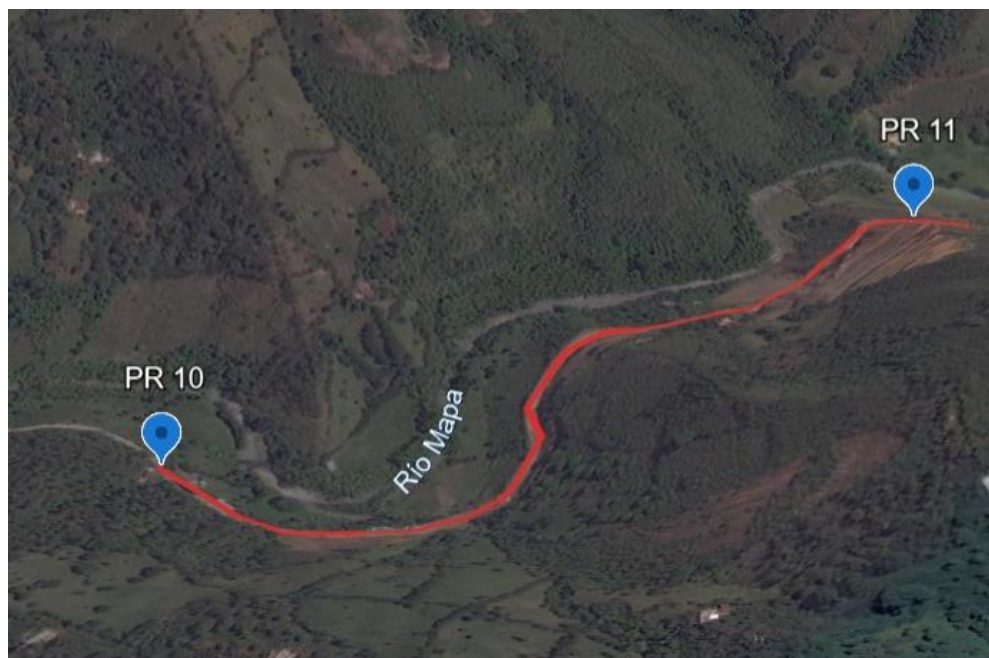
(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Tabla 6. Descripción tramo 1.

<b>Tramo 1</b>	
<b>Abscisa inicial</b>	<b>10+000</b>
<b>Abscisa final</b>	<b>11+000</b>
<b>Longitud</b>	<b>1000 m</b>
<b>Administrador</b>	<b>INVIAS</b>
<b>Pendiente terreno</b>	<b>3,20%</b>
<b>Tipo de terreno</b>	<b>Plano</b>
<b>Calzadas</b>	<b>1</b>
<b>Carriles</b>	<b>2</b>
<b>Ancho de calzada</b>	<b>7 Metros</b>

(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Figura 7. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 10 - PR 11.



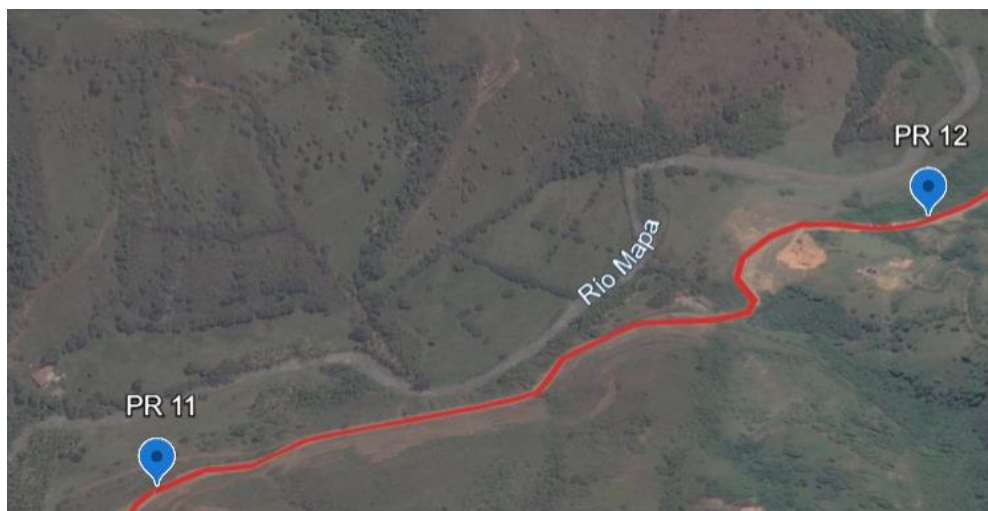
**Fuente:** (Google Earth Pro, 2023c)

Tabla 7. Descripción tramo 2

<b>Tramo 2</b>	
<b>Abscisa inicial</b>	<b>11+000</b>
<b>Abscisa final</b>	<b>12+000</b>
<b>Longitud</b>	<b>1000 m</b>
<b>Administrador</b>	<b>INVIAS</b>
<b>Pendiente terreno</b>	<b>6,64%</b>
<b>Tipo de terreno</b>	<b>Montañoso</b>
<b>Calzadas</b>	<b>1</b>
<b>Carriles</b>	<b>2</b>
<b>Ancho de calzada</b>	<b>7 Metros</b>

(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Figura 8. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR11- PR12



**Fuente:** (Google Earth Pro, 2023d)



Tabla 8. Descripción tramo 3, PR 12+000 al PR 13+000

<b>Tramo 3</b>	
<b>Abscisa inicial</b>	<b>12+000</b>
<b>Abscisa final</b>	<b>13+000</b>
<b>Longitud</b>	<b>1000 m</b>
<b>Administrador</b>	<b>INVIAS</b>
<b>Pendiente terreno</b>	<b>1,65%</b>
<b>Tipo de terreno</b>	<b>Plano.</b>
<b>Calzadas</b>	<b>1</b>
<b>Carriles</b>	<b>2</b>
<b>Ancho de calzada</b>	<b>7 Metros</b>

(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Figura 9. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 12 - PR 13



**Fuente:** (Google Earth Pro, 2023b)

Tabla 9. Descripción tramo 4, PR 13+000 al PR 14+000.

<b>Tramo 4</b>	
<b>Abscisa inicial</b>	<b>13+000</b>
<b>Abscisa final</b>	<b>14+000</b>
<b>Longitud</b>	<b>1000 m</b>
<b>Administrador</b>	<b>INVIAS</b>
<b>Pendiente terreno</b>	<b>1,49%</b>
<b>Tipo de terreno</b>	<b>Plano.</b>
<b>Calzadas</b>	<b>1</b>
<b>Carriles</b>	<b>2</b>
<b>Ancho de calzada</b>	<b>7 Metros</b>

(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Figura 10. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 13 - PR 14.



**Fuente:** (Google Earth Pro, 2023e)

Tabla 10. Descripción tramo 5, PR 14+000 al PR 15+000.

<b>Tramo 5</b>	
<b>Abscisa inicial</b>	<b>14+000</b>
<b>Abscisa final</b>	<b>15+000</b>
<b>Longitud</b>	<b>1000 m</b>
<b>Administrador</b>	<b>INVIAS</b>
<b>Pendiente terreno</b>	<b>1,01%</b>
<b>Tipo de terreno</b>	<b>Plano.</b>
<b>Calzadas</b>	<b>1</b>
<b>Carriles</b>	<b>2</b>
<b>Ancho de calzada</b>	<b>7 Metros</b>

(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Figura 11. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 14 - PR 15.



**Fuente:** (Google Earth Pro, 2023d)

Tabla 11. Descripción tramo 6, PR 15+000 al PR 16+000.

<b>Tramo 6</b>	
<b>Abscisa inicial</b>	<b>15+000</b>
<b>Abscisa final</b>	<b>16+000</b>
<b>Longitud</b>	<b>1000 m</b>
<b>Administrador</b>	<b>INVIAS</b>
<b>Pendiente terreno</b>	<b>1,84%</b>
<b>Tipo de terreno</b>	<b>Plano.</b>
<b>Calzadas</b>	<b>1</b>
<b>Carriles</b>	<b>2</b>
<b>Ancho de calzada</b>	<b>7 Metros</b>

(Fuente. Adaptación propia, 2023)

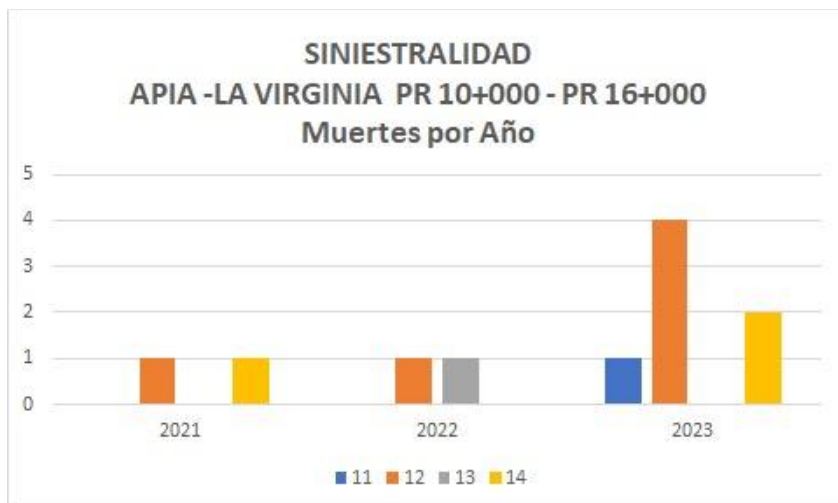
Figura 12. Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 15 - PR 16.



**Fuente:** (Google Earth Pro, 2023b)

## 8.2. Siniestralidad, Apia – La Virginia Pr 10+000 al PR 16+000

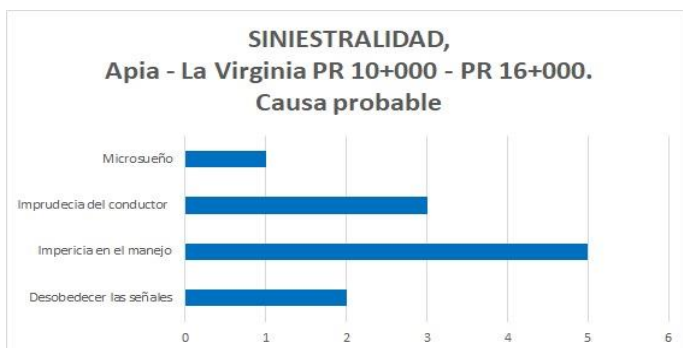
Figura 13. Siniestralidad Apia - La Virginia (PR10 - PR16)



**Fuente.** Adaptación propia a partir de: (Instituto nacional de vías, 2023)

En la figura No. 9 se presenta un análisis de los siniestros viales fatales ocurridos entre 2021 y 2023, con un total de 11 víctimas mortales en el período estudiado. Destaca un incremento significativo en el primer semestre de 2023, con 7 fallecimientos que representan el 64% del total de muertes registradas. Además, se evidencia que el tramo vial denominado "Pr 12" exhibe la mayor incidencia de fatalidades, con un total de 6 fallecidos en el mismo período.

Figura 14. Siniestralidad Apia - La Virginia (PR10 - PR16), agrupado por causa probable Años 2021-2023.



**Fuente.** Adaptación propia a partir de: (Instituto nacional de vías, 2023)

En la figura 10, se presenta un análisis donde se evidencia que el 45% de los siniestros fatales fueron atribuibles a la impericia en el manejo, lo que resultó en 5 fallecimientos durante el periodo de estudio. Estos siniestros se originaron principalmente debido a maniobras inapropiadas realizadas por los conductores, incluyendo la pérdida de control del vehículo. En segundo lugar, se identifica que la imprudencia de los conductores contribuyó con 3 fatalidades, manifestándose en acciones como adelantar en lugares prohibidos, no mantener la distancia de seguridad y exceso de velocidad.

### 8.2.1. Lista de chequeo.

Utilizando los datos recolectados durante la inspección preliminar y los proporcionados en los planos, en relación a los diversos componentes de la vía, se realiza una lista de chequeo con el objetivo de llevar a cabo un seguimiento exhaustivo del estado actual del tramo vial. A continuación, se presenta una de las tablas utilizadas para este propósito, las tablas adicionales se pueden consultar en el anexo A.

Tabla 12. Lista de chequeo.

Lista chequeo Barreras				
Ítem	Definición	Si	No	Observaciones
1	<b>Zona despejada</b>			
2	¿Están todos los postes de energía eléctrica, árboles, etc., a una distancia segura del tránsito vehicular?		X	Los arboles y postes de energía eléctrica se encuentran fuera de la berma, sin embargo la zona vegetal requiere mantenimiento ya que invade la berma y reduce la visibilidad de los conductores.
3	<b>Barreras de contención</b>			
4	¿Podrán contener y/o redirigir un vehículo liviano los sistemas de contención?	x		Los SCV tienen la capacidad de redireccionar los vehículos livianos al carril de tráfico.
5	¿Las barreras de contención están instaladas donde son necesarias?	x		Las barreras de contención existentes están instaladas según el parágrafo 1.4 de la guía metodología para el diseño, selección e instalación de SCV, se requiere intervención en las obras de drenaje ya que no cuentan barreras semirigidas.
6	¿Es suficiente la longitud de las barreras?		X	Según el parágrafo 2.11.1 de la guía metodología para el diseño, selección e instalación de SCV, se recomienda prologar la longitud de las barreras teniendo en cuenta la trayectoria tangencial y el radio de la curva.
7	¿Son visibles las barreras de contención tanto de día como de noche mediante reflectores, capta faros o similar?		X	Los SCV semirigidos existentes en la vía, no cuentan con captafaros según lo indicado en la tabla 30 del capítulo 6 de la guía metodología para el diseño, selección e instalación de SCV

(Fuente. Adaptación propia, 2023)

### 8.3. Establecer los puntos críticos de siniestralidad que existen en el tramo que permita estructurar las matrices y mapa de riesgo.

#### 8.3.1. Matriz de riesgos.

Para una comprensión más profunda de la composición y presentación de los resultados, se indica una breve explicación sobre su estructura. En el ámbito de la Ingeniería Civil, considera como amenazas a los elementos que constituyen la infraestructura vial, por que, debido a su configuración, tienen el potencial de influir en la seguridad de los usuarios más vulnerables, como peatones, ciclistas, motociclistas y el entorno circundante de la vía. Por lo tanto, cada uno de estos elementos debe ser evaluado y calificado de acuerdo con el nivel de riesgo que podría representar para dichos usuarios vulnerables.

La tabla que contiene la totalidad de las matrices se localiza en el anexo B.

Tabla 13. Resumen resultados matriz de riegos. Apia - La Virginia (PR10 - PR16)

RESUMEN MATRIZ DE RIESGO APIA - LA VIRGINIA DEL PR 10+000 AL 16+000						
TRAMO	CALZADA	ABSCISA	PONDERACIÓN	NIVEL DEL RIESGO	PLAZO INTERVENCIÓN	ACCIÓN
Tramo 1	Derecho-Izquierdo	PR 10+000 al PR 11+000	8,80	Riesgo no tolerable	Corto plazo	1. Análisis de las variables de diseño 2. Medidas correctivas de acuerdo al análisis 3. Reingeniería de los procesos de educación vial
Tramo 2	Derecho-Izquierdo	PR 11+000 al PR 12+000	7,47	Riesgo no tolerable	Corto plazo	1. Análisis de las variables de diseño 2. Medidas correctivas de acuerdo al análisis 3. Reingeniería de los procesos de educación vial
Tramo 3	Derecho-Izquierdo	PR 12+000 al PR 13+000	10,76	Riesgo no tolerable	Corto plazo	1. Análisis de las variables de diseño 2. Medidas correctivas de acuerdo al análisis 3. Reingeniería de los procesos de educación vial
Tramo 4	Derecho-Izquierdo	PR 13+000 al PR 14+000	8,66	Riesgo no tolerable	Corto plazo	1. Análisis de las variables de diseño 2. Medidas correctivas de acuerdo al análisis 3. Reingeniería de los procesos de educación vial
Tramo 5	Derecho-Izquierdo	PR 14+000 al PR 15+000	8,66	Riesgo no tolerable	Corto plazo	1. Análisis de las variables de diseño 2. Medidas correctivas de acuerdo al análisis 3. Reingeniería de los procesos de educación vial
Tramo 6	Derecho-Izquierdo	PR 16+000 al PR 16+000	9,42	Riesgo no tolerable	Corto plazo	1. Análisis de las variables de diseño 2. Medidas correctivas de acuerdo al análisis 3. Reingeniería de los procesos de educación vial

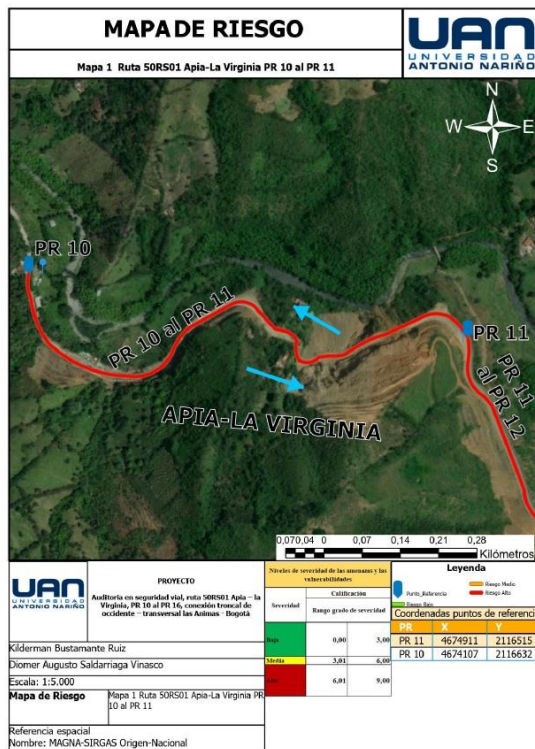
(Fuente. Adaptación propia, 2023)

### 8.4. Mapas de riesgos.

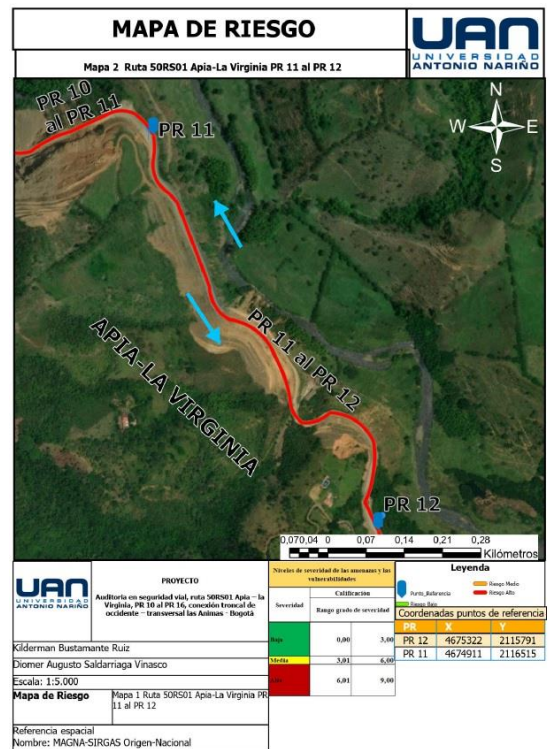
Las ilustraciones 10 a la 15 ofrecen una representación gráfica de los mapas de riesgo, empleando el software ArcGIS. Estas representaciones visuales han sido generadas a partir de los resultados obtenidos en las matrices de riesgo de cada tramo evaluado. El objetivo de esta visualización es verificar la consistencia entre el diseño y los resultados que arroja el software, se observa claramente que existe una similitud en cuanto a la ubicación y riesgo, lo que respalda la coherencia de las matrices analizadas.

Figura 16. Mapa de riesgo PR10 - PR11

Figura 15. Mapa de riesgo PR11 - PR12



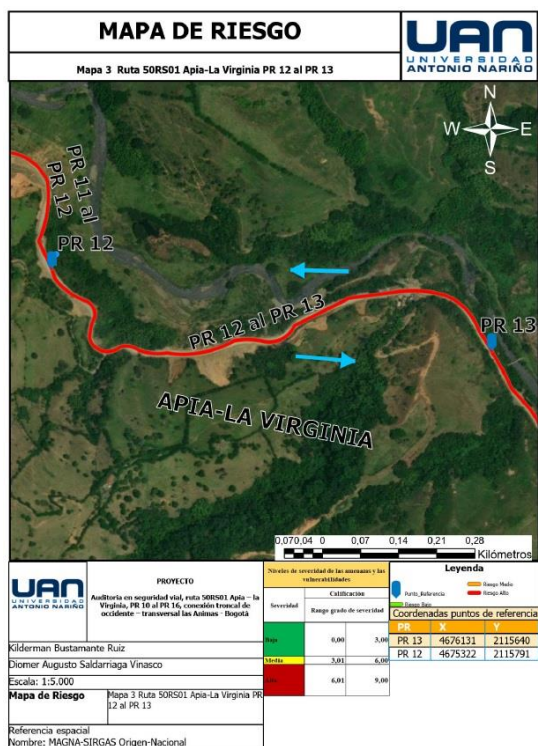
Fuente: (<http://goto.arcgis/maps/Imagery>)



Fuente: (<http://goto.arcgis/maps/Imagery>)

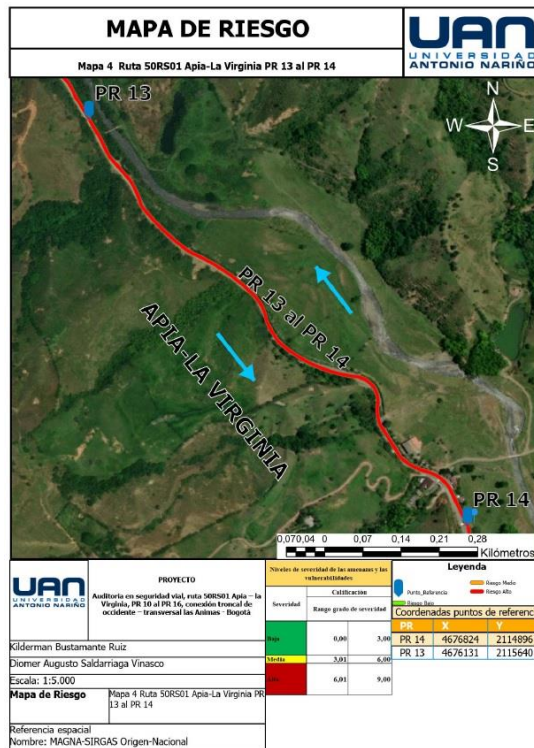


Figura 18. Mapa de riesgo PR12 - PR13



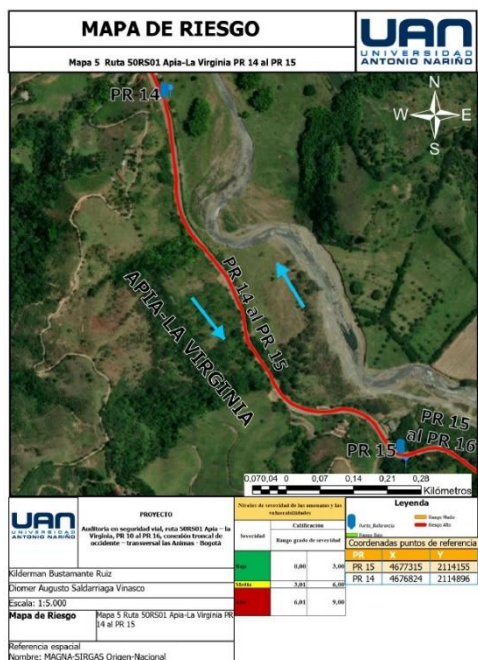
Fuente: (<http://goto.arcgis/maps/Imagery>)

Figura 17. Mapa de riesgo PR13 - PR14



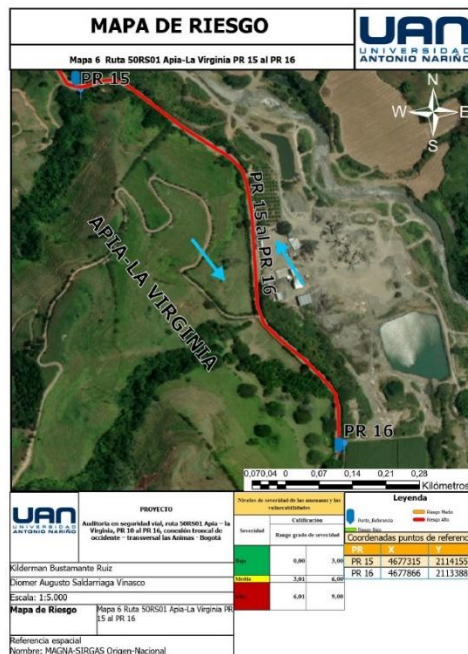
Fuente: (<http://goto.arcgis/maps/Imagery>)

Figura 20. Mapa de riesgo PR14 - PR15



Fuente: (<http://goto.arcgis/maps/Imagery>)



Figura 19. Mapa de riesgo PR15 - PR16





Fuente: (<http://goto.arcgis/maps/Imagery>)

## 8.5. Registro fotográfico.

Tabla 14. Registro fotográfico señalización vertical.

Hallazgos del registro fotográfico de señalización vertical					
		CARRIL			
Tipo de señal	Abscisa	DER.	IZQ.	Evidencia fotográfica	Observaciones
SP-04 Curva pronunciada a la derecha	PR 15+900		X		La señal se encuentra conforme a las directrices delineadas en el Manual de Señalización Vial 2015 - Numeral 2.3 que aborda las señales preventivas. No obstante, se hace necesario llevar a cabo acciones de mantenimiento. Estas acciones comprenden la necesidad de abordar la vegetación que obstaculiza la visibilidad de la señal, así como ejecutar procedimientos de limpieza dirigidos a la propia señal. Dichas intervenciones están prescritas en el Numeral 1.8.3 del manual.
SP-04 Curva pronunciada a la derecha	PR 15+843		X		Es necesario efectuar el reemplazo de la señal en cuestión debido a la falta de conformidad con las directrices establecidas en el Manual de Señalización Vial 2015. A pesar de que satisface los requisitos delineados en el Numeral 2.3 referente a las señales preventivas, incumple con la específica 2.1.3.4 relacionado con la visibilidad y retrorreflexión. Este incumplimiento se acredita al deterioro que ha experimentado la señal. Además, se requiere llevar a cabo trabajos de mantenimiento para abordar la vegetación que está obstaculizando la visibilidad de la señal, en concordancia con lo establecido en el Numeral 1.8.3.


<p>Entrada y salida de volquetas</p>	<p>PR 15+821</p>		<p>X</p>		<p>Es necesario efectuar el reemplazo de la señal en cuestión debido a la falta de conformidad con las directrices establecidas en el Manual de Señalización Vial 2015. A pesar de que satisface los requisitos delineados en el Numeral 2.3 referente a las señales preventivas, incumple con la específica 2.1.3.4 relacionado con la visibilidad y retroreflexión. Este incumplimiento se acredita al deterioro que ha experimentado la señal. Además, se requiere llevar a cabo trabajos de mantenimiento para abordar la vegetación que está obstaculizando la visibilidad de la señal, en concordancia con lo establecido en el Numeral 1.8.3.</p>
<p>SP-04 Curva pronunciada a la derecha</p>	<p>PR 15+500</p>		<p>X</p>		<p>La señal se encuentra conforme a las directrices delineadas en el Manual de Señalización Vial 2015 - Numeral 2.3 que aborda las señales preventivas. No obstante, se hace necesario llevar a cabo acciones de mantenimiento.</p>



(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Se llevó a cabo un inventario fotográfico de las señales, barreras de contención vehicular y obras de drenaje, así como de las entradas perpendiculares, mediante un trabajo de campo. Posteriormente, utilizando esta información recopilada, se procedió a realizar un análisis exhaustivo de cada uno de estos elementos con el propósito de identificar posibles fallos o incumplimientos con respecto a las directrices establecidas en los manuales de diseño y/o la normatividad vigente.

A continuación, se exponen los hallazgos principales identificados. En el anexo C se detalla el registro completo de los hallazgos junto con sus correspondientes recomendaciones, conforme a lo estipulado en los manuales de diseño.




Tabla 15. Registro fotográfico SCV.



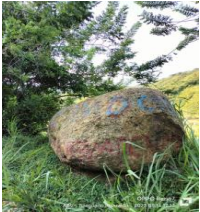
Hallazgos del registro fotográfico de barreras									
Tipo de barrera	Abscisa inicial	Abscisa final	Longitud (m)	Altura inicial (m)	Altura final (m)	Carril		Evidencia fotográfica	Observaciones
						Der	Izq.		
Barrera metálica de contención vehicular lateral	15+0520	15+110	57,3	0,7	0,8		x		La barrera de contención No está conforme a la guía técnica para el diseño, aplicación y uso de sistemas de contención vehicular, numeral 1.3.1.5 toda vez que requiere ser abatida en sus terminales para generar mayor seguridad, así como el mantenimiento y la instalación de captafaros para generar reflectividad.

<p>Barrera metálica de contención vehicular lateral</p>	<p>14+982</p>	<p>14+992</p>	<p>9,4</p>	<p>0,8</p>	<p>0,8</p>	<p>x</p>		<p>La barrera de contención No está conforme a la guía técnica para el diseño, aplicación y uso de sistemas de contención vehicular, numeral 1.3.1.5 toda vez que requiere ser abatida en sus terminales para generar mayor seguridad, así como el mantenimiento y la instalación de captafaros para generar reflectividad.</p>
<p>Barrera metálica de contención vehicular lateral</p>	<p>14+862</p>	<p>14+869</p>	<p>52,3</p>	<p>0</p>	<p>0,6</p>	<p>X</p>		<p>La barrera de contención No está conforme a la guía técnica para el diseño, aplicación y uso de sistemas de contención vehicular, numeral 1.3.1.5 y 3.5 toda vez que requiere ser abatida en sus terminales para generar mayor seguridad, así como el mantenimiento y la instalación de captafaros para generar reflectividad, se debe aumentar la altura a 0,75m.</p>

(Fuente. Adaptación propia, 2023)



Tabla 16. Registro fotográfico riesgos físicos.

Hallazgos del registro fotográfico de: Riesgos físicos.						
Abscisa inicial	Abscisa final	Hallazgo	Evidencia fotográfica	Carril		Observaciones
				Der.	Izq.	
15+000	15+000	Objeto contundente			x	Se recomienda el cambio del poste en concreto por la adoptada en el Manual de Señalización Vial 2015- 2,4 señales informativas.
14+621	14+626	Obra de drenaje transversal, cabezal de alcantarilla			x	La obra de drenaje no se encuentra acorde a lo establecido en el manual de drenajes para carreteras, al no contar con señalización y pintura, se recomienda instalación de barrera metálica
13+888	13+892	Obra de drenaje transversal, cabezal de alcantarilla			x	La obra de drenaje no se encuentra acorde a lo establecido en el manual de drenajes para carreteras, al no contar con señalización y pintura, se recomienda instalación de barrera metálica


13+408	13+408	Objeto contundente		x	Piedra de gran tamaño en vía, se recomienda remover
13+040	13+050	Obra de drenaje transversal, cabezal de alcantarilla		x	La obra de drenaje no se encuentra acorde a lo establecido en el manual de drenajes para carreteras, al no contar con señalización y pintura, se recomienda instalación de barrera metálica
13+030	13+015	Objeto contundente		x	Piedra de gran tamaño en vía, se recomienda remover

(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Tabla 17. Registro fotográfico comportamiento agresivo.

Hallazgos del registro fotográfico de: Comportamiento agresivo						
Hallazgo	Abscisa	Calzada		Evidencia fotográfica	Observaciones	Recomendación
		Izq.	Der			
1	12+305		x		Es claramente observable que un camión de gran envergadura está llevando a cabo una maniobra de avance en plena curva, donde la visibilidad es prácticamente nula. Esta situación plantea un riesgo significativo en la carretera, ya que la falta de visibilidad y la combinación de un vehículo grande como un camión pueden dar lugar a situaciones peligrosas para todos los usuarios de la vía.	Realiza campañas de educación vial para concienciar a los conductores sobre los peligros del adelantamiento en curvas y fomentar la responsabilidad en la carretera.  Establecer sanciones severas para los conductores que sean sorprendidos adelantando en curvas, lo que puede disuadir a otros de hacerlo.
2	10+312	x			Se distingue claramente la presencia de un vehículo averiado en las inmediaciones de la curva, junto a un automóvil estacionado en el carril contrario. Esta situación provoca la obstrucción de ambos carriles. Asimismo, se evidencia que los conos de seguridad no han sido ubicados a una distancia adecuada, lo que podría dar lugar a un siniestro vial.	La educación y la concientización son claves para fomentar un comportamiento seguro en la carretera y prevenir situaciones peligrosas. Al proporcionar información y recursos adecuados, puedes contribuir a reducir la probabilidad de siniestros y mejorar la seguridad vial.



3	14+015		x		<p>Se aprecia la presencia de cuatro individuos en una motocicleta, lo que implica un riesgo significativo tanto para la seguridad de los ocupantes del vehículo como para la integridad de los demás usuarios de la vía.</p>	<p>Lanzar campañas de concientización pública que destaquen los peligros de viajar con más pasajeros de lo permitido.  Establecer sanciones adecuadas para quienes infrinjan las leyes.  Realizar operativos de control para verificar el cumplimiento de las regulaciones.</p>
---	--------	--	---	--	---	---

(Fuente. Adaptación propia, 2023)

## **8.7. Establecer la coherencia del diseño, mediante la información obtenida en campo y software Señales.**

### **8.7.1. Análisis Velocidad (software Señales).**

Durante la ejecución del análisis correspondiente al informe emanado del software denominado Señales, se producen informes relativos a operativos de velocidad, sitios específicos y registros de velocidades según los segmentos inspeccionados. Con el propósito de llevar a cabo este análisis, se considerarán las directrices estipuladas en la Resolución 5443 de 2009, la cual aborda aspectos vinculados a la configuración de los vehículos. Es pertinente señalar que el software Señales efectúa la agrupación de los vehículos de acuerdo con la estructura visualizada en la tabla adjunta.

Tabla 18. Clasificación de los autos Ministerio de Transporte.

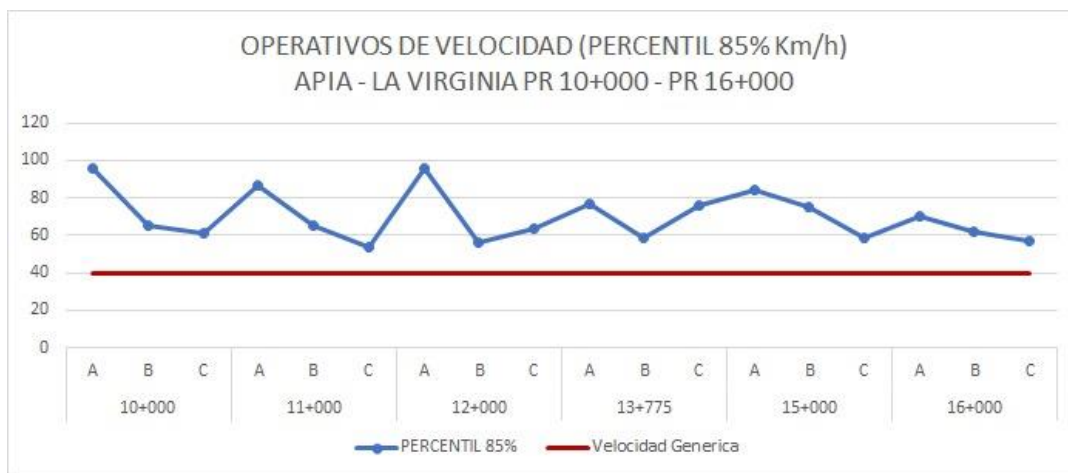
#	Categoría	Tipo de auto
1	A	AUTO - MOTO -CAMPERO
2	B	BUSES - BUSETAS
3	C	CAMIONES - TRACTOCAMIONES

Fuente: (MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2009)

### **8.7.2. Operativos de velocidad percentil 85.**

La ilustración 20, representa el análisis de la velocidad calculada como el percentil 85 definida como la velocidad en kilómetros por hora (Km/h) a la cual todos los vehículos, de categorías A, B y C, pueden circular por la vía sin experimentar ningún tipo de interrupción y manteniendo un flujo continuo. Datos obtenidos por medio del software Señales.

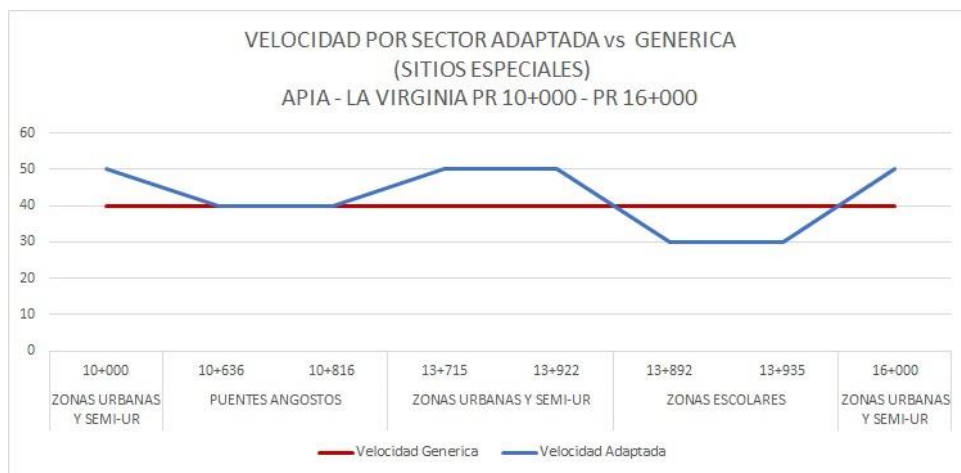
Figura 21. Velocidad por sector. Apia - La Virginia PR10 - PR16



(Fuente. Adaptación propia, 2023)

**8.7.3. Velocidad por sector Sitios especiales. Apia – La Virginia PR-10 – PR16.**

Figura 22. Velocidad sitios especiales. Apia - La Virginia PR10 - PR16



(Fuente. Adaptación propia, 2023)

La ilustración 21, representa la velocidad por sector en sitios especiales como paso por zonas urbanas y semi urbanas, puentes angostos y paso por zonas escolares, Apia – La Virginia PR10 – PR 16. Se evidencio que la velocidad asumida por los usuarios de la vía es acorde respetando las restricciones de velocidad, excepto en las zonas urbanas.

#### 8.7.4. Comparativo registro fotográfico vs Informe Software Señales.

Tabla 19. Registro fotográfico vs Informe Software Señales.

Comparativo de hallazgos del registro fotográfico vs Informe Software Señales					
Descripción.	Abscisa	Existe.	No Existe.	Lateral	Observación
Señal vertical Sr-30	Pr 10+002		X	Carril derecho e izquierdo	Instalar, señales sr-30 de 40 km/h
Señal vertical Sr-30	Pr 12+002		x	Carril derecho	Instalar, señales sr-30 de 40 km/h
Señal vertical Sr-30	Pr 13+792		x	Carril derecho e izquierdo.	Instalar, señales sr-30 de 40 km/h
Señal vertical Sr-30	Pr 13+892		X	Carril derecho e izquierdo	Instalar, señales sr-30 de 30 km/h
Señal vertical Sr-30	Pr 13+935		X	Carril derecho e izquierdo	Instalar, señales sr-30 de 30 km/h
Señal vertical Sr-30	Pr 14+035		X	Carril derecho e izquierdo	Instalar, señales sr-30 de 40 km/h
Señal vertical Sr-30	Pr 16+000		X	Carril derecho e izquierdo	Instalar, señales sr-30 de 40 km/h
Señal vertical Sr-30	Pr 11+792		X	Carril izquierdo	Instalar, señales sr-30 de 40 km/h

(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Las tablas que contienen la totalidad de la comparación se localizan en el anexo E

Tabla 20. Registro fotográfico señalización horizontal vs Informe Software Señales.

Comparativo de hallazgos del registro fotográfico vs Informe Software Señales						
Carril	Descripción.	PR. Inicial	PR Final	Existe	No Existe	Observacion.
Derecho	Señalización horizontal línea punteada	10+560	10+630		X	Se recomienda pintar señalización según el numeral 3.6.4 del Manual de Señalización Vial 2015
Derecho	Señalización Horizontal línea continua.	10+630	10+950	X		Señalización horizontal deteriorada, se recomienda mantenimiento a la pintura según lo establecido en el numeral 3.6.4. del manual de señalización vial 2015
Derecho	Señalización horizontal línea punteada	10+950	10+980		X	Se recomienda pintar señalización según el numeral 3.6.4 del Manual de Señalización Vial 2015
Derecho	Señalización Horizontal línea continua.	10+980	11+800	X		Señalización horizontal deteriorada, se recomienda mantenimiento a la pintura según lo establecido en el numeral 3.6.4. del manual de señalización vial 2015

(Fuente. Adaptación propia, 2023)

Según el análisis efectuado en el contexto del contraste entre el registro fotográfico y el informe del software Señales, se observan diversas discrepancias en la tabla 14 y 15. Dichas diferencias se reflejan en la comparación entre lo que efectivamente se encuentra instalado o pintado y la información que, de acuerdo con los planos, debería estar presente en la vía, tal como lo indica el informe del software Señales. En consecuencia, se identifican numerosas señales que requieren tanto instalación como pintura.

## 9. Conclusiones.

La auditoría de seguridad vial en la conexión troncal de occidente - transversal las Ánimas - Bogotá, específicamente en el tramo entre Apía y La Virginia (PR 10+000 al PR 16+000), ha realizado una evaluación de las variables críticas: barreras, consistencia en el diseño y señalización. Este análisis detallado ha permitido determinar con precisión las condiciones de seguridad que enfrentan los usuarios de la vía en este tramo específico. Los hallazgos y recomendaciones resultantes de esta auditoría servirán como una guía fundamental para la implementación de medidas correctivas. Estas acciones beneficiarán a la comunidad al reducir los siniestros viales y preservar la vida de quienes transitan por esta ruta, cumpliendo así con los objetivos específicos establecidos:

En el proceso de cumplimiento del primer objetivo específico, se llevó a cabo la elaboración de matrices de riesgo para cada uno de los subsectores del tramo vial auditado, apoyándose en la información recopilada. Como resultado de este análisis, se identificó un nivel de riesgo no tolerable, lo que hace indispensable una intervención inmediata para mitigar o reducir la vulnerabilidad de los distintos actores viales involucrados. Además, se procedió a la creación de mapas de riesgo con el propósito de representar visualmente la incidencia entre las vulnerabilidades y las amenazas las cuales permiten obtener el riesgo presente en el tramo vial.

Respecto a la coherencia del diseño se revela una discrepancia significativa entre el diseño original y los resultados arrojados por el software Señales. Esta inconsistencia se manifiesta en la falta de presencia de señales verticales en las ubicaciones previstas, una demarcación vial deficiente que solo se asemeja parcialmente a los datos del software. Es

importante destacar que, durante los operativos de medición de velocidad, los usuarios no están cumpliendo con las recomendaciones de las señales, excediendo los límites tanto establecidos en el diseño geométrico de la vía como los indicados por el software.

En relación a la determinación de puntos críticos en el tramo vial auditado, se llevó a cabo la inspección de señales verticales, señales horizontales, sistemas de contención vehicular, riesgos físicos, comportamientos agresivos, se realizaron operativos de velocidad y se elaboraron matrices de riesgos, lo que permitió concluir que la totalidad del tramo completo presenta riesgos no tolerables debido a los múltiples hallazgos identificados. Por lo tanto, es importante realizar una intervención inmediata que incluya medidas de intervención física, programas de educación vial; por otra parte la implementación de operativos de control de velocidad y vehicular y campañas de concientización en materias de seguridad vial.

## 10. Recomendaciones.

En el proceso de auditoría de seguridad vial, se han identificado varios puntos críticos que requieren atención inmediata para garantizar la seguridad de los usuarios de la vía. A continuación, se presentan las principales recomendaciones:

### **Riesgos Físicos:**

**a. Vegetación en Costados de la Vía:** Se recomienda llevar a cabo labores de poda y rocería en la vegetación que bordea los costados de la vía. Esta medida mejorará la visibilidad para los conductores y evitará que la vegetación se convierta en un factor de inseguridad o bloquee la visibilidad de las señales de tránsito.

**b. Retiro de Rocas en Puntos Críticos:** Es necesario retirar las rocas que se encuentran en el Pr 13+015 y el Pr 13+408, ya que representan un riesgo inminente para los usuarios de la vía.

**c. Actualización de Postes de Referencia:** Se recomienda sustituir los postes en concreto utilizados para la identificación de los Puntos de Referencia (PR) por aquellos que se ajustan a las directrices establecidas en el Manual de Señalización Vial 2015 (2.4.4.7 señales postes de referencia).

**d. Señalización de Obras de Drenaje Transversal:** Es esencial señalar de manera adecuada las obras de drenaje transversal presentes en la vía. Esto incluye la pintura del cabezote y la instalación de sistemas de contención vehicular que protejan al usuario evitando que se agrave un siniestro vial.

### **Señales verticales y horizontales:**

**a. Mantenimiento Preventivo de Señales Verticales:** Se sugiere llevar a cabo trabajos de mantenimiento preventivo en las señales verticales existentes. Esto incluye



limpiar las señales para mantener su visibilidad y garantizar que las mismas cumplan su función de manera efectiva de acuerdo al manual de señalización 2015 capítulo 2.3.

**b. Reparación y Reemplazo:** Es esencial identificar y reparar o reemplazar las señales que han sido vandalizadas o se han deteriorado debido a las condiciones climáticas adversas.

**c. Instalación de Señales Sr-30:** Se recomienda la instalación de señales Sr-30 en puntos específicos de la vía. Estas señales deben ser colocadas en los PR 10+002, PR 11+792, PR 12+002, PR 13+792, PR 13+892, PR 13+935, PR 14+035 y PR 16+000. Esta medida fortalecerá la información disponible para los conductores y mejorará la seguridad en la carretera, de acuerdo al manual de señalización vial 2015 capítulo 2.

**d. Realizar trabajos de mantenimiento en la demarcación vial,** incluyendo el repinte de la señalización horizontal en estado de deterioro, además de la instalación de capta faros con el propósito de potenciar la visibilidad durante las horas nocturnas.

**e. Campañas de Educación Vial:** realizar campañas de educación vial que promuevan el conocimiento y el respeto de las señales de tránsito. Esto contribuirá a concienciar a los conductores y usuarios de la vía sobre la importancia de obedecer las indicaciones de las señales, mejorando así la seguridad en el tramo.

**Barreras de contención vehicular:**

**a. Mantenimiento y Mejora de Barreras Existentes:** Se recomienda realizar un mantenimiento preventivo en las barreras de contención vehicular ya instaladas. Esto implica un lavado de dichos sistemas de contención vehicular y la incorporación de capta faros con el objetivo de mejorar la visibilidad.

**b.** Abatimiento de Barreras en los Extremos: Se recomienda abatir las barreras de contención vehicular en los extremos según la guía de instalación de contención vehicular. Este ajuste tiene como finalidad reducir los riesgos asociados a las mismas.

**c.** Ajuste de Altura de Barreras: Corregir la altura de las barreras de contención vehicular, estableciéndola a una altura de 0.75 metros entre los Puntos de Referencia (PR) ubicados en el PR 14+641 y el PR 14+705. Este ajuste garantizará un nivel adecuado de protección y seguridad en la vía.

## 11. Referencias Bibliográficas

- Agencia nacional de seguridad vial. (2023). *Histórico víctimas*. 1–1.  
<https://ansv.gov.co/es/observatorio/estad%C3%ADsticas/historico-victimas>
- ArcGis. (2023). *Fuente. Adaptación propia según ArcGis*. .
- Betancourth Arias, D., & Carlos Andrés Monsalve Marín. (2022). *Auditoria en Seguridad Vial (ASV) sector-Puerto Caldas-Cerritos Km 80 + 000 a Km 86 + 000*.  
<http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/6649/3/2022DanielBetancourt.pdf>
- Carlos Beltrán, J., Cruz, J., & Director, V. (2022a). *BOLETÍN ESTADÍSTICO RISARALDA Observatorio Nacional de Seguridad Vial*.  
[https://ansv.gov.co/sites/default/files/2022-12/Boletin\\_Risaralda\\_octubre\\_2022.pdf](https://ansv.gov.co/sites/default/files/2022-12/Boletin_Risaralda_octubre_2022.pdf)
- Carlos Beltrán, J., Cruz, J., & Director, V. (2022b). *BOLETÍN ESTADÍSTICO RISARALDA Seguridad Vial*. [https://ansv.gov.co/sites/default/files/2022-12/Boletin\\_Risaralda\\_octubre\\_2022.pdf](https://ansv.gov.co/sites/default/files/2022-12/Boletin_Risaralda_octubre_2022.pdf)
- Carlos Correa Hernández, J., Patricia Guerra Narváez, E., & Antonio Nariño, U. (2022). *Auditoría en Seguridad Vial variante Condina ruta nacional 29RSD, desde el K 0+000 hasta el K 6+500 en el departamento de Risaralda*.
- Carlos Tabasso. (2018). *Una teoría integral de la seguridad vial*.
- Castellanos, I. S., Alejandra, W., Zavala, C., Gómez González, N., Abarca Pérez, E., & Mendoza Díaz, A. (2022). *Auditorías de seguridad vial en zonas de obra sobre la autopista México-Querétaro*. 1–8.  
<https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt716.pdf>
- Daniela Román González, A. (2020). *GUÍA BASE PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES DE AUDITORÍAS E INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL PARA VÍAS CONCESIONADAS DE COLOMBIA*.  
[https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17285/4/RomanDaniela\\_2020\\_AuditoriasInspeccionesViales.pdf](https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/17285/4/RomanDaniela_2020_AuditoriasInspeccionesViales.pdf)
- E. JIMÉNEZ MEJÍAS, R., OLMEDO REQUENA, M. C., & OLVERA PORCEL. (2011). *Aplicación de un planteamiento causal en la epidemiología de las lesiones a consecuencia del tráfico*. 1–6.

FAVIO EDUARDO CHALCO MEDINA. (2022). *AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL COMO INSUMO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD DE CICLISTAS EN CONTEXTO URBANO (CASO DE ESTUDIO: CALLE 10 CON CARRERA 39, EN SANTIAGO DE CALI, COLOMBIA)*.

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/22062/3747%20C436a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fuente. Adaptación propia. (2023). *Fuente. Adaptación propia.*

GENESIS DAYANARA NUÑEZ MAZZA, & JOHANA PATRICIA ORTEGA BUENAÑO. (2019). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO*.

Google Earth Pro. (2023a). *Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 10 - PR 16* (pp. 1–1).

Google Earth Pro. (2023b). *Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 12 - PR 13*.

Google Earth Pro. (2023c). *Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 10 - PR 11*.

Google Earth Pro. (2023d). *Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 11 - PR 12*.

Google Earth Pro. (2023e). *Vista panorámica y satelital tramo Apia - La Virginia PR 14 - PR 15*.

Haddon, W. (1995). Energy damage and the 10 countermeasure strategies. In *Injury Prevention* (Vol. 1).

Instituto nacional de vías. (2023). *INVIAS*.

JONATHAN ALEXANDER, & LANDACAY ORTEGA. (2022). *ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS “AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL EN LA VÍA CATAMAYO SAN PEDRO DE LA BENDITA (KM 00-KM 12), PROVINCIA DE LOJA.”*

Kevin Benjumea Castañeda., Carlos Alberto Forero Callejas., & Juan Sebastián Montoya Rincón. (2021). *Auditoría Seguridad Vial. Ruta 50 RS 01 Apia - La Virginia, abscisas 25+000 a 16+000, Tramo Transversal Las Animas – Bogotá. Carretera Transversal Central del Pacífico. Código 5003.*

<http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/5744/2/2021BenjumeaKevin.pdf>

- MAIQUEL ARDILA HOYOS, RUBÉN DARÍO QUINTERO QUINTERO, & GUSTAVO ANDRES CÓRDOBA MORA. (2020). *Auditoría en Seguridad Vial ruta nacional 50, tramo 5003., Pr k 31+ 139. 75 - k 25+139.75 La Virginia a Apia*. <http://repository.uan.edu.co:8080/bitstream/123456789/2893/1/2020MaiquelArdilaHoyos.pdf>
- Ministerio de transporte. (2008). *manual diseño geométrico de carreteras*. 1–298. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/proyectos-de-norma/11313-manual-de-diseno-geometrico-de-carreteras-2008>
- MINISTERIO DE TRANSPORTE. (2009). *RESOLUCIÓN 5443 DE 2009*. 1–14.
- Ministerio de transporte. (2015). *Manual de Señalización Vial 2015*.
- Ministerio de Transporte. (2018). *POLITICA DE ADMINISTRACION DEL RIESGO*. 1–17. [file:///C:/Users/JAIME%20VILLANEDA/Documents/auditoria%20en%20seguridad%20vial/POLITICA%20ADM%20RIESGO%20MT%20MARZO%2007\\_18.pdf](file:///C:/Users/JAIME%20VILLANEDA/Documents/auditoria%20en%20seguridad%20vial/POLITICA%20ADM%20RIESGO%20MT%20MARZO%2007_18.pdf)
- Ministerio de transporte. (2020). *GUÍA TÉCNICA DE AUDITORÍAS E INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL PARA COLOMBIA*.
- Ministerio de transporte. (2022a). *Comportamiento siniestralidad vial . 1*, 1–1.
- MINISTERIO DE TRANSPORTE. (2022). *DECRETO NÚMERO 1430 de 2022*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=191348>
- Ministerio de transporte. (2022b). *Plan nacional de seguridad vial*. <https://ansv.gov.co/sites/default/files/Documentos/Agencia/PNSV/22.08.30%20-%20Documento%20te%CC%81cnico%20de%20soporte%20-%20PNSV.pdf>
- Ministerio de transporte. (2019). *MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL DISPOSITIVOS UNIFORMES PARA LA REGULACIÓN DE TRÁNSITO EN LAS VÍAS DE COLOMBIA*. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/35729/GonzalezMarinAlfredo2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MINISTRO DE TRANSPORTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. (2021). *Decreto\_1252\_de\_2021*. 1–4. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=172386>
- Naciones unidas. (2022). *Una población en crecimiento. 1*, 1–1. <https://www.un.org/es/global-issues/population#:~:text=Una%20poblaci%C3%B3n%20en%20crecimiento&text=L>

a%20poblaci%C3%B3n%20mundial%20alcanz%C3%B3los,y%202000%20millones%20desde%201998.

- Organización mundial de la salud. (2021). *DECENIO DE ACCIÓN PARA LA SEGURIDAD VIAL2021-2030*. <https://www.who.int/es/publications/m/item/global-plan-for-the-decade-of-action-for-road-safety-2021-2030>
- Organización mundial de la salud. (2022a). *Traumatismos causados por el tránsito. 1*, 1–1. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- Organización mundial de la salud. (2022b). *Traumatismos causados por el tránsito. 1*, 1–1. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2022). *La nueva declaración política para reducir a la mitad las defunciones y los traumatismos causados por las colisiones de tránsito para 2030 es un logro histórico. 1*, 1–1. <https://www.who.int/es/news/item/30-06-2022-new-political-declaration-to-halve-road-traffic-deaths-and-injuries-by-2030-is-a-milestone-achievement>
- Rivera Yule Reinel, & Tamayo Coy Tatiana Alexandra. (2021). *Auditoría en Seguridad Vial de la Abscisa km 7+000 a km 13+000. Tramo, sector Cerritos – La Virginia – Cauyá, Troncal de Occidente ruta 25. Código 2507*. 1–142. <http://repository.uan.edu.co:8080/bitstream/123456789/5746/2/2021RiveraReinel.pdf>
- Tania Lizbeth Joya Hernández, & Jhonatan Julian Lozano Montaña. (2022). *Auditoría en seguridad vial de la vía Autopista norte de la calle 94 a la calle 153, Bogotá D.C. 1*, 1–83. [http://repository.uan.edu.co:8080/bitstream/123456789/7534/4/2023\\_Tania%20Lizbeth%20Joya%20Hernandez.pdf](http://repository.uan.edu.co:8080/bitstream/123456789/7534/4/2023_Tania%20Lizbeth%20Joya%20Hernandez.pdf)
- Torres Márquez Rolando. (2017). *ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DE UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS CONCESIONADAS*. [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2816/MAS\\_ICIV-L\\_036.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2816/MAS_ICIV-L_036.pdf?sequence=1)