



**Auditoría en Seguridad Vial del Tramo La Postrera-El Estadio desde Km 0+000 hasta el Km3+350, Variante Santa Rosa de Cabal; el Estadio-el Jazmín desde el Km 15+000 hasta el Km 17+000; el Jazmín-Tarapacá II desde el Km 17+000 hasta el Km 23+740, Variante Troncal de Occidente (VTO), en el departamento de Risaralda**

**Juan Esteban Márquez Ocampo**

20481815518

**Lizeth Mayerly Meneses Díaz**

20481915067

**Liz Nayely Palacios Mena**

20481916451

**Universidad Antonio Nariño**

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil

Pereira, Colombia

2023

**Auditoría en Seguridad Vial del Tramo La Postrera-El Estadio desde Km 0+000 hasta el Km3+350, Variante Santa Rosa de Cabal; el Estadio-el Jazmín desde el Km 15+000 hasta el Km 17+000; el Jazmín-Tarapacá II desde el Km 17+000 hasta el Km 23+740, Variante Troncal de Occidente (VTO), en el departamento de Risaralda**

**Juan Esteban Márquez Ocampo**

**Lizeth Mayerly Meneses Díaz**

**Liz Nayely Palacios Mena**

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

**Ingeniero Civil**

Director:

Msc.Esp.Ic. Álvaro Mauricio Mejía Ramírez

Codirector (a):

Línea de Investigación:

Infraestructura Sostenible

**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

Pereira, 2023.

## Contenido

	Pág.
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Descripción del Problema.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Justificación .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Antecedentes .....</b>	<b>8</b>
<b>5. Marco Teórico y Estado del Arte.....</b>	<b>11</b>
<b>5.1. Marco Teórico .....</b>	<b>11</b>
<b>5.1.1. Modelo clínico matricial.....</b>	<b>11</b>
<b>5.1.2. Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV).....</b>	<b>12</b>
<b>5.1.3. Auditoría de Seguridad Vial.....</b>	<b>14</b>
<b>5.1.3.1. Etapas del Proceso de una Auditoria en Seguridad Vial.....</b>	<b>15</b>
<b>5.1.4. Señalización.....</b>	<b>16</b>
<b>5.2. Estado del Arte .....</b>	<b>17</b>
<b>5.2.1. Internacionales.....</b>	<b>17</b>
<b>5.2.2. Nacionales.....</b>	<b>20</b>
<b>6. Metodología .....</b>	<b>23</b>
<b>6.1. Fases del proyecto.....</b>	<b>23</b>
<b>6.2. Procedimiento Metodológico.....</b>	<b>24</b>
<b>6.3. Operacionalización de las variables.....</b>	<b>25</b>
<b>7. Resultados y Discusión.....</b>	<b>27</b>
<b>7.1. Variables Geométricas del Tramo Auditado.....</b>	<b>27</b>
<b>7.2. Análisis de Siniestralidad.....</b>	<b>28</b>
<b>7.3. Identificación de Hallazgos en Componentes de Riesgo.....</b>	<b>30</b>
<b>7.3.1. Señalización Vertical y Horizontal .....</b>	<b>30</b>
<b>7.3.2. Índice de Retroreflectividad .....</b>	<b>32</b>
<b>7.3.3. Riesgos Físicos .....</b>	<b>33</b>
<b>7.3.4. Comportamiento Agresivo .....</b>	<b>36</b>
<b>7.3.5. Barreras de Contención Vehicular .....</b>	<b>37</b>
<b>7.4. Matrices de Riesgo .....</b>	<b>38</b>

<b>7.5. Mapas de Riesgo</b> .....	<b>40</b>
<b>7.6. Sistematización de datos de velocidad en el software Señales</b> .....	<b>40</b>
<b>7.6.1. Operativos de Velocidad (Percentil 85%)</b> .....	<b>41</b>
<b>7.6.2. Velocidades por Sector</b> .....	<b>43</b>
<b>7.6.3. Comparativo Registro Fotográfico y Software Señales</b> .....	<b>44</b>
<b>8. Discusión</b> .....	<b>45</b>
<b>9. Conclusiones</b> .....	<b>47</b>
<b>10. Recomendaciones</b> .....	<b>49</b>
<b>11. Referencias Bibliográficas</b> .....	<b>50</b>
<b>12. Anexos</b> .....	<b>52</b>

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> <i>Modelo Matricial del Control de Lesiones</i> .....	12
<b>Figura 2</b> <i>Estructuración del Plan Decenio 2021- 2030</i> .....	13
<b>Figura 3</b> <i>Factores que Contribuyen a la Ocurrencia de un Accidente</i> .....	15
<b>Figura 4</b> <i>Índice de Siniestralidad</i> .....	29
<b>Figura 5</b> <i>Índice de Siniestralidad por Kilómetro</i> .....	29
<b>Figura 6</b> <i>Causas probables de Siniestralidad</i> .....	30
<b>Figura 7</b> <i>Señales Horizontales que presentan desgaste o deterioro</i> .....	32
<b>Figura 8</b> <i>Registro Fotográfico Índice de Reflectividad</i> .....	33
<b>Figura 9</b> <i>Evidencia de Elementos de Riesgo Físico</i> .....	34
<b>Figura 10</b> <i>Identificación de Comportamiento Agresivo en la Vía</i> .....	36
<b>Figura 11</b> <i>Estado de las Barreras de Protección en el Tramo Auditado</i> .....	37
<b>Figura 12</b> <i>Matriz de Riesgo General</i> .....	39
<b>Figura 13</b> <i>Mapas de Riesgo de los Tramos a) Km 1 +000 - Km 2 + 000, b) Km 15 +000 - Km 16+ 000, c) Km 17 +000 - Km 21 + 000, d) Km 21 +000 - Km 22 +000</i> .....	40
<b>Figura 14</b> <i>Operativos de velocidad Variante Santa Rosa de Cabal (Percentil 85%)</i> .....	42
<b>Figura 15</b> <i>Operativos de velocidad Variante Troncal de Occidente (VTO) (Percentil 85%)</i> .....	42
<b>Figura 16</b> <i>Velocidad por sector (Variante Santa Rosa de Cabal)</i> .....	43
<b>Figura 17</b> <i>Velocidad por sector (Variante Troncal de Occidente (VTO))</i> .....	44
<b>Figura 18</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 0 + 000 al Km 1 + 000 - Lateral derecho</i> .....	59
<b>Figura 19</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 0 + 000 al Km 1 + 000 - Lateral izquierdo</i> .....	60
<b>Figura 20</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 1 + 000 al Km 2 + 000 - Lateral derecho</i> .....	61
<b>Figura 21</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 1 + 000 al Km 2 + 000 - Lateral izquierdo</i> .....	62
<b>Figura 22</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 2 + 000 al Km 3 + 350 - Lateral derecho</i> .....	63

<b>Figura 23</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 2 + 000 al Km 3 + 350 - Lateral izquierdo</i> .....	64
<b>Figura 24</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 15 + 000 al Km 16 + 000 - Lateral derecho</i> .....	65
<b>Figura 25</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 15 + 000 al Km 16 + 000 - Lateral izquierdo</i> .....	66
<b>Figura 26</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 16 + 000 al Km 17 + 000 - Lateral derecho</i> .....	67
<b>Figura 27</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 16 + 000 al Km 17 + 000 - Lateral izquierdo</i> .....	68
<b>Figura 28</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 17 + 000 al Km 21 + 000 - Lateral izquierdo</i> .....	69
<b>Figura 29</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 21 + 000 al Km 22 + 000 - Lateral izquierdo</i> .....	70
<b>Figura 30</b> <i>Calificación Matriz de Riesgos: tramo desde el Km 22 + 000 al Km 23 + 740 - Lateral izquierdo</i> .....	71
<b>Figura 31</b> <i>Mapa de Riesgo, Tramo 1, Km 0 + 000 – Km 1 + 000</i> .....	72
<b>Figura 32</b> <i>Mapa de Riesgo, Tramo 2, Km 1 + 000 – Km 2 + 000</i> .....	73
<b>Figura 33</b> <i>Mapa de Riesgo, Tramo 3, Km 2 + 000 – Km 3 + 350</i> .....	74
<b>Figura 34</b> <i>Mapa de Riesgo, Tramo 4, Km 15 + 000 – Km 16 + 000</i> .....	75
<b>Figura 35</b> <i>Mapa de Riesgo, Tramo 5, Km 16 + 000 – Km 17 + 000</i> .....	76
<b>Figura 36</b> <i>Mapa de Riesgo, Tramo 6, Km 17 + 000 – Km 21 + 000</i> .....	77
<b>Figura 37</b> <i>Mapa de Riesgo, Tramo 7, Km 21 + 000 – Km 22 + 000</i> .....	78
<b>Figura 38</b> <i>Mapa de Riesgo, Tramo 8, Km 22 + 000 – Km 23 + 740</i> .....	79
<b>Figura 39</b> <i>Delimitación del Tramo Vial</i> .....	158
<b>Figura 40</b> <i>Km 0+000- La Postrera</i> .....	159
<b>Figura 41</b> <i>Km 3+350- El Estadio</i> .....	160
<b>Figura 42</b> <i>Km 17+000- El Jazmín</i> .....	161
<b>Figura 43</b> <i>Km 23+740- Tarapacá II</i> .....	162

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Auditoría en Seguridad Vial: Armenia- Pereira.....	8
<b>Tabla 2</b> Auditoría en Seguridad Vial Tramo: La Paila- Armenia .....	8
<b>Tabla 3</b> Auditorías de Seguridad Vial: Ejemplo de aplicación metodológica.....	9
<b>Tabla 4</b> Auditoría en Seguridad Vial Sector: Puerto Caldas- Cerritos.....	10
<b>Tabla 5</b> Pilares del Plan de Seguridad Vial 2021-2030 .....	13
<b>Tabla 6</b> Etapas de Proceso de una ASV.....	15
<b>Tabla 7</b> Auditoría de Seguridad Vial: Holguín- Cuba.....	18
<b>Tabla 8</b> Auditoría en Seguridad Vial: Pallatanga Riobamba- Ecuador.....	18
<b>Tabla 9</b> Auditoría de Seguridad Vial: Riobamba- Ecuador .....	19
<b>Tabla 10</b> Auditoría de Seguridad Vial para Peatones. Caso de Aplicación.....	19
<b>Tabla 11</b> Auditoría en Seguridad vial: Avenida Primero de Mayo- Bogotá D. C. ....	20
<b>Tabla 12</b> Auditoría de Seguridad Vial: Zona de Movilidad del Aeropuerto de Bogotá- El Dorado .....	21
<b>Tabla 13</b> Auditoría de Seguridad Vial Tramo: Tunja- Tuta .....	21
<b>Tabla 14</b> Auditoría de Seguridad Vial Carrea 50.....	22
<b>Tabla 15</b> Fases del Proyecto .....	23
<b>Tabla 16</b> Procedimiento Metodológico.....	24
<b>Tabla 17</b> Objetivo Específico 1 Identificar los Puntos Críticos.....	25
<b>Tabla 18</b> Objetivos Especifico 2 Evaluar Posibles Amenazas .....	26
<b>Tabla 19</b> Objetivo Específico 3 Comprobar Consistencia y Solidez del Diseño .....	26
<b>Tabla 20</b> Características Geométricas de los Tramos Auditados .....	28
<b>Tabla 21</b> Características de la Señalización Vertical.....	31
<b>Tabla 22</b> Elementos de Riesgo Físico Detectados en el Tramo Auditado .....	35
<b>Tabla 23</b> Lista de Chequeo General del Tramo .....	52
<b>Tabla 24</b> Inventario registro fotográfico de señales verticales .....	80
<b>Tabla 25</b> Inventario Registro Fotográfico de Señales Horizontales.....	98
<b>Tabla 26</b> Inventario Registro Fotográfico de Retroreflectividad de Señales Verticales y Horizontales.....	101
<b>Tabla 27</b> Inventario Registro Fotográfico de Riesgos Físicos .....	111

<b>Tabla 28</b> <i>Inventario Registro Fotográfico de Comportamiento Agresivo</i> .....	134
<b>Tabla 29</b> <i>Inventario Registro Fotográfico de los Operativos de Velocidad</i> .....	137
<b>Tabla 30</b> <i>Hallazgo Demarcación Horizontal vs Software Señales</i> .....	138
<b>Tabla 31</b> <i>Hallazgos Señales SR-30 vs Software Señales</i> .....	145
<b>Tabla 32</b> <i>Lecturas de velocidad</i> .....	150

## Glosario

- Barreras de contención vehicular: una barrera de contención vehicular es un dispositivo longitudinal paralelo al flujo vehicular, cuyo objetivo es contener y redirigir a un vehículo que desviara de la calzada de circulación, y tuviera probabilidad de colisionar con obstáculos naturales o artificiales localizados en las zonas laterales de la vía, o ingresar a una zona con talud no traspasable (Ministerio de Transporte y Obras Públicas).
- Riesgos físicos: probabilidad inminente de sufrir un daño corporal asociado a elementos contundentes presentes en la vía.
- Comportamiento agresivo: es cualquier comportamiento inseguro realizado intencionalmente con mala intención o sin tener en cuenta la seguridad que pone en riesgo a otros conductores o la propiedad ((DWC), 2021).
- Auditoría de Seguridad Vial: una Auditoría de Seguridad Vial es un examen formal de un proyecto vial, o de tránsito, existente o futuro, o de cualquier proyecto que tenga influencia sobre una vía, en donde un equipo de profesionales calificado e independiente informa sobre el riesgo de ocurrencia de siniestros viales y del comportamiento del proyecto desde la perspectiva de la seguridad vial (Dourthé Castrillón & Salamanca Candia, 2003).
- Inspección de seguridad vial: es la revisión de las condiciones de seguridad en una vía existente y en operación, con el objetivo de identificar aspectos que constituyan situaciones de riesgo y donde se puedan implementar medidas de mejora (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2020).

## Resumen

Las auditorías en seguridad vial (ASV) son una estrategia fundamental para la prevención de siniestros viales, que permiten a los auditores evaluar el estado, condiciones y demás aspectos del entorno vial poniendo en riesgo la seguridad de los usuarios de las vías.

En el presente trabajo se realizó una auditoría en seguridad vial en el tramo La Postrera-Estadio-El Jazmín- Tarapacá II (Variante Santa Rosa de Cabal y Variante Troncal de Occidente), donde se evaluaron aspectos relacionadas con la señalización, barreras de contención vehicular, velocidad de diseño y operación, riesgos físicos, comportamiento agresivo; lo anterior permitió identificar riesgos potenciales que pueden agravar u ocasionar siniestros viales.

Para lograr este propósito, se implementó una metodología cuantitativa descriptiva que involucró trabajo de campo, recopilación de información de la vía mediante registro fotográfico, uso de radar de punto para toma de velocidad y software especializados que facilitaron la creación de tablas, gráficos y el análisis de los datos recopilados.

Los resultados obtenidos en el tramo La Postrera-Estadio-El Jazmín- Tarapacá II presentan algunas señales verticales que no cumplen adecuadamente su función principal o no respetan las dimensiones estipuladas en el Manual de Señalización Vial 2015. Asimismo, se identificaron riesgos físicos, siendo los principales: entradas y salidas perpendiculares sobre el eje de la vía sin presencia de carril seguro, cunetas profundas, cabezales de alcantarilla, sumideros y canales recolectores sin cubierta. Además, en el recorrido de la vía se encontraron barreras de contención vehicular con terminales contrarías al flujo vehicular en forma de cola de pez sin esviar y abatir.

Por lo que se sugiere implementar estrategias correctivas y preventivas que disminuyan las amenazas y riesgos que puedan afectar a los actores viales.

***Palabras claves:*** Auditoría, Seguridad Vial, Siniestralidad, Riesgo.

## **Abstract**

Road safety audits (RSA) are a fundamental strategy for the prevention of road accidents, which allow auditors to evaluate the state, conditions and other aspects of the road environment putting the safety of road users at risk.

In this work, a road safety audit was carried out in the (La Postrera-Estadio-El Jazmín-Tarapacá II (Variante Santa Rosa de Cabal y Variante Troncal de Occidente), where aspects related to signaling, vehicle restraint barriers, design and operating speed, physical risks, aggressive behavior were evaluated; this allowed identifying potential risks that may aggravate or cause road accidents.

To achieve this purpose, a descriptive quantitative methodology was implemented that involved field work, collection of road information through photographic records, use of point radar for speed measurements and specialized software that facilitated the creation of tables, graphs and analysis of the data collected.

The results obtained in the La Postrera-Estadio-El Jazmín- Tarapacá II section show some vertical signs that do not adequately fulfill their main function or do not respect the dimensions stipulated in the 2015 Road Signaling Manual. Likewise, physical risks were identified, the main ones being: perpendicular entrances and exits on the road axis without the presence of a safe lane, deep ditches, headers, and other obstacles.

***Keywords:*** Audit, Road Safety, Accident, Risk.

## **Introducción**

Las Auditorías en Seguridad Vial (ASV) representan una estrategia esencial para prevenir siniestros. Estas se aplican en todas las etapas de un proyecto vial, incluyendo la planificación, construcción y operación; como lo relacionan (Mendoza-Díaz, Abarca-Pérez, & Centeno-Saad, 2009), durante la fase de planeación, el objetivo es reducir el riesgo y la vulnerabilidad al diseñar carreteras con criterios óptimos para garantizar la seguridad de los actores viales.

Una vez la vía esté en funcionamiento, es fundamental monitorear continuamente su estado para identificar posibles riesgos, consistencia en el diseño geométrico y la efectividad de la señalización vial; Esto según (Mendoza-Díaz, Abarca-Pérez, & Centeno-Saad, 2009) permite realizar ajustes estructurales en la gestión de la seguridad vial y del tránsito, así, mejorando las normas y procedimientos establecidos en aras de volverlas más efectivas, haciendo uso las auditorías en seguridad vial con el fin de evaluar el comportamiento de los actores de la vía, esto incluye la evaluación de prácticas seguras de conducción, el grado de cumplimiento de las normativas de tránsito y el nivel de responsabilidad de los usuarios; este análisis facilita la creación de estrategias efectivas para mejorar la educación vial y la formulación de políticas y regulaciones a nivel nacional.

Colombia ha implementado el Plan Nacional de Seguridad Vial 2022-2031, con el propósito de reducir las muertes y lesiones graves en las vías. Este plan adopta un enfoque de coordinación, cooperación y participación social, que orientado a la toma de decisiones colectivas y al desarrollo de acciones efectivas. En este proceso, se involucran una variedad de entidades, instancias, grupos colectivos y personas con el objetivo común de mejorar la seguridad vial (Gobierno de Colombia, 2022).

Finalmente, conociendo el plan nacional de seguridad vial (2022- 2031) que ha implementado Colombia y con el fin de servir como parte de la solución del problema para la reducción de la siniestralidad en la localidad, se ha realizado una Auditoría en Seguridad Vial en el tramo La Postrera- El Estadio desde el Km 0+000 hasta el Km 3+350 Variante Santa Rosa de Cabal, El Estadio- El Jazmín desde el Km 15+000 hasta el Km 17+000, El Jazmín- Tarapacá II desde el Km 17+000 hasta el Km 23+740 Variante Troncal de

Occidente (VTO), evaluando variables como consistencia de diseño geométrico, señalización, barreras de contención vehicular, velocidad de diseño y operación, riesgos físicos y comportamiento agresivo.

## 1. Descripción del Problema

De acuerdo a (Gómez et al., 2004) “el Eje Cafetero ha logrado un posicionamiento destacado en los últimos años, a punto de convertirse en el segundo destino turístico a nivel nacional después de la Costa Atlántica, especialmente en épocas de temporada alta”, en esto influyen mucho sus vías.

El tramo vial comprendido entre la Intersección de La Postrera-Estadio-El Jazmín de la Variante Santa Rosa de Cabal, según (Calderón Urueña et al., 2018) “es uno de los corredores más importantes del departamento de Risaralda debido a su alto tráfico por conectarlo con el departamento de Caldas, además se tiene que el tramo está ubicado en una zona de expansión urbana de acuerdo con el Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Santa Rosa de Cabal”.

En la misma línea se conoce que, de acuerdo a (Calderón Urueña et al., 2018) “en los últimos años se ha venido presentando un importante desarrollo en el crecimiento de la población, lo cual ha llevado a que se presente un índice elevado de siniestralidad; al mismo tiempo la interacción de la infraestructura vial, el vehículo, el usuario y su entorno social, han convertido la seguridad vial de la zona en un problema. Además, este tramo vial fue analizado por medio de una auditoría en seguridad vial en el año 2018, de la cual se obtuvo que el segmento vial presentaba un promedio de riesgo medio”; por lo anterior expuesto en el proyecto de investigación, se planteó realizar una Auditoría en Seguridad Vial en la Intersección de La Postrera-Estadio-El Jazmín- Tarapacá II de la Variante Santa Rosa de Cabal y Variante Troncal de Occidente, puesto que, no se contaba con la información actualizada de las condiciones de seguridad vial en las que se encuentra el tramo, por ejemplo, índice de siniestralidad, nivel de seguridad, puntos críticos, entre otros. Como factor divergente se realizaron indicadores no tenidos en cuenta en anteriores auditorías realizadas en la misma zona de estudio, con las cuales, asimismo, se puedan sugerir medidas óptimas con el fin de prevenir siniestros y garantizar la seguridad de los usuarios.

De acuerdo a lo anterior, para el desarrollo del presente trabajo, se formuló la siguiente pregunta, ¿Al realizar una Auditoría en Seguridad Vial en el tramo La Postrera-El Estadio desde el Km 0+000 hasta el Km 3+350, El Estadio-El Jazmín desde Km 15+000 hasta el Km 17+ 000, Variante Santa Rosa de Cabal el Jazmín-Tarapacá II desde

el Km 17+000 hasta el Km 23+740, Variante Troncal de Occidente (VTO) en el Departamento de Risaralda, donde se analicen las variables de señalización, riesgos físicos, barreras de contención vehicular y comportamiento agresivo, se podrán establecer cuáles son las vulnerabilidades, amenazas y riesgos que se presentan en dicho corredor?

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Realizar una Auditoría en Seguridad Vial del Tramo La Postrera-El Estadio desde Km 0+000 hasta el Km3+350, Variante Santa Rosa de Cabal; el Estadio-el Jazmín desde el Km 15+000 hasta el Km 17+000; el Jazmín-Tarapacá II desde el Km 17+000 hasta el Km 23+740, Variante Troncal de Occidente (VTO), en el departamento de Risaralda.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- Identificar los puntos críticos de siniestralidad en el tramo vial de estudio, que permitan construir la matriz y el mapa de riesgo.
- Desarrollar las matrices y mapas de riesgo, con el fin de evaluar la posibilidad de amenaza por kilómetro, que pueda afectar a los actores viales.
- Comprobar la consistencia y solidez del diseño geométrico, con los datos adquiridos en la zona de estudio a través del software Señales.

### 3. Justificación

De Acuerdo a la resolución A/RES/74/299 de la (Organización de las naciones unidas, 2021) “se establece un nuevo objetivo para mejorar la seguridad vial en los próximos 10 años, proclamando el Segundo Decenio de Acción para la Seguridad Vial. El objetivo es reducir las muertes y lesiones en las carreteras en un 50% para 2030”. La responsabilidad de la política mundial sobre este asunto está a cargo de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que ha desarrollado el Plan Mundial con los asociados del Grupo de Colaboración de la ONU para la Seguridad Vial y otras partes interesadas.

Este plan es un documento guía que tiene como propósito respaldar la implementación del Decenio de Acción 2021-2031 y sus objetivos. Para lograrlo, se sugiere la utilización de inspecciones y auditorías viales como herramienta de diagnóstico para evaluar las condiciones de las carreteras a nivel global, con el fin de estabilizar y disminuir los siniestros viales.

Colombia ha adoptado el Plan Nacional de Seguridad Vial 2021-2031 mediante la Resolución 1282 de 2012 emitida por el Ministerio de Transporte. Posteriormente, se ajustó este plan mediante la Resolución 2273 de 2014.

En el año 2020, se adoptó el documento Guía para la Evaluación de los Planes Estratégicos de Seguridad Vial, que sustituye a la Resolución 1231 de 2016, según (Ministerio de transporte. Resolución 7495, 2020) se adoptó el documento, el cual es acatado por Colombia y establece el uso de herramientas como auditorías, evaluaciones y seguimiento de seguridad vial en la infraestructura, como parte del Pilar Estratégico de Infraestructura.

En el informe realizado por el (Ministerio de Transporte, 2022), se infiere que “en Colombia hubo un aumento del 38,54% en las lesiones viales entre 2021 y 2022, con 21.000 y 29.093 casos respectivamente. En el departamento de Risaralda, también se registró un aumento de lesiones de 695 a 706”. Una de las causales que está relacionada a estas lesiones podrían ser las deficiencias en las vías y, lo que hace importante a la investigación, debido a que el tramo a auditar, conforme con (Mayorga & Hernández, 2018) “es el paso obligatorio entre Bogotá, Medellín y Cali, que son las principales ciudades del país, que juntas contribuyen con más del 30% del Producto Interno Bruto

(PIB) nacional y forman el centro productivo del país conocido como el triángulo de oro de Colombia”.

Por consiguiente, con el conocimiento de la problemática mencionada anteriormente, y con el propósito de proveer información para la reducción de la siniestralidad, se determinó realizar una Auditoría en Seguridad Vial en el tramo la Postrera- El Estadio- desde el Km 0+000 hasta el Km 3+350, El Estadio el Jazmín desde el Km 15+000 hasta el Km 17+000, el Jazmín Tarapacá II Km 17+000 hasta el Km 23+740 Variante Santa Rosa de Cabal y Variante Troncal Occidente, evaluando variables como: consistencia de diseño geométrico, señalización, comportamiento agresivo, riesgos físicos, barreras de contención vehicular y velocidad.

#### 4. Antecedentes

Los antecedentes se basaron en proyectos y artículos de primer orden de origen regional. Con el fin de enriquecer y ampliar la metodología, la formulación del problema y visión de la investigación para la auditoría.

En su mayoría, fueron obtenidos del repositorio de la Universidad Antonio Nariño (UAN), sede Pereira. Así mismo, se sustrajo información de otras fuentes consultadas, en este caso, de la Universidad Nacional.

**Tabla 1**

*Auditoría en Seguridad Vial: Armenia- Pereira*

ITEM	DESCRIPCIÓN
<b>Título</b>	Auditoría en Seguridad Vial de la vía concesionada: Armenia – Pereira, K 0 +000 – K 36 + 700. Manizales-Colombia, 2018.
<b>Autor(es)</b>	Álvaro Mauricio Mejía Ramírez.
<b>Objetivo General</b>	Realizar una Auditoría en Seguridad Vial de la vía concesionada: Armenia – Pereira, K0+000 – K 36+700.
<b>Metodología</b>	Se realizó con base a la metodología investigativa cuantitativa y la descriptiva.
<b>Puntos Convergentes</b>	La acción de llevar a cabo visitas preliminares a los tramos a auditar y la clasificación de herramientas y métodos, que se utilizarían para la recopilación de la información.
<b>Puntos Divergentes</b>	Difieren en cuanto a la cantidad de kilómetros y el uso de listas de comprobación para complementar la auditoría.

**Fuente:** (Mejía Ramírez, 2018)

**Tabla 2**

*Auditoría en Seguridad Vial Tramo: La Paila- Armenia*

ITEM	DESCRIPCIÓN
<b>Título</b>	Auditoría en Seguridad Vial al tramo La Paila – Armenia Km 44+000 al Km 50+000 del Departamento del Quindío.
<b>Autor(es)</b>	Everson Mauricio Lara Callejas. Sandra Camila Álvarez Carlosama.
<b>Objetivo General</b>	

---

<b>Metodología</b>	Realizar una Auditoría en Seguridad Vial (ASV) de las variables de diseño geométrico que componen la vía La Paila – Armenia, tramo Km 44+000 al Km 50+000, para determinar su condición frente a los actores viales que por ella circulan.  Es llevado a cabo mediante una metodología descriptiva, ya que en esta se presentan preguntas y análisis de datos.
<b>Puntos Convergentes</b>	Los establecimientos de puntos críticos con considerables grados de siniestralidad para establecer las matrices y el mapa de riesgo. Y de igual manera, la identificación de los elementos de señalización y contención vial.
<b>Puntos Divergentes</b>	Las metodologías, aunque parecidas; diferentes. Puesto que el de la presente investigación es descriptiva y la auditoría alterna presentará una metodología mixta.

---

**Fuente:** (Lara Callejas & Álvarez Carlosama, 2022)

### Tabla 3

#### *Auditorías de Seguridad Vial: Ejemplo de aplicación metodológica*

ITEM	DESCRIPCIÓN
<b>Título</b>	Auditorías de Seguridad Vial. Ejemplo de aplicación metodológica.
<b>Autor(es)</b>	Mario Garzón. Diego Escobar. Jorge Galindo.
<b>Objetivo General</b>	Presenta la metodología para la ejecución de ASV usada en la ciudad de Manizales (Colombia), en el cual se tomaron como puntos de análisis los sitios en los que se registraron accidentes mortales durante el año 2015.
<b>Metodología</b>	Puede clasificarse como mixta, descriptiva o inductiva-deductiva ya que, se usó una metodología que es aplicable a lugares donde no hay información de accidentalidad previa, sea porque hay obras de corto tiempo o por falta de recolección de datos de sucesos ocurridos.
<b>Puntos Convergentes</b>	El uso de matrices para la clasificación del riesgo, fichas descriptivas y listas de chequeos.
<b>Puntos Divergentes</b>	Las metodologías, puesto que en el artículo no se cuenta con información sobre datos de siniestralidad previos a la investigación y en la presente auditoría.

---

**Fuente:** (Garzón et al., 2017).

**Tabla 4***Auditoría en Seguridad Vial Sector: Puerto Caldas- Cerritos*

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Título</b>	Auditoría en Seguridad Vial (ASV) sector- Puerto Caldas- Cerritos Km 80+000 a km 86+000
<b>Autor (es)</b>	Daniel Bethancourt Arias Carlos Andrés Monsalve Marín
<b>Objetivo General</b>	Realizar una Auditoría en Seguridad Vial de la señalización, barreras de contención vehicular y diseño geométricos, a la sección Puerto Caldas - Cerritos Pr 80+000. Al 86+000, de la vía de primer orden Código 2506, Tramo Troncal de Occidente Sector Cartago – Cerritos, Administrador Instituto Nacional de Vías. INVIAS
<b>Metodología</b>	Se utilizó la metodología descriptiva, teniendo en cuenta la operacionalización de las variables y así mismo los conceptos. Algunos modelos presentados exponen la aplicación de metodologías y herramientas que ayudan al fundamento de la investigación.
<b>Puntos Convergentes</b>	El estudio de las diferentes variables de la vía cómo: diseño geométrico, barreras de contención, etc. El uso de listas de chequeo y el software señales son características en común.
<b>Puntos Divergentes</b>	La metodología empleada es descriptiva, aunque no representa una diferencia significativa, es considerable mencionarlo para entender su estructuración, ya que, en la presente investigación se hace uso de la metodología mixta.

**Fuente:** (Betancourth Arias & Monsalve Marín, 2022).

Los trabajos elegidos demostraron tener puntos relevantes y de similitud con los actuales objetivos planteados; en consecuencia, la mayoría de Auditorías de Seguridad Vial tienen en consideración las diferentes variables tales como señalización, barreras de contención vehicular, entre otras. También, es importante mencionar las divergencias, algunas ASV complementan su información por medio de encuestas, el uso de dispositivos y análisis de métodos que no son comúnmente empleados.

## 5. Marco Teórico y Estado del Arte

### 5.1. Marco Teórico

Las fuentes primarias y secundarias utilizadas para realizar el Marco teórico y estado del arte, son fundamentales para la investigación, pues las referencias sustentan el diseño del estudio y la investigación, gracias a que contienen los antecedentes, conceptos claves y bases teóricas del tema a investigar.

#### 5.1.1. *Modelo clínico matricial*

El siguiente modelo es entendido como perteneciente a la categoría epidemiológica, por lo tanto, debe ser abarcado inicialmente desde este modelo también llamado organizacional y de salud pública.

Esta familia modélica concibe las características causales de los siniestros a través de analogías, los conceptos desarrollados están enmarcados en la propagación y extensión secuencial de la causalidad de estos eventos. Las variables necesarias y a tener en cuenta en la investigación están a nivel operacional, de diseño, gestión, mantenimiento y toma de decisiones de las organizaciones; así mismo, todo este complejo de sucesiones queda representado en tres elementos actuantes -huésped, agente y medio ambiente- los cuales se mencionarán más adelante como complemento de la extensión de los modelos. Finalmente, la OMS en su informe sobre la siniestralidad vial del año 2004 recomendó la adopción del modelo epidemiológico enriquecido por la matriz de Haddon.

Lo desarrollado por W. Haddon. Jr. en la década de los 60-70 fue un modelo para aplicarlo a la prevención de las lesiones causadas por los siniestros de tránsito, dotándolo como una herramienta metodológica para analizar y planificar la prevención consistente en una matriz secuencial.

Según Haddon, el modelo apunta más a la prevención de lesiones que a neutralizar las causas de los siniestros que las originan, por lo que suele adjetivar como “clínico”. Seguidamente, aporta una herramienta metodológica basada en una matriz para el control de lesiones, estructurada con factores de prevención o mitigación que, a su vez son combinados con el desarrollo de las fases secuenciales de un siniestro vial -antes, durante,

después- correlacionadas con los factores epidemiológicos o elementos actuantes, conformando el cuadro adjunto.

**Figura 1**

*Modelo Matricial del Control de Lesiones.*

<b>MATRIZ DE HADDON</b>		<b>Factores</b>		
<b>Fase</b>		<b>Ser humano</b>	<b>Vehículo y equipo</b>	<b>Ambiente</b>
<b>Antes del siniestro</b>	<b>Prevención primaria</b> (evitar que el siniestro ocurra)	Información Actitudes Conducción bajo los efectos del alcohol y otras drogas Aplicación de la reglamentación por la policía	Buenas condiciones técnicas Luces Frenos Maniobrabilidad Control de la velocidad	Diseño y trazado de la vía pública Límites de velocidad Vías peatonales
<b>Durante el siniestro</b>	<b>Prevención secundaria</b> (evitar o minimizar las lesiones cuando el siniestro ocurre)	Uso de dispositivos de sujeción	Dispositivos de sujeción para los ocupantes Otros dispositivos de seguridad	Objetos protectores contra choques al lado de la acera
<b>Después del siniestro</b>	<b>Prevención terciaria</b> (conservación de la vida y la integridad)	Primeros auxilios Acceso a la atención médica	Facilidad de acceso al cubículo Riesgo de incendio	Servicios de socorro Congestión

**Fuente:** (Carlos Tabasso, 2013)

La investigación de (Carlos Tabasso, 2013), demuestra la importancia y utilidad de la herramienta matricial por la manera en que logra abarcar las situaciones, exponiendo en líneas básicas y de fácil entendimiento lo investigado sobre las lesiones producidas por siniestros viales, así mismo, da una visión o un orden espacial en el entorno físico del hecho y a la vez logra ordenar los sucesos, condiciones y circunstancias del siniestro vial. De este modo es posible separar los elementos denominados usuario, vía, vehículo y ambiente, con el fin de investigarlos individualmente para el diseño de las intervenciones preventivas pertinentes a cada uno.

### **5.1.2. Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV)**

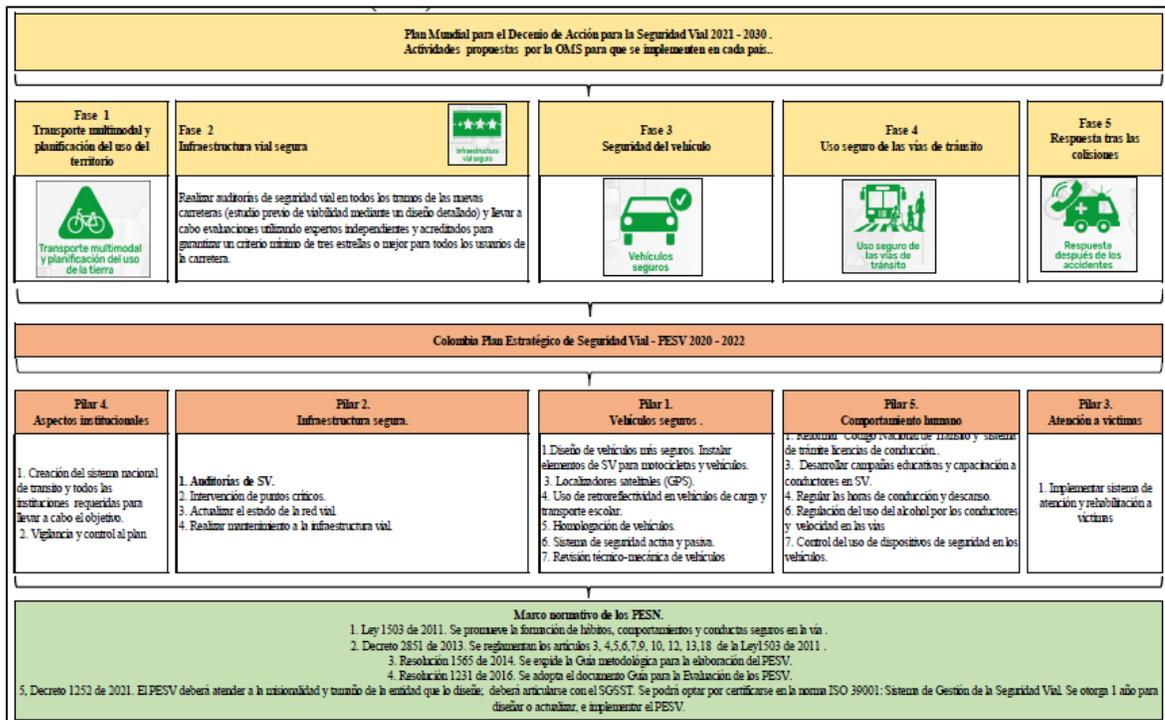
El Plan Estratégico de Seguridad Vial (PESV), es una herramienta e instrumento de gestión y planificación creada por el Congreso de Colombia en la Ley 1503 del 2011, que según (Ministerio de Transporte, 2021) “se encuentra plasmada en un documento que contiene acciones, mecanismos, estrategias y medidas (que empresas tanto públicas como privadas que posean 10 o más vehículos para uso laboral deben incorporar el PSV),

encaminadas a generar hábitos, comportamientos y conductas seguras en las vías para prevenir riesgos, reducir la accidentalidad vial y disminuir sus efectos nocivos”.

El documento del PESV está estructurado por medio de 5 bases constituidas por las normas de la OMS, establecidas en el Plan Mundial para el Decenio de Acción de la Seguridad Vial 2021-2030. Fases que se pueden observar en la siguiente figura:

**Figura 2**

*Estructuración del Plan Decenio 2021- 2030*



**Fuente:** (Correa Hernández & Guerra Narváez, 2022)

La celebración del Segundo Decenio de Acción de la Seguridad Vial 2021-2030, tiene como objetivo principal, conforme a (Correa Hernández & Guerra Narváez, 2022) “es reducir las muertes y las lesiones causadas por el tránsito, por lo menos en un 50% para el año 2030”. Con este fin, se establecen 4 pilares fundamentales para alcanzar las metas principales.

**Tabla 5**

*Pilares del Plan de Seguridad Vial 2021-2030*

Pilar	Descripción
<b>1. Vías de Tránsito Seguras</b>	Este pilar se refiere al diseño y funcionamiento del sistema de transporte por carretera, teniendo en cuenta los comportamientos equivocados de los usuarios, a

---

través de leyes y de su aplicación, y de educación vial. Para 2030, todas las carreteras nuevas cumplirán normas técnicas para todos los usuarios.

## **2. Vehículo Seguro**

Establece que los vehículos deben ser diseñados para garantizar la seguridad de las personas que están dentro y fuera de ellos. Para mejorar la seguridad del vehículo. Aquí el sector privado desempeña un papel fundamental, pues los fabricantes de vehículos y las industrias afines deben especificar los niveles de seguridad de los vehículos. Puesto que Para 2030, el 100% de los vehículos nuevos (fabricados, vendidos o importados) y usados cumplirán normas de seguridad muy estrictas.

## **3. Usuario Seguro**

Pilar que es primordial, ya que los choques en las vías causan casi 1,3 millones de muertes prevenibles y se estima que 50 millones de lesiones cada año en el mundo. Para 2030, reducir a la mitad la proporción de vehículos que circulan a una velocidad superior a la máxima fijada y lograr reducir las lesiones y las muertes por exceso de velocidad, aumentar a cerca del 100% la proporción de motociclistas que utilizan correctamente cascos normalizados, la proporción de ocupantes de vehículos que utilizan los cinturones de seguridad y reducir a la mitad el número de lesiones y muertes por siniestros de tránsito debidos a la conducción bajo los efectos del alcohol y sustancias psicoactivas.

## **4. Respuesta Eficaz Posterior a un Choque**

es determinante, puesto que unos minutos de demora en la atención a una persona que sufrió un siniestro vial pueden hacer la diferencia entre la vida y la muerte. Por esta razón, se debe proporcionar una atención eficiente y oportuna. En 2030, se habrán establecido y alcanzado metas nacionales con el objetivo de reducir al mínimo el intervalo de tiempo transcurrido entre un siniestro vial y la prestación de atención de emergencia.

---

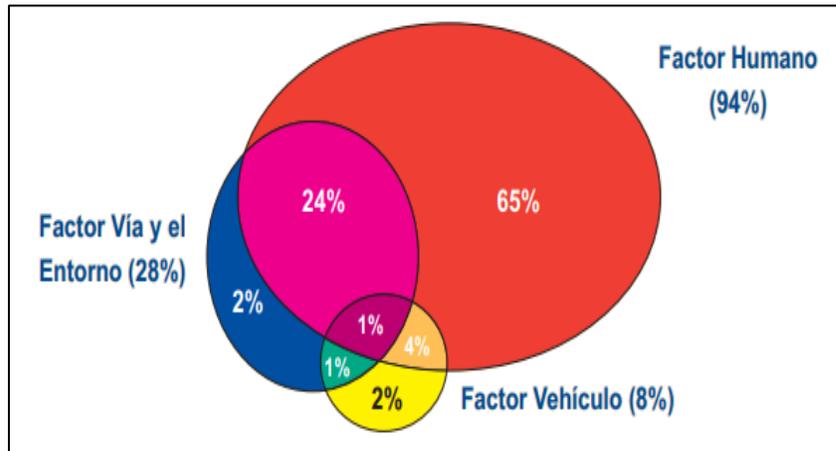
**Fuente:** (OMS, 2021)

### **5.1.3. Auditoría de Seguridad Vial**

De acuerdo a (Dourthé & Salamanca, 2003) “la seguridad vial ha sido una de las principales preocupaciones de muchos países y existen elementos que contribuyen a la ocurrencia de cada siniestro en la vía: el factor humano, el vehículo, la vía y el entorno. Comúnmente, estos factores se combinan creando una cadena de acontecimientos que finalmente termina en un siniestro, sumado a esto la complejidad existente entre la interacción del usuario y la vía, creando factores determinantes para el análisis de las variables contribuyentes a la causalidad de estos eventos viales”; en consecuencia, estudios internacionales demostraron que estos tres factores coadyuvan al acontecimiento de los siniestros viales, representados estadísticamente en la siguiente figura:

**Figura 3**

*Factores que Contribuyen a la Ocurrencia de un Accidente*



**Fuente:** (Dourthé & Salamanca, 2003)

Posteriormente, el proceso de las ASV se caracteriza por identificar los potenciales focos de siniestros de tránsito antes de que estos ocurran.

Por lo general, en temas de aplicación, las ASV logran mayor eficacia al comienzo del proyecto, cuando este se encuentra en el papel, es decir, entre la factibilidad y el diseño; sin embargo, como característica fundamental es pertinente mencionar que la aplicación de las ASV es factible en cualquiera de las etapas de un proyecto.

### *5.1.3.1. Etapas del Proceso de una Auditoría en Seguridad Vial.*

**Tabla 6**

*Etapas de Proceso de una ASV*

<b>Etapas del Proceso de una Auditoría en Seguridad Vial</b>	
	<b>Descripción</b>
<b>Marco conceptual en una auditoría en seguridad vial</b>	En esta etapa se evalúa el funcionamiento potencial de seguridad del diseño conceptual con respecto a la localización de la ruta, desplazamiento de los usuarios, impactos.
<b>Etapas de diseño preliminar en una auditoría en seguridad vial</b>	Una ASV se puede ejecutar sobre el bosquejo de los primeros planos del proyecto. Los objetivos primarios en esta etapa son evaluar la seguridad en las intersecciones, accesos, alineación horizontal y vertical, sección transversal, distancia de visibilidad, y otros aspectos del diseño.

---

<b>Etapas de diseño de detalle en una auditoría en seguridad vial</b>	Una ASV debe centrarse sobre los planos del diseño, considerando el diseño geométrico, la iluminación, la señalización, sistemas de contención, entre otros, y la interacción de estos elementos, teniendo en cuenta la futura operación del proyecto.
<b>Etapas de construcción en una auditoría en seguridad vial</b>	Una ASV debe confirmar en terreno que lo que se está construyendo es adecuado en términos de seguridad vial. Adicionalmente, en el caso de contar con desvíos de tránsito se debe realizar una ASV de estos y su respectiva señalización de obras.
<b>Etapas de post-apertura en una auditoría en seguridad vial</b>	La ASV debe ser iniciada una vez abierto el proyecto vial al público. El análisis de la vía ya en operación permite corroborar las medidas mitigatorias o advertir de problemas de seguridad vial que podrían no ser tan evidentes en las etapas anteriores.
<b>Los tipos de proyectos a realizar en una auditoría en seguridad vial</b>	Los principales tipos de proyectos que pueden ser auditados, pertenecen a vías nuevas y existentes (rurales y urbanas), proyectos de mejora o modificaciones a vías, proyectos de gestión de tránsito, proyectos de desarrollo inmobiliario y trabajos de mantención entre otros.

---

**Fuente:** (Mejía, 2018)

#### **5.1.4. Señalización**

Las señalizaciones constituyen un sistema de comunicación visual que tienen como objetivo, advertir y prevenir al usuario de la existencia de un riesgo, o brindarle alguna información. En Colombia, el parágrafo del artículo 101 de la Ley 769 del 2002, estableció que el Ministerio de Transporte es el responsable de determinar los elementos y dispositivos de señalización necesarios en el país. Posteriormente, el Ministerio emitió la Resolución 1885 del 2015, mediante la cual se adopta el Manual de Señalización Vial. Este manual establece las normas, especificaciones y criterios técnicos para la correcta implementación de la señalización vial en Colombia.

El Manual de Señalización Vial, en correspondencia a (Ministerio de Transporte, 2015) “es un documento con el que se busca presentar la forma correcta de utilizar los diferentes dispositivos para la regulación del tránsito, con el fin de prevenir incidentes y accidentes, así como ordenar y mejorar la movilidad por las vías públicas y privadas

abiertas al público. En este, se pueden evidenciar diversidades de señales, principalmente las verticales y horizontales”.

Las señales verticales tienen la función de, según (Ministerio de Transporte, 2015) “reglamentar las limitaciones, prohibiciones o restricciones, advertir peligros, informar acerca de rutas, direcciones, destinos y sitios de interés. Son esenciales en lugares donde existen regulaciones especiales, permanentes o temporales, y en aquellos donde los peligros no son de por sí evidentes. Y de acuerdo a los roles que cumplen, se pueden clasificar como reglamentarias, preventivas, informativas y transitorias”.

En otro orden, el (Ministerio de Transporte, 2015) define que “la señalización horizontal también conocidas como demarcaciones, corresponden a la aplicación de marcas viales conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se adhieren sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como a los dispositivos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos las cuales se pueden clasificar según altura y forma. De acuerdo a su forma pueden ser longitudinales, transversales, para cruces, de líneas de estacionamiento, de paraderos, símbolos y leyendas y otras demarcaciones. En cuando a altura, se clasifican como planas o elevadas”.

## **5.2. Estado del Arte**

En este apartado se recopilamos algunos de los documentos que fueron consultados a nivel internacional y nacional, acerca del modo en como diversos autores se han referido a las auditorías en seguridad vial y la metodología que han utilizado para realizarlas.

### **5.2.1. Internacionales.**

Para la obtención de las referencias a nivel internacional, se acudió a buscar Auditorías de Seguridad Vial en diferentes motores de búsqueda, el más utilizado fue Google Scholar. Los repositorios de las distintas universidades latinoamericanas fueron claves en la investigación, encontrando información útil y de más relevancia en ASV realizadas en Ecuador.

**Tabla 7***Auditoría de Seguridad Vial: Holguín- Cuba*

ITEM	DESCRIPCIÓN
<b>Título</b>	Auditoría de Seguridad Vial para Vías Rurales en la Etapa de Proyecto y Ejecución. Holguín-Cuba, 2017.
<b>Autor(es)</b>	Anny Moraga Castillo.
<b>Objetivo General</b>	Elaborar un procedimiento para el desarrollo de una ASV en las etapas de proyecto y ejecución en vías rurales.
<b>Metodología</b>	En este proyecto se empleó el método investigativo empírico, histórico-lógico y estadístico matemáticos.
<b>Puntos Convergentes</b>	Ambas investigaciones contemplan el análisis de información, realizan el reconocimiento del terreno e identifican los posibles problemas de seguridad vial.
<b>Puntos Divergentes</b>	Esta investigación está encaminada a una auditoría en seguridad vial para las etapas de proyecto y ejecución de varias vías rurales. Diferente a la presente investigación; que consta en la auditoría de seguridad vial del tramo de una vía.

**Fuente:** (MORAGA CASTILLO, 2017).

**Tabla 8***Auditoria en Seguridad Vial: Pallatanga Riobamba- Ecuador*

ITEM	DESCRIPCIÓN
<b>Título</b>	Auditoria en seguridad vial de la carretera de primer orden Riobamba -Pallatanga Riobamba - Ecuador, 2014
<b>Autor(es)</b>	Roberto Leonardo Gómez Vaca, Paul Emilio Gómez Vaca
<b>Objetivo General</b>	Presentar los procedimientos que se ha de desarrollar, así como los beneficios y problemas que se han encontrado.
<b>Metodología</b>	Empleó métodos inductivos, deductivos y de análisis.
<b>Puntos Convergentes</b>	Los procedimientos enfocados en el análisis de información, la identificación de potenciales problemas que afecten la seguridad vial y las propuestas encaminadas a la mitigación de factores que perjudiquen la integridad del usuario en la vía.
<b>Puntos Divergentes</b>	Hasta la fecha de intervención del estudio, no se cuenta con información o registros de una ASV realizada en la vía, caso contrario a la presente investigación, donde se parte de una ASV efectuada hace algunos años.

**Fuente:** (Gómez Vaca & Gómez Vaca, 2014)

**Tabla 9***Auditoría de Seguridad Vial: Riobamba- Ecuador*

ITEM	DESCRIPCIÓN
<b>Título</b>	Auditoría de Seguridad Vial Enfocado en la Infraestructura en la Red Concesionada E35 desde el Km 428 (Tuntatacto) hasta el Km 445 (Panamericana Norte), Providencia de Chimborazo. Riobamba-Ecuador, 2019.
<b>Autor(es)</b>	Cinthia Paola Herrera Tacuri. Geomayra Tatiana Ñañañay Chicaiza.
<b>Objetivo General</b>	Determinar la relación existente entre la infraestructura vial y los siniestros de tránsito mediante el análisis visual.
<b>Metodología</b>	El proyecto se realizó por medio de la metodología investigativa cualitativa-cuantitativa.
<b>Puntos Convergentes</b>	El uso de listas de chequeos que incluye: alineamiento y sección transversal, intersecciones, iluminación, señalamiento vertical, señalamiento horizontal, zona lateral, barreras de contención y pavimentos.
<b>Puntos Divergentes</b>	El hecho que en esta Auditoría se realizó encuestas a los habitantes y entrevistas a las diferentes autoridades del Gobierno, hace que difiera con la presente investigación.

**Fuente:** (HERRERA TACURI & ÑAÑAÑAY CHICAIZA, 2019)

**Tabla 10***Auditoría de Seguridad Vial para Peatones. Caso de Aplicación*

ITEM	DESCRIPCIÓN
<b>Título</b>	Auditoría de Seguridad Vial para Peatones. Caso de Aplicación: Av. Naciones Unidas tramo entre Av. 6 de diciembre y Av. 10 de agosto, y Av. Río Amazonas y Av. Naciones Unidas y Av. Gral. Eloy Alfaro. Quito, 2019.
<b>Autor(es)</b>	Andrea Estefanía Naranjo Molina.
<b>Objetivo General</b>	Realizar una auditoría de seguridad vial para peatones en la Av. Naciones Unidas, tramo entre Av. 6 de diciembre y Av. 10 de agosto, y también en la Av. Río Amazonas tramo entre Av. Naciones Unidas y Av. Gral. Eloy Alfaro.
<b>Metodología</b>	En el proyecto se efectuó por medio de la metodología investigativa cualitativa-cuantitativa o mixta.

<b>Puntos Convergentes</b>	La auditoría realiza una metodología muy similar, la cual consta en llevar a cabo un análisis de la zona de estudio, la identificación de variables que contiene el tramo, el uso de listas de chequeo y el registro fotográfico.
<b>Puntos Divergentes</b>	Las investigaciones difieren en los usuarios de estudios, puesto que la de Quito realiza una auditoría específicamente para la evaluación de riesgos peatonales y la presente investigación es más global; enfocada en todos los usuarios viales.

**Fuente:** (Molina Naranjo, 2019)

### 5.2.2. Nacionales

En la búsqueda de Auditorías de Seguridad Vial en el marco nacional, fueron revisados los diferentes repositorios institucionales de universidades de Bogotá, Boyacá y otras regiones de Colombia, de las cuales se eligieron las que ofrecían información más relevante.

#### Tabla 11

*Auditoría en Seguridad vial: Avenida Primero de Mayo- Bogotá D. C.*

ITEM	DESCRIPCIÓN
<b>Título</b>	Auditoría en Seguridad Vial, Avenida Primero de Mayo entre Carreras 52C Y 38. Bogotá D.C- Colombia, 2017.
<b>Autor(es)</b>	Camilo Andrés Sierra Arias. Ricardo Andrés Vargas Echavarría. Sara Ligia Díaz Alfonso. William José Donado Gutiérrez.
<b>Objetivo General</b>	Presentar el diagnóstico realizado para la auditoría de seguridad vial del corredor de la Avenida Primera de Mayo entre la Carrera 52C y la Carrera 38, identificando y seleccionando los puntos críticos y de riesgo.
<b>Metodología</b>	Se evidencian la metodología investigativa histórica, cualitativa, cuantitativa y empírica. No obstante, agrupan su metodología en 7 grupos.
<b>Puntos Convergentes</b>	Se realiza la descripción general de los corredores en estudio y se indica la localización de los mismos. De igual modo se elaboran matrices de riesgos y listas de chequeos.
<b>Puntos Divergentes</b>	Esta auditoría es realizada en una vía no existente (sin servicio), lo que hace que se reduzcan los datos empíricos de la vía a cero.

**Fuente:** (SIERRA ARIAS et al., 2017)

**Tabla 12***Auditoría de Seguridad Vial: Zona de Movilidad del Aeropuerto de Bogotá- El Dorado*

ITEM	DESCRIPCIÓN
<b>Título</b>	Auditoría de Seguridad Vial en los Accesos e Intercambiadores Viales en la Zona de Movilidad del Aeropuerto de Bogotá–El Dorado. Bogotá-Colombia, 2019.
<b>Autor(es)</b>	Robinson Angulo Álvarez. Jairo Alejandro Giraldo Suaza.
<b>Objetivo General</b>	Identificar los riesgos potenciales de inseguridad vial, a través de una Auditoría de Seguridad Vial (ASV) en los accesos e intercambiadores del Aeropuerto El Dorado.
<b>Metodología</b>	La auditoría se lleva a cabo por medio de la aplicación de metodologías como; la metodología descriptiva y la inductiva-deductiva.
<b>Puntos Convergentes</b>	La caracterización de los índices de siniestralidad, la identificación de los puntos críticos y el uso de metodologías para un competente desarrollo de la auditoría en seguridad vial.
<b>Puntos Divergentes</b>	En la auditoría no se presenta lista de chequeo ni mapa de riesgos de los puntos críticos.

**Fuente:** (Angulo Álvarez & Giraldo Suaza, 2019)

**Tabla 13***Auditoría de Seguridad Vial Tramo: Tunja- Tuta*

ITEM	DESCRIPCIÓN
<b>Título</b>	Auditoría de Seguridad Vial en el tramo comprendido entre Tunja y el municipio de Tuta.
<b>Autor (es)</b>	Steven Plazas Pulido
<b>Objetivo General</b>	Se pretende realizar una Auditoría de Seguridad Vial al tramo que comprende la ciudad de Tunja con el municipio de Tuta, recorriendo a la concesión vial (Bogotá-Tunja- Sogamoso), pretendiendo evaluar los componentes de la vía desde la perspectiva de la seguridad vial.
<b>Metodología</b>	Se ejecuta la ASV mediante una metodología de la Comisión Nacional de Seguridad del Tránsito de Chile, basada en experiencias desarrolladas y documentadas en otros países.
<b>Puntos Convergentes</b>	Metodología de campo (recorrido preliminar del tramo, inspección nocturna, medición de condiciones geométricas, etc.); de igual manera, se hace uso de listas de chequeo.
<b>Puntos Divergentes</b>	

---

El uso de dispositivos de georreferenciación, aplicación de encuestas a los usuarios de la vía y el análisis de densidad de Kernel son diferencias notables respecto a la presente investigación.

---

**Fuente:** (PLAZAS PULIDO, 2018)

**Tabla 14**

*Auditoría de Seguridad Vial Carrea 50*

---

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Título</b>	Auditoría de Seguridad Vial, Carrera 50 entre Calle 21 y Calle 24 Bis, Bogotá D.C, Colombia
<b>Autor (es)</b>	Nelson Andrés Garzón Soler Sergio Steven Rairán Vega
<b>Objetivo General</b>	Realizar la Auditoría de Seguridad Vial en el tramo que comprende la Avenida Carrera 50 entre Calle 21 Y Calle 24 bis con el fin de establecer los riesgos asociados a la seguridad vial y de esta manera proponer acciones para reducir los índices de accidentalidad en el corredor.
<b>Metodología</b>	Se desarrolla teniendo en cuenta la estructura técnica bajo la cual se ejecutan las ASV, así mismo, por el contenido y tipo de información se identifica el tipo de metodología mixta.
<b>Puntos Convergentes</b>	El trabajo de campo, el uso de listas de chequeo y mapas de riesgo son características en común a las de la presente investigación.
<b>Puntos Divergentes</b>	Utilizaron un formato de encuestas, también realizaron un ejercicio en el que mostraron a las personas el significado de tres señales de tránsito. Estos métodos empleados para la recopilación de información resaltan diferencia con el presente estudio.

---

**Fuente:** (Garzón Soler & Rairán Vega, 2018)

## 6. Metodología

El tipo de investigación que se realizó en este proyecto está basado en un diseño que combina el enfoque cuantitativo y la investigación descriptiva, se va a definir primero, cada una de ellas, para comprender el modelo metodológico aplicado.

Según (Hernández Sampieri et al., 2014) “la investigación cuantitativa nace de la exploración científica, destacándose por buscar el contexto de los diversos fenómenos sociales, maneja datos a partir de comprobaciones medibles que surgen por la observación de variables que son definidas previamente, con el objetivo de hacer predicciones”.

En tanto que, de acuerdo a (Mohammad Naghi, 2005) “la investigación descriptiva pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, su objetivo no es indicar cómo se relacionan entre ellas, sino permitir que la información obtenida en un estudio descriptivo explique detalladamente las variables”.

### 6.1. Fases del proyecto

**Tabla 15**

*Fases del Proyecto*

<b>FASE I Planeación</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a) Plantear el problema y justificar la realización de la auditoría.</li><li>b) Establecer un cronograma de visitas de campo al tramo de la vía que se le realizara la auditoría.</li><li>c) Determinar las variables y diligenciarlas en las listas de chequeo</li><li>d) Requerir el histórico de siniestralidad vial del tramo.</li><li>e) Identificar amenazas y vulnerabilidades y consignarlas en la matriz de riesgo.</li><li>f) Elegir editor gráfico para realizar los mapas de riesgos.</li><li>g) Construir formato para el inventario fotográfico.</li><li>h) Elaborar formato hallazgos del inventario fotográfico.</li><li>i) Realizar un formato para comparar registro fotográfico Vs software Señales.</li></ul>
<b>FASE II Exploratoria</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a) Desarrollar investigación documental y revisión bibliográfica para redactar el marco referencial que incluye antecedentes, marco teórico y conceptual.</li><li>b) Definir los objetivos de la auditoría.</li><li>c) Escoger el tipo de investigación que se aplicará.</li><li>d) Fijar los recursos con los que se cuenta para el desarrollo del proyecto.</li></ul>
<b>FASE III Ejecución</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>a) Caracterizar el tramo.</li><li>b) Hacer un diagnóstico de la población y peatones que intervienen en el tramo.</li><li>c) Aplicar listas de chequeo.</li><li>d) Calcular y elaborar gráficos de la siniestralidad del tramo.</li><li>e) Evaluar las matrices de riesgo de acuerdo con las calificaciones otorgadas a las amenazas y vulnerabilidades.</li><li>f) Digitalizar la información de matrices de riesgo en el software grafico para levantar mapas de riesgos.</li><li>g) Identificar los hallazgos del inventario fotográfico de:<ul style="list-style-type: none"><li>I. Barreras de contención vehicular.</li></ul></li></ul>

	II. Cabezotes de alcantarilla. III. Entradas perpendiculares IV. Señalización horizontal. V. Señalización vertical. VI. Velocidades. h) Establecer un análisis comparativo del registro fotográfico Vs software Señales. i) Analizar gráficos de velocidades.
<b>FASE IV Evaluación</b>	a) Los factores situacionales de los peatones en la vía. b) Análisis de gráficas de siniestralidad del tramo. c) Análisis de matrices y mapas de riesgos. d) Análisis de los hallazgos del inventario fotográfico. e) Análisis registro fotográfico Vs software Señales. f) Análisis de velocidades. g) Conclusiones por objetivo. h) Recomendaciones.

**Fuente:** Elaboración propia basado en (Correa Hernández & Guerra Narváez, 2022)

## 6.2. Procedimiento Metodológico

**Tabla 16**

### *Procedimiento Metodológico*

<b>Objetivos</b>	<b>Procedimientos</b>
<b>Objetivo Específico 1</b>  Identificar los puntos críticos de siniestralidad en el segmento vial de estudio, que permitan construir la matriz y el mapa de riesgo.	1. Análisis variables geométricas de tramo auditado: <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Llenar lista de chequeo.</li> <li>ii. Caracterización de peatones de la vía.</li> </ol> 2. Análisis de siniestralidad. 3. Llevar Inventario fotográfico de: <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Barreras de contención vehicular.</li> <li>ii. Cabezales de alcantarilla.</li> <li>iii. Comportamientos agresivos de actores viales.</li> <li>iv. Entradas perpendiculares.</li> <li>v. Señales verticales.</li> <li>vi. Señales horizontales.</li> <li>vii. Velocidad.</li> </ol> 4. Describir los hallazgos de los registros fotográficos.
<b>Objetivo Específico 2</b>  Evaluar las posibles amenazas que puedan afectar a los actores viales mediante la elaboración de mapas y matrices de riesgo.	1. Levantar las matrices de acuerdo con calificaciones establecidas: <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Amenazas. (elementos de la vía).</li> <li>ii. Vulnerabilidades (actores y elementos adyacentes).</li> </ol> 2. Análisis de resultados de las matrices de riesgo. 3. A partir de los resultados obtenidos en las matrices, elaborar mapas de riesgo.
<b>Objetivo Específico 3</b>  Comprobar la consistencia y solidez del diseño geométrico, con los datos adquiridos en la zona de estudio a través del software Señales.	1. Realizar toma velocidades de punto. 2. Sistematizar datos de velocidad en software Señales. 3. Obtención de informe de software Señales. 4. Análisis de los resultados obtenidos del software Señales. 5. Realizar comparativo informe de señalización del tramo trabajo de campo – software Señales.

**Fuente:** Adaptación propia, basado en (Correa Hernández & Guerra Narváez, 2022)

### 6.3. Operacionalización de las variables

**Tabla 17**

*Objetivo Específico 1 Identificar los Puntos Críticos*

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
Identificar los puntos críticos de siniestralidad en el segmento vial de estudio que permitan construir la matriz y el mapa de riesgo.	Siniestralidad	Dependiente	Índice de cualquier hecho de tránsito con implicación de al menos un vehículo en movimiento, que tenga lugar en una vía pública o en una vía privada a la que la población tenga derecho de acceso, y que tenga como consecuencia al menos una persona herida o muerta. provocados por la circulación vial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choques</li> <li>- Atropellos</li> <li>- Volcamiento</li> <li>- Caída de ocupante</li> <li>- Incendio</li> <li>- Daños con heridos</li> </ul>	(Definición de las anteriores)	Número de siniestros viales en un período de tiempo determinado	De razón o proporción	Número de veces presentados	Porcentaje de ocurrencia	Variable	Agencia Nacional de Seguridad vial	Revisión Bibliográfica
	vial											

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2021); (Ministerio de Transporte, 2015); (Instituto Nacional de Vías, 2008)

**Tabla 18**

*Objetivos Especifico 2 Evaluar Posibles Amenazas*

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
Evaluar las posibles amenazas que puedan afectar a los actores viales mediante la elaboración de mapas y matrices de riesgo.	Amenazas en la vía	Dependiente	Identificación de amenazas existentes por cada tramo que puedan generar siniestros viales.	Barreras	(Definición de las anteriores)	Número de amenazas por kilómetro	Nominal	Cantidad por Kilómetro	Número de amenazas	Variable	Visitas de Campo	- Observación. - Mapas de Riesgo. - Matriz de Riesgo. - Revisión bibliográfica.
				Señales								
				Entradas Perpendiculares								

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2021); (Ministerio de Transporte, 2015); (Instituto Nacional de Vías, 2008)

**Tabla 19**

*Objetivo Especifico 3 Comprobar Consistencia y Solidez del Diseño*

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
Comprobar la consistencia y solidez del diseño geométrico, con los datos adquiridos en la zona de estudio a través del software Señales.	Consistencia del diseño	Dependiente	Grado de similitud entre la información recogida en el sitio y procesada a través del software Señales y lo que se evidencia en los planos.	Software Señales	Programa para establecer límites de Velocidad en carreteras colombianas	Número de similitudes	Nominal	Numérica	Porcentaje	Variable	Trabajo de Campo	Primarias. Trabajo de campo Secundarias: Revisión bibliográfica

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Agencia Nacional de Seguridad Vial, 2021); (Ministerio de Transporte, 2015); (Instituto Nacional de Vías, 2008)

## **7. Resultados y Discusión**

En este capítulo se describen los resultados y análisis de los factores y hallazgos relacionados con la seguridad vial de los tramos de vía de la Postrera-El Estadio desde Km 0+000 hasta el Km 3+350, Variante Santa Rosa de Cabal; el Estadio-el Jazmín desde el Km 15+000 hasta el Km 17+000; el Jazmín-Tarapacá II desde el Km 17+000 hasta el Km 23+740, Variante Troncal de Occidente (VTO), en el departamento de Risaralda. (Ver anexo G).

### **7.1. Variables Geométricas del Tramo Auditado**

Las características dimensionales de la vía son fundamentales para garantizar el diseño geométrico de la vía, reducir la posibilidad de siniestros viales garantizando la seguridad de los usuarios que transitan por ella. Estas características, junto con otros aspectos se detallan en la tabla 20, que muestran las especificaciones de cada una de estas secciones de los tramos auditados. Cabe destacar que en todos los tramos el terreno mantuvo una topografía ondulada, conservando elevaciones y depresiones a lo largo de toda la ruta.

Los tramos correspondientes a la Postrera-El Estadio (km 0 +000 – km 3+350) y el Estadio-el Jazmín (km 15+000 – km 17+000) estuvieron conformados por doble calzada, cada una con dos carriles en un mismo sentido, con anchos de 3.65 m. De acuerdo a las características geométricas de los tramos, la vía puede clasificarse como tipo C1 que tiene velocidades de diseño entre 60 - 80 Km/h, de acuerdo con el “Manual de Capacidad y Niveles de Servicio para Vías Multicarril”. Cabe mencionar que las velocidades de diseño descritas en la tabla 20 son las utilizadas por los proyectistas de la vía.

Y con respecto a la Variante Troncal de Occidente, (km 17+000 - km 23 +740) la vía está conformada por doble calzada, cada una con dos carriles en un mismo sentido y con anchos de 3.65 m, sin embargo, no se pudo completar la información por falta de planos. además, en este caso solo se audito el sentido Manizales – Pereira, debido a que en julio del año 2022 el tráfico que circulaba en la ruta Manizales- Santa Rosa de cabal quedó en un solo sentido vial, desde Tarapacá II hasta El Jazmín.

**Tabla 20***Características Geométricas de los Tramos Auditados*

Tramo	Ancho de cuneta (m)	Ancho de Berma (m)	Ancho de carril (m)	Ancho de calzada (m)	Velocidad de diseño (Km/h)	Pendiente máxima (%)
Km 0+000 al Km 1+000	1	1.2	3.65	7.30	60	7.596
Km 1+000 al Km 2+000	1	1.2	3.65	7.30	60	-6.210
Km 3+000 al Km 3+350	1	1.2	3.65	7.30	60	7.189
Km 15+000 al Km 16+000	1	0.35	3.65	7.30	70	-5.24
Km 16+000 al Km 17+000	1	0.35	3.65	7.30	70	6.520
Km 17+000 al Km 21+000	1	1.5	3.65	7.30	----	----
Km 21+000 al Km 22+00	1	1.5	3.65	7.30	----	----
Km 22+000 al Km 23+740	1	1.5	3.65	7.30	----	----

**Fuente:** Diseño geométrico Autopistas del Café, Adaptación propia

**7.2. Análisis de Siniestralidad**

La información de este ítem se deriva del informe más reciente proporcionado por la Concesión Autopistas del Café, el cual abarca desde el año 2018 hasta el segundo trimestre del presente año 2023. La figura 4 muestra el índice de siniestralidad en función de la cantidad de lesionados (tanto heridos como fallecidos) durante dicho periodo.

Se evidencia que el año con mayor siniestralidad correspondió al 2021, en el cual se presentaron 74 heridos y un fallecido; esto representa un incremento de más del 50% en el índice de siniestralidad en comparación al año anterior. Asimismo, se evidencia que el año 2018 mostró el menor nivel de siniestralidad con 35 heridos y una víctima mortal. No obstante, el 2020 fue el único año donde no se presentó ningún muerto. En el segundo trimestre del presente año se han registrado 27 heridos sin pérdida de vidas.

**Figura 4**

*Índice de Siniestralidad*



**Fuente:** Autopistas del Café, Adaptación propia.

Las estadísticas de siniestralidad de cada uno de los tramos auditados se representan en la figura 5. Los kilómetros 15, 2 y 17 se destacan por registrar un índice más elevado de siniestros viales, debido a los altos porcentajes (superiores al 10%) de personas lesionadas.

**Figura 5**

*Índice de Siniestralidad por Kilómetro*

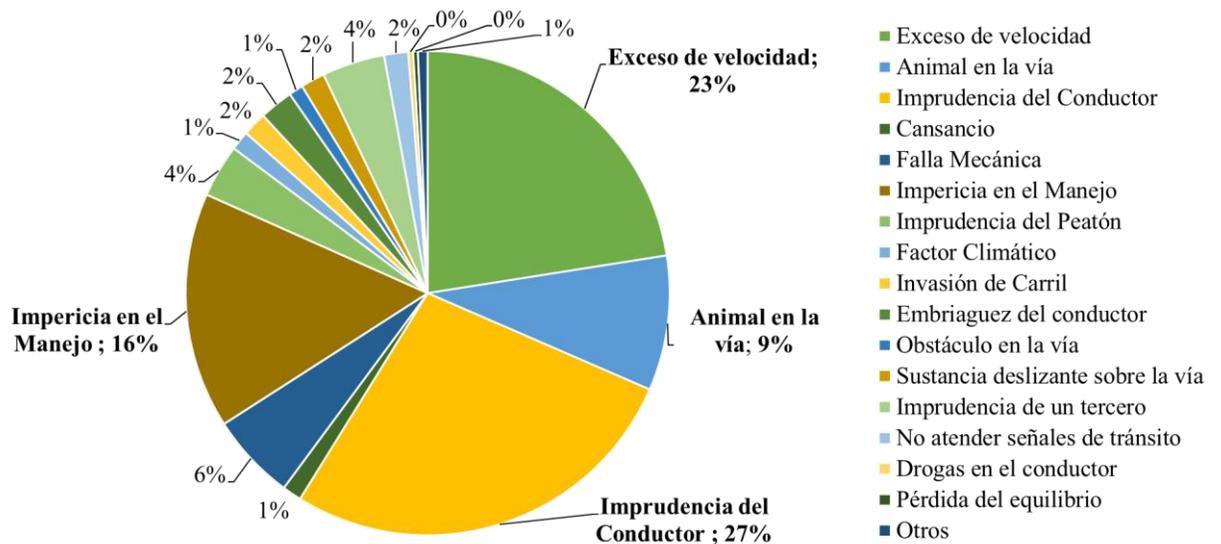


**Fuente:** Autopistas del Café, Adaptación propia.

La figura 6 muestra las posibles causas de los siniestros de la vía en estudio, las causas más probables de siniestralidad en los tramos evaluados están relacionadas con imprudencia del conductor (27%), exceso de velocidad (23%), impericia en el manejo (16%) y animales en la vía (9%). Esto indica que las conductas inapropiadas de los conductores son las principales razones por las que se originan siniestros viales.

**Figura 6**

*Causas probables de Siniestralidad*



**Fuente:** Autopistas del Café, Adaptación propia.

### 7.3. Identificación de Hallazgos en Componentes de Riesgo

#### 7.3.1. Señalización Vertical y Horizontal

Las señales verticales y horizontales son componentes fundamentales para la gestión vial, dado que permiten advertir a los usuarios de la vía sobre las condiciones, restricciones y características de la autopista. En relación a los tramos que fueron auditados se identificaron señales preventivas, reglamentarias e informativas, tal como se muestra en la tabla 21 y en el anexo D denominado “Registro fotográfico”.

Durante la auditoría vial realizada, se identificó que algunas señales verticales no cumplen adecuadamente su función principal o no respetan las dimensiones estipuladas según el Manual de Señalización Vial 2015 (conforme a los ítems 2.2 y 2.3). Se detectaron

señales vandalizadas y obstruidas por anuncios publicitarios, lo que dificulta su visualización, legibilidad y comprensión. Además, se observó que en ciertos tramos las señales presentaban problemas como inclinación, deterioro, instalación incorrecta, ubicación lejana de la vista de los usuarios viales, no conforme a lo establecido en el Manual de Señalización Vial 2015 (ítem 2.1.4 y tabla 2.1-5 sobre la ubicación lateral de señales verticales); algunas de estas señales incluso corrían el riesgo de colapsar. Asimismo, se notó que algunas señales no se ajustaban a los tipos predefinidos en el manual, lo que hacía que no pudieran ser clasificadas o categorizadas correctamente.

**Tabla 21**

*Características de la Señalización Vertical*

<b>Señalización vertical</b>	
<b>Tramo</b>	<b>Características generales del tramo y resumen de la señalización</b>
Km 0+000 al Km 1+000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se identificaron las señales preventivas SP-21, SP-04, SP-75, SP-47A, SP-46A, SP-03, SP-46B; señal reglamentaria SR-30 y las señales informativas SI-04 y SIT-05.</li> <li>• De las 22 señales identificadas en el tramo, 11 de estas no cumplen con su funcionalidad o con las dimensiones apropiadas, según el Manual de Señalización Vial 2015</li> <li>• Se detectó que todas las señales deben ser sometidas a mantenimiento preventivo.</li> </ul>
Km 1+000 al Km 2+000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encontraron las señales SP-46A, SP-75, SP-04, SP-21, SR-30, SR-17, SR-02, SI-04, SI-05D y ST-24.</li> <li>• De las 20 señales detectadas en este tramo 3 de ellas no cumplen con las características geométricas mencionadas en el Manual de Señalización Vial 2015.</li> <li>• 17 señales requieren mantenimiento preventivo y 3 necesitan mantenimiento correctivo debido a que se encuentran en mal estado.</li> </ul>
Km 2+000 al Km 3+000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se identificaron las señales SP-75, SP-04, SP-03, SP-36, SR-30, SR-32 y SIT-05.</li> <li>• Excepto la señal SIT-05, todas las señales cumplen con su función y características geométricas especificadas en el Manual de Señalización Vial 2015.</li> <li>• Dos señales requieren mantenimiento correctivo.</li> </ul>
Km 3+000 al Km 3+350	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se identificaron las señales de tránsito preventivas: SP-75, SP-22, SP-31, SP-21; reglamentarias: SR-30, SR-32, SR-17 e informativas SI-05</li> <li>• Se detectaron marcadores dobles.</li> <li>• Todas las señales encontradas en este tramo cumplen adecuadamente los criterios de funcionalidad y cuentan con las dimensiones establecidas en el Manual de Señalización Vial 2015.</li> </ul>
Km 15+000 al Km 16+000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se observaron las señales SI-04, SR-32, SIT-05, SR-30, SP-04, SP-17, SP-46A, SP-03, SR-01, SP-46B, SP-09, SP-13, SP-75.</li> <li>• De las 22 señales identificadas una no cumple con las dimensiones apropiadas, dos no se encuentran clasificadas dentro de los tipos de señales descritos en el Manual de Señalización Vial 2015.</li> <li>• Tres señales requieren mantenimiento correctivo.</li> </ul>
Km 16+000 al Km 17+000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señales identificadas: SP-04, SP-46A, SR-30, SR-40, SP-46B, SP-03, SP-75, SR-09, SP-09.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>De las 22 señales identificadas, una no cumple con su función ni con las características geométricas. Además, se detectó una señal que no está clasificada en el Manual de Señalización Vial del 2015.</li> </ul>
Km 17+000 al Km 18+000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se identificaron las señales SI-04, SR-02, SP 75, SP-46B, SP-25A, SR-30, SR-32, SP-46A, SP-50, SP-67.</li> <li>Todas las señales encontradas en este tramo cumplen adecuadamente su papel y cuentan con las dimensiones apropiadas especificadas en el Manual de Señalización Vial 2015.</li> </ul>
Km 21+000 al Km 22+00	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se encontraron las señales SI-04, SP-13, SP-50, SR-30, SP-04 y SIT-05.</li> <li>Todas las señales encontradas en este tramo cumplen adecuadamente su papel y cuentan con las dimensiones apropiadas según el Manual de Señalización Vial 2015</li> </ul>
Km 22+000 al Km 23+000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Señales identificadas: SI-04, SR-30, SR-32, SP-50, SP-27, SP-03, SP-13, SP-50.</li> <li>Todas las señales encontradas en este tramo cumplen adecuadamente los criterios de funcionalidad y cuentan con las dimensiones establecidas en el Manual de Señalización Vial 2015.</li> </ul>
Km 23+000 al Km 24+000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Señales identificadas: SI-04, SP-36, SR-30, SIT-05, SP-04.</li> <li>Todas las señales cumplen con los requisitos establecidos en el Manual de Señalización Vial 2015.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración propia.

Con respecto a las señales horizontales se identificaron 7 demarcaciones de cruce peatonal, 1 demarcación escolar, 5 demarcaciones de leyenda, 6 cruces cebra, 3 demarcaciones con flechas y una demarcación no identificada. Todas las señales cumplen con las especificaciones establecidas en el Manual de Señalización Vial 2015 (capítulo 3) No obstante, en algunos casos debe realizarse mantenimiento (de acuerdo a el Manual de Mantenimiento de Carreteras, 2016, ítem 1520) con el fin de facilitar su visualización diurna y nocturna. Esta situación se ilustra en la figura 7A y 7B.

### Figura 7

*Señales Horizontales que presentan desgaste o deterioro.*



**Fuente:** Elaboración propia.

### 7.3.2. Índice de Retroreflectividad

Es fundamental destacar que la retroreflectividad permite que la luz de los vehículos sea reflejada hacia el conductor, asegurando una visión clara de las señales, incluso en situaciones de escasa iluminación. Por eso, además de las observaciones anteriores se realizó un análisis de retroreflectividad (de manera visual en horas de la noche) de las señales de tránsito ubicadas en los tramos auditados, esta inspección se efectuó con el fin de determinar el grado de visibilidad nocturna de las señales de tránsito; por lo que se considera un aspecto esencial para reducir el riesgo de siniestros viales en el horario nocturno.

Tal como se muestra en la figura 8 y en el anexo D, se determinó que la señalización vertical y las barreras de contención vehicular exhiben una adecuada reflectividad. Sin embargo, es necesario implementar medidas de mantenimiento preventivas, tales como una limpieza adecuada, porque se evidencia acumulación de polvo; para eso se sugiere seguir los pasos del Manual de Mantenimiento de Carreteras 2016 (ítem 1510).

### **Figura 8**

#### *Registro Fotográfico Índice de Reflectividad*



**Fuente:** Elaboración propia.

### **7.3.3. Riesgos Físicos**

La tabla 22 muestra los principales elementos de riesgo físico identificados en los tramos auditados. Se observaron entradas y salidas perpendiculares al eje de la vía, sin la existencia de un carril seguro o señalización previa (figura 9a), siendo este el riesgo de mayor prevalencia. Adicionalmente, se encontraron cunetas profundas (figura 9b),

cabezales de alcantarilla sobresalientes, sumideros y canales recolectores sin cubierta (figura 9c). Asimismo, la falta de mantenimiento adecuado y de señalización para la identificación de elementos contundentes como postes o muros de contención (figura 9d), incrementando los riesgos y la posibilidad de siniestros viales en los tramos auditados.

### Figura 9

#### *Evidencia de Elementos de Riesgo Físico*



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 22***Elementos de Riesgo Físico Detectados en el Tramo Auditado*

Elemento de riesgo	Cantidad reportada	Observación
Entrada - salida perpendicular al eje de la vía	44	Se encontraron zonas con ausencia de un carril seguro para entrar y salir, incumpliendo los requerimientos de diseño estipulados en el Manual de diseño geométrico de carreteras. Adicionalmente, se identificaron entradas/salidas perpendiculares con huellas en concreto que obstruyen la cuneta de la vía.
Cabezal alcantarilla	20	Se identificaron cabezales de alcantarilla en donde sobresale el cabezote o sin rejillas de protección. En algunos tramos se observó que estos elementos representan un riesgo para los usuarios debido a su profundidad, falta de mantenimiento en la pintura o falta de elementos reflectivos como los captafaros.
Sumidero	17	Se encontraron sumideros con aberturas adyacentes y perpendiculares a la superficie pavimentada; sumideros con fisuras, sin cubiertas o con separaciones entre las tapas.
Canal recolectora	10	Se identificaron canales de redes expuesto, sin protección y con deficiencias en el mantenimiento, tanto en la pintura como en la estructura.
Cuneta profunda	7	Se evidenciaron cunetas profundas sobre el nivel de la vía; cunetas altas respecto a la diferencia de capa de rodadura y cunetas en obras de drenaje sin su debida protección.
Puentes	6	El Puente San Eugenio presenta un riesgo para los usuarios debido a la ausencia de barreras de contención vehicular en sus extremos, lo que compromete la seguridad vial y la protección de los vehículos que transitan por él.
Alcantarilla	5	Se identificaron alcantarillas sin rejillas u otra forma de protección.
Tapa de alcantarilla	5	Tapas de servicios que ocasionan discontinuidades en el pavimento generando situaciones de riesgo.
Muros	4	Se identificaron muros con ausencia de pinturas, captafaros o elementos reflectantes que faciliten su visualización.
Obras de drenaje	3	Sistema de canalización de redes expuesto, provocando la presencia de objetos contundentes peligrosos en su entorno, así como obras de drenaje sin protección.
New Jersey	2	En algunos casos se identificaron barreras New Jersey vandalizadas, por tanto, requieren reparación.
Parador de bus	2	Falta de señalización de la parada, incumpliendo a la normativa vigente debido a la falta de señalización
Árbol	2	Árboles al pie de la vía sin su debida señalización para objetos contundentes.
Publicidad	1	Publicidad por parte de un restaurante que genera distracción para los conductores, además de estar al borde de la vía
Postes	1	Se evidenció la existencia de postes de lámparas sin la correspondiente señalización para objetos contundentes.
Cruce peatonal	1	Zonas inapropiadas para el cruce de peatones.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 7.3.4. Comportamiento Agresivo

La figura 10 muestra algunas de las manifestaciones de comportamiento agresivo de los usuarios de la vía, las cuales podrían incrementar el riesgo de siniestros viales. Se identificó en reiteradas ocasiones que los conductores estacionan vehículos en la vía (sobre la berma y la cuneta), sin la presencia de elementos de advertencia, tales como conos o luces estacionarias (figura 10a). Asimismo, el estacionamiento transitorio de buses en paradas no autorizadas (figura 10b).

#### Figura 10

*Identificación de Comportamiento Agresivo en la Vía*



**Fuente:** Elaboración propia.

Se encontraron puestos de control de policía, invasiones de vendedores en el carril de la vía que pueden provocar congestión vehicular, reducción de velocidad, distracción y maniobras inapropiadas por parte de los conductores, comprometiéndose desde luego la seguridad vial (figura 10c y 10d).

En algunos casos, se evidenció que los ciclistas que transitan la vía no utilizan elementos de protección personal, aumentando la probabilidad de sufrir lesiones graves en caso de siniestro vial (figura 9e). Adicionalmente, se identificó la presencia de motociclistas circulando en sentido contrario al flujo vehicular, esta práctica representa

una amenaza considerable para la seguridad vial, ya que aumenta significativamente el riesgo de colisiones frontales con otros vehículos que circulan en el sentido correcto (figura 10f).

### **7.3.5. Barreras de Contención Vehicular**

En relación a las barreras de contención vehicular, se encontró que la mayoría cuentan con postes inadecuados para un Sistema de Contención Vehicular (SCV) y presentan terminación en forma de cola de pez, que mantienen terminales bruscos y contrarios al flujo vehicular (como se representa en la figura 11a), esto las convierte en elementos contundentes y peligrosos en caso de impacto según la Guía Técnica para el Diseño, Aplicación y uso de Sistemas de Contención Vehicular 2012 (Ítem 1.4 y 1.3.1.5). Igualmente, se identificó la necesidad de que en ciertas áreas de la vía los SCV sean continuos o de mayor longitud, con el fin de asegurar una cobertura adecuada, reduciendo siniestros viales en caso de que los vehículos salgan de la vía (figura 11b).

Adicionalmente, se registraron zonas con desniveles superiores a 1 metro y con ausencia de SCV, lo cual incrementa el riesgo de siniestros viales en caso de volcamientos en la vía, con base a la Guía Técnica para el Diseño, Aplicación y uso de Sistemas de Contención Vehicular 2012 (Ítem 1.3 y 2.2)

Por otro lado, se identificaron barreras de contención vehicular deterioradas con daños estructurales debido a impactos o actos de vandalismo, por ejemplo, en la figura 11c se aprecia que la barrera de concreto con perfil New Jersey fue retirada, dejando ese punto desprotegido y exponiendo el acero de refuerzo, lo que incrementa riesgos de un siniestro vial en esa zona. Otro hallazgo importante fue la falta de captafaros en ciertos tramos, lo que indica deficiencias en la señalización vial (figura 11d).

### **Figura 11**

*Estado de las Barreras de Protección en el Tramo Auditado*



**Fuente:** Elaboración propia.

#### **7.4. Matrices de Riesgo**

A partir de los hallazgos encontrados durante las visitas de campo, se llevó a cabo una evaluación de las amenazas y vulnerabilidades que potencialmente podrían afectar a los actores viales en los tramos auditados. La información es sintetizada en la matriz general de riesgos mostrada en la figura 12 donde se contempla el nivel de riesgo de cada calzada y tramo evaluado, así como el riesgo promedio de la vía auditada.

Como resultado se obtuvo que el riesgo es máximo del km 15+000 al km 16+000 e intermedio del km 22+000 al km 23+740, lo cual es consistente con el mayor y menor índice de siniestralidad en estos sectores de la vía (figura 5). Asimismo, se destaca que el riesgo promedio calculado en la vía es 6.51, considerándose como un riesgo alto mitigable según la clasificación propuesta (Garzón, Escobar, & Galindo, 2017). En consecuencia, se deben establecer acciones inmediatas que garanticen la seguridad vial y reduzcan el número de siniestros viales. Estas acciones podrían incluir análisis de las variables de diseño, implementación de medidas correctivas conforme a las recomendaciones de la Auditoría en Seguridad Vial (ASV).

**Figura 12**

*Matriz de Riesgo General*

Calificación matriz de riesgos: La Postrera-El Estadio, El Estadio-El Jazmín, El Jazmín-Tarapacá. (Variante Santa Rosa de Cabal y Variante Troncal de Occidente).													
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	promedio	Magnitud de riesgo	Plazo de acciones correctivas	Acciones recomendables	
	Km 0 - Km 1	Km 1 - Km 2	Km 2 - km 3 +350	Km 15 - km 16	Km 16 - km 17	Km 17 - km 21	Km 21 - Km 22	Km 22 - km 23+ 740					
Riesgo lateral derecho.	7.88	7.34	6.84	7.99	7.37				7.48	Riesgo no tolerable	Corto plazo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de las variables de diseño</li> <li>2. Medidas correctivas de acuerdo a recomendaciones de la ASV</li> <li>3. Reingeniería de los procesos de educación vial</li> </ol>	
Riesgo lateral izquierdo.	6.79	6.90	7.20	6.89	7.29	5.92	4.95	4.99	6.37	Riesgo no tolerable	Corto plazo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de las variables de diseño</li> <li>2. Medidas correctivas de acuerdo a recomendaciones de la ASV</li> <li>3. Reingeniería de los procesos de educación vial</li> </ol>	
Riesgo Matriz General	7.34	7.12	7.02	7.44	7.33	5.92	4.95	4.99	6.51	Riesgo no tolerable	Corto plazo	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análisis de las variables de diseño</li> <li>2. Medidas correctivas de acuerdo a recomendaciones de la ASV</li> <li>3. Reingeniería de los procesos de educación vial</li> </ol>	

**Fuente:** Elaboración propia con base en (Correa Hernández & Guerra Narváez, 2022).

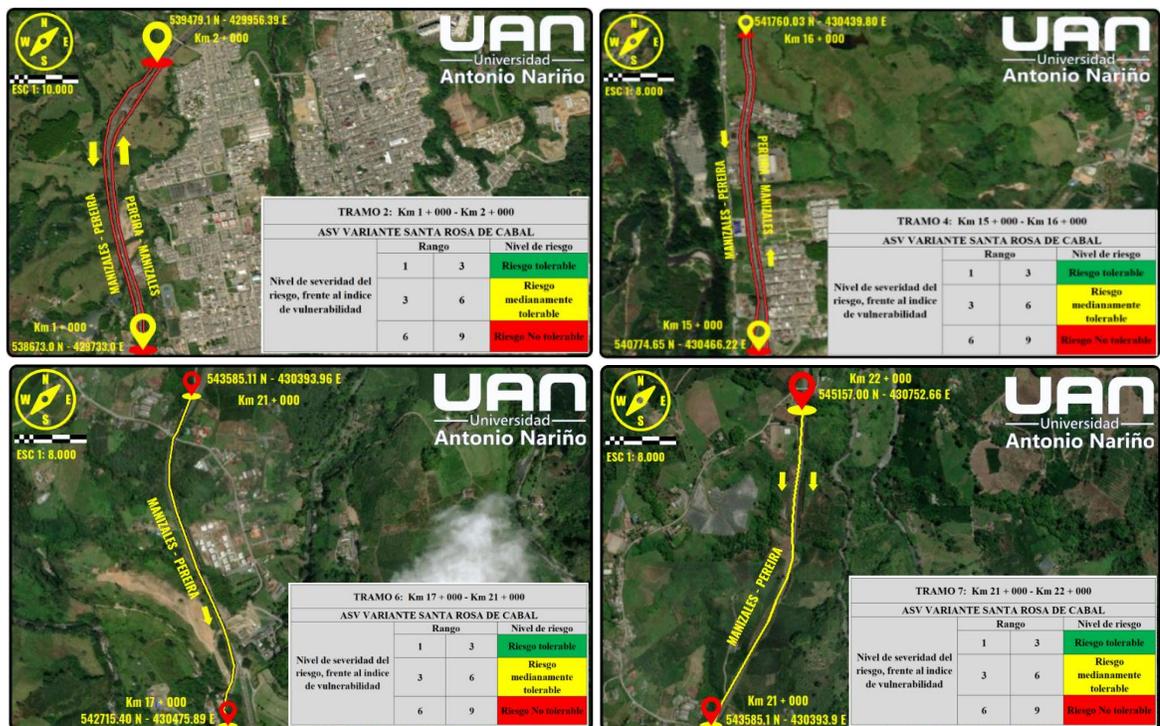
## 7.5. Mapas de Riesgo

La figura 13 ilustra los mapas de riesgo los cuales fueron realizados utilizando el software ArcGIS, en estos se reflejan visualmente los resultados derivados de las matrices de riesgo, con el fin de destacar gráficamente la magnitud de los riesgos presentes en el corredor vial.

Los colores empleados para indicar los riesgos son los mismos que se usaron en la matriz de riesgo, con el objetivo de diferenciar los resultados obtenidos en cada uno de los tramos de la vía mencionados en el estudio.

**Figura 13**

Mapas de Riesgo de los Tramos a) Km 1 +000 - Km 2 + 000, b) Km 15 +000 - Km 16+ 000, c) Km 17 +000 - Km 21 + 000, d) Km 21 +000 - Km 22 +000



**Fuente:** Elaboración propia.

## 7.6. Sistematización de datos de velocidad en el software Señales

Aplicando el método para establecer límites de velocidad en carreteras colombianas, se procedió a digitalizar la información obtenida a través del radar de punto

de velocidades en el software de señales, para este caso se tomaron 9 puntos donde se realizaron operativos de velocidad, teniendo en cuenta puntos críticos y zonas especiales (para cada punto se tomaron 65 lecturas de velocidad). Este proceso se llevó a cabo teniendo en cuenta la resolución 5443 de 2009, la cual establece la clasificación de vehículos según el Ministerio de Transporte. Dicha clasificación se divide en tres categorías: A, que incluye motos, autos y camperos (Livianos); B, que comprende buses y busetas; y C, que engloba camiones y tractocamiones. (ver anexo F)

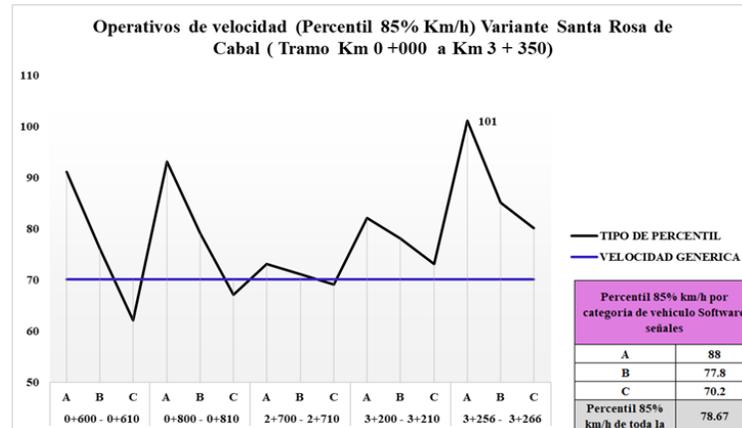
#### **7.6.1. Operativos de Velocidad (Percentil 85%)**

El percentil 85 es una herramienta efectiva para establecer los límites de velocidad que aseguran tanto la seguridad como un flujo de tráfico adecuado en una vía, se utiliza para caracterizar cómo se distribuyen las velocidades de los conductores en una vía bajo condiciones óptimas de tráfico; a su vez, representa las velocidades máximas que el 85% de los conductores no supera en un tramo o sector específico cuando el flujo es libre y sin interrupciones de tráfico, haciendo una comparación con la velocidad genérica que es la velocidad de tránsito sugerida para los vehículos, de acuerdo propiedades geométricas y de operación.

La figura 14 ilustra el percentil 85% para la variante Santa Rosa de Cabal. De acuerdo con la categoría vehicular, se encontró que los vehículos de tipo A mantuvieron una velocidad promedio de 88 km/h, los de tipo B alcanzaron los 77.8 km/h, y los de tipo C se desplazaron a una velocidad de 70.2 km/h. El promedio del percentil 85% en el sector fue de 78.67 km/h, superando la velocidad genérica de 70 km/h. Además, es importante resaltar que los vehículos tipo A registraron las velocidades más altas en este tramo, alcanzando velocidades de 101 km/h.

**Figura 14**

*Operativos de velocidad Variante Santa Rosa de Cabal (Percentil 85%)*

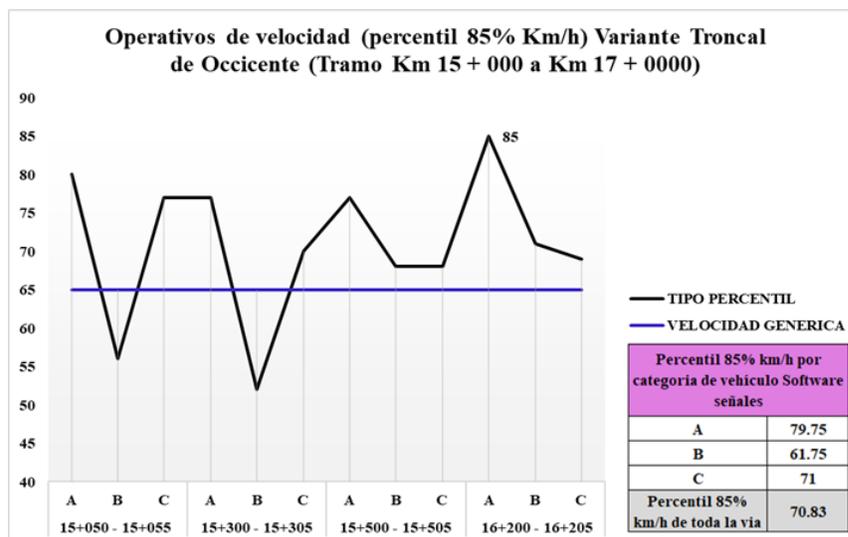


**Fuente:** Elaboración propia.

Según la figura 15 el percentil 85% indica que, los vehículos tipo A mantuvieron una velocidad promedio de 79.75 km/h, los de tipo B 61.75 km/h y los de tipo C de 71 km/h. En resumen, el percentil 85% para la VTO fue de 70.83 km/h, esto pone de manifiesto que la mayoría de los usuarios en este tramo vial (especialmente conductores de vehículos tipo A y C) superan la velocidad genérica de 65 km/h.

**Figura 15**

*Operativos de velocidad Variante Troncal de Occidente (VTO) (Percentil 85%)*



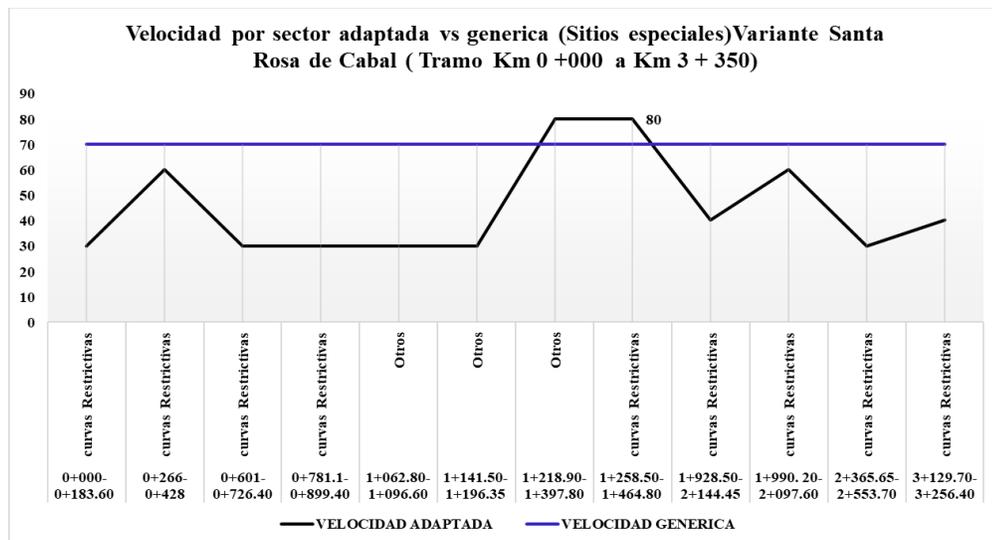
**Fuente:** Elaboración propia.

### 7.6.2. Velocidades por Sector

En relación a las velocidades por sector en la Variante Santa Rosa de Cabal (figura 16), se registró un caso donde la velocidad adaptada (que es la velocidad considerada segura y adecuada para circular en el tramo vial) es mayor a la velocidad genérica, específicamente, se identificó que la velocidad máxima es de 80 km/h justo en el kilómetro 1+258.50, donde existe restricción de velocidad al ingresar a la curva. No obstante, en los otros tramos, la velocidad adaptada está por debajo de la velocidad genérica.

**Figura 16**

*Velocidad por sector (Variante Santa Rosa de Cabal)*

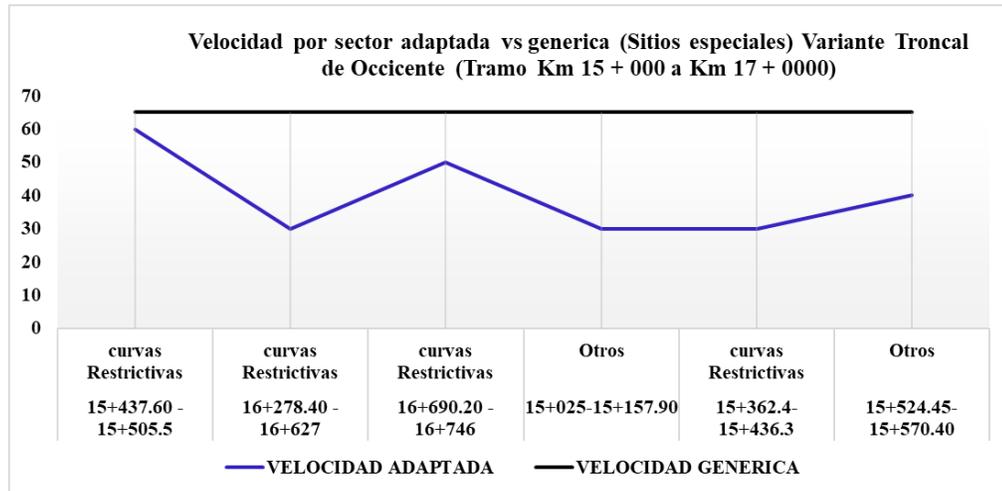


**Fuente:** Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la representación gráfica de la figura 17 de la Variante Troncal de Occidente, la velocidad máxima adaptada fue de 60 km/h, teniendo en cuenta que el promedio de la velocidad genérica es de 65 km/h y se evidencia que la velocidad adaptada está por debajo de la misma.

**Figura 17**

*Velocidad por sector (Variante Troncal de Occidente (VTO))*



**Fuente:** Elaboración propia.

### 7.6.3. Comparativo Registro Fotográfico y Software Señales

Para identificar el diseño de la demarcación, ubicación y valores de señales de velocidad máxima de la señalización vertical y horizontal, se llevó a cabo una comparación entre los hallazgos encontrados por medio de los registros fotográficos y los datos obtenidos mediante el software señales.

En relación a la señalización horizontal, en algunos tramos el software señales recomienda líneas continuas que no son consistentes con el registro fotográfico; por otro lado, al examinar las señales de velocidad máxima (SR-30), se detectó que de 57 de estas solo el 11% se ajusta a lo establecido por el software señales, asimismo, un 11% de estas señales necesitan ser reubicadas (consultar anexo E para más detalles).

## 8. Discusión

Mediante la Auditoría en Seguridad Vial, realizada en los tramos de La Postrera-El Estadio desde Km 0+000 hasta el Km 3+350, el Estadio-El Jazmín desde el Km 15+000 hasta el Km 17+000 y El Jazmín-Tarapacá II desde el Km 17+000 hasta el Km 23+740, se identificaron falencias en la señalización vertical y horizontal, donde no respetan las dimensiones estipuladas, deterioro y falta de mantenimiento (según el Manual de Señalización Vial 2015, ítem 1.8.3, 2.2 y 2.3).

Es esencial mencionar que el Manual de Señalización Vial 2015 (Ítem, 2.1.4) hace énfasis en que la ubicación de la señalización permita al conductor recibir información sin retirar la vista de la vía. Por lo que es fundamental que mantengan un tamaño suficiente, permitiendo así la regulación del tráfico y la seguridad de todos los actores viales. Basado en esto, es importante que en la vía auditada se realicen acciones correctivas y preventivas, tales como el cambio o adecuación de las señales que se encuentren en mal estado y la adaptación de las mismas a las normativas recientes.

Por otra parte, se encontró que los tramos auditados presentan riesgos físicos como cabezales de alcantarillas, canales sin cubierta y barreras de contención vehicular con terminales en forma de cola de pez, los cuales son aspectos que evidentemente incrementan el riesgo y las amenazas en la vía; estas son situaciones comunes en las vías colombianas que deben tratar de reducirse para evitar siniestros viales. Por esta razón (Alarcón, 2015) propone realizar ajustes en las entradas y salidas de las obras de drenaje, tales como implementar diseños traspasables que consisten en colocar rejillas metálicas en las aberturas de las alcantarillas, siguiendo el modelo utilizado en carreteras españolas.

Respecto a las barreras de contención vehicular (Alarcón, 2015) sugiere que: “Para que cumplan la función de mitigar la severidad de los siniestros viales deben ser de alta deflexión para redireccionar el vehículo suavemente, para esto el sistema de sujeción entre la viga y el poste debe ser colapsable, que permita el desenganche de los postes durante la colisión”. Asimismo, (Mejía, 2018) “sugiere que el tipo de terminal más recomendable y natural de una barrera de contención vehicular es su empotramiento en un talud o los abatidos próximos a la vía de alto riesgo”.

Por otro lado, en la vía auditada se observaron comportamientos agresivos que van desde el estacionamiento de vehículos en paradas no autorizadas hasta excesos de

velocidad; siendo los excesos de velocidad más altos en los vehículos de tipo A. Todos estos hallazgos permitieron identificar los tramos de vía con mayor amenaza de riesgo, principalmente del kilómetro 15 al 16 los que presentan índices más altos de siniestralidad.

Es importante mencionar que la segunda causa más probable de siniestralidad fue el exceso de velocidad, lo que se corrobora con el software señales y con las tomas de velocidad de punto donde los vehículos no respetan la velocidad establecida para cada tramo, lo que reduce significativamente la capacidad del conductor para maniobrar y responder ante situaciones inesperadas.

## 9. Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos mediante el registro fotográfico, la información del programa señales y los mapas de riesgo derivados de las matrices de riesgo, se puede concluir que los tramos correspondientes de La Postrera-El Estadio desde Km 0+000 hasta el Km3+350, el Estadio-el Jazmín desde el Km 15+000 hasta el Km 17+000 y el Jazmín-Tarapacá II desde el Km 17+000 hasta el Km 23+740 presentan las siguientes inconformidades:

- 1) Algunas señales verticales no cumplen adecuadamente su función principal o no respetan las dimensiones estipuladas según el Manual de Señalización Vial 2015 (conforme a los ítems 2.2 y 2.3), además, se detectaron señales vandalizadas y obstruidas por anuncios publicitarios, lo que dificulta su visualización, legibilidad y comprensión. En relación a las demarcaciones horizontales todas las señales cumplen con las especificaciones establecidas en el Manual de Señalización Vial 2015 (capítulo 3).
- 2) A lo largo del corredor vial, se detectaron riesgos físicos que abarcan entradas y salidas perpendiculares sobre el eje de la vía, sin carril seguro de aceleración o desaceleración como lo recomienda el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008 (ítem 6.3), adicionalmente la presencia de postes, árboles, cabezales de alcantarilla, sumideros y muros de contención, que son elementos contundentes y carecen de señalización adecuada según el Manual de Señalización Vial 2015 (ítem 5.6)
- 3) Se observaron comportamientos agresivos por parte de los usuarios de la vía, que incluyeron paradas y estacionamiento en lugares inadecuados, motociclistas circulando en dirección opuesta al flujo vehicular y presencia de vendedores ambulantes.
- 4) Se hallaron zonas laterales con desniveles superiores a 1 metro que de acuerdo a la Guía Técnica para Diseño, Aplicación y uso de Sistemas de Contención Vehicular (ítems 1.3 y 2.2), es necesario considerar la instalación de barreras de contención vehicular, además de reemplazar y extender la longitud en áreas donde han sido vandalizadas y deterioradas.

- 5) Los conductores especialmente de vehículos de tipo A (motos, autos y camperos) conducen a velocidades superiores a las del corredor vial.
- 6) Se encontró que la vía presenta un nivel de riesgo alto no tolerable antes del kilómetro 17 y un nivel medianamente tolerable para los tramos posteriores. El nivel de riesgo es máximo en los kilómetros del 15 al 16 y medianamente tolerable para los kilómetros 22 al 23.
- 7) La información más reciente proporcionada por la Concesión Autopistas del Café manifestó que, en julio del año 2022 el tráfico que circulaba en la ruta Manizales- Santa Rosa de cabal quedó en un solo sentido vial, desde Tarapacá II hasta El Jazmín, notándose una disminución en los índices de siniestralidad.
- 8) Después de examinar los datos recopilados, los planos y el Software Señales, se notó una falta de uniformidad en el diseño, atribuible a la ausencia de algunas señales verticales, el insuficiente mantenimiento de las ya existentes y la inconsistencia en la demarcación horizontal.

## 10. Recomendaciones

- Se recomienda realizar mantenimiento a las señales de tránsito de acuerdo al (Manual de Mantenimiento de Carreteras, 2016, ítem 1510 y 1520). además, se aconseja instalar marcadores de obstáculos para objetos contundentes, siguiendo los lineamientos del Manual de Señalización Vial (ítem 5.6).
- Se sugiere colocar barreras de contención vehicular en zonas de alto riesgo de volcamiento y ampliarlas en los puntos que requieran mayor seguridad, acorde a la Guía técnica para diseño, aplicación y uso de sistemas de contención vehicular del 2012, también se recomienda empotrar esviar y abatir los extremos de las barreras de contención vehicular, sobre todo las que quedan en contra del flujo vehicular.
- Se plantea realizar mantenimiento a la red de drenaje superficial longitudinal y transversal según manual de mantenimiento 2016 (ítem 1410 y 1420). Y realizar mantenimiento a la pintura de los cabezales de alcantarilla y muros de contención vehicular.
- Se recomienda aumentar la seguridad de los sumideros mediante la utilización de rejillas, tapas en concreto o en otro material que no genere una amenaza o riesgo para los usuarios de la vía.
- Es esencial llevar a cabo campañas de concientización para informar a los usuarios de la vía acerca de los riesgos potenciales derivados de conductas inadecuadas, especialmente cuando se conduce a exceso de velocidad.
- Se sugiere realizar auditorías en seguridad vial de manera periódica para evaluar las modificaciones de la vía y las posibles oportunidades de mejora.

## 11. Referencias Bibliográficas

- Agencia Nacional de Seguridad Vial. (2021). *Anuario Nacional de Siniestralidad Vial 2021 Anuario Nacional de Siniestralidad Vial*. [www.ansv.gov.co](http://www.ansv.gov.co)
- Angulo Álvarez, R., & Giraldo Suaza, J. A. (2019). *Auditoria de seguridad vial en los accesos e intercambiadores viales en la zona de movilidad del Aeropuerto de Bogotá – El Dorado*. 1–141.
- Betancourth Arias, D., & Monsalve Marín, C. A. (2022). *Auditoria en Seguridad Vial (ASV) sector-Puerto Caldas-Cerritos Km 80 + 000 a Km 86 + 000*.
- Calderón Urueña, A. A., Guerrero Guerrero, D. M., & Úsuga Ramírez, J. A. (2018). *Auditoría en seguridad vial variante Santa Rosa, intersección La Postrera - estadio, km 0+000 al km 3+530 y paso nacional, intersección estadio - El Jasmín km 15+000 al km 17+110*. 1.
- Carlos Tabasso. (2013).
- Correa Hernández, J. C., & Guerra Narváez, E. P. (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*.
- Dourthé, A., & Salamanca, J. (2003). *Guía para Realizar una Auditoría de Seguridad Vial*. [www.conaset.cl](http://www.conaset.cl)
- Garzón, M., Escobar, D., & Galindo, J. (2017). *Auditorias de seguridad vial. Ejemplo de aplicación metodológica Road safety audits. Example of methodological application Contenido* (Vol. 38).
- Garzón Soler, A., & Rairán Vega, S. S. (2018). *Auditoría de Seguridad Vial: avenida carrera 50 entre calle 21 y calle 24 bis Auditoria de Seguridad Vial, carrera 50 entre calle 21 y calle 24 bis, Bogotá D.C, Colombia*.
- Gómez, A., Restrepo, G., & González Gómez, P. E. (2004, June 30). *Turismo en el Eje Cafetero*. Banco de La República.  
<https://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/1996>
- Gómez Vaca, R. L., & Gómez Vaca, P. E. (2014). *Auditoria en Seguridad Vial de la carretera de primer orden Riobamba – Pallatanga*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. 1–634.
- Herrera Tacuri, C. P., & Ñauñay Chicaiza, G. T. (2019). *auditoría de Seguridad Vial enfocado en la infraestructura en la red concesionada e35 desde el km 428 (Tuntatacto) hasta el km 445 (Panamericana Norte), Provincia de Chimborazo*.
- Instituto Nacional de Vías. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. 2008.
- Lara Callejas, E. M., & Álvarez Carlosama, S. C. (2022). *Auditoria en Seguridad Vial al tramo La Paila-Armenia Km 44+000 al Km 50+000 del Departamento del Quindío*.
- Mayorga, J. M., & Hernández, L. (2018). Measurement of coverage and accessibility of public space in bogotá, medellin and cali. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 11(22). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu11-22.mcae>
- Mejía, Á. (2018). *Auditoría Vial Pereira-Armenia, .....ii*.
- Mejía Ramírez, Á. M. (2018). *Auditoria en Seguridad Vial de la vía concesionada: Armenia – Pereira, K 0 +000 – K 36 + 700*.
- Ministerio de Transporte. (2015). *Manual de Señalización Vial 2015. Ministerio de Transporte*, 1–888.

- Ministerio de Transporte. (2021, October 22). *Mintransporte establece nueva norma para que empresas actualicen los Planes Estratégicos de Seguridad Vial*.
- Ministerio de Transporte. (2022). *ANSV presenta balance oficial de siniestralidad vial 2021*. <https://mintransporte.gov.co/publicaciones/10578/ansv-presenta-balance-oficial-de-siniestralidad-vial-2021/>
- Ministerio de transporte. Resolución 7495. (2020). *Resolución 7495 de 2020 - Deroga el manual de evaluación del PESV*. Ministerio de Transporte. <https://safetya.co/normatividad/resolucion-7495-de-2020/#pdf>
- Mohammad Naghi, N. (2005). *Metodología de la Investigación* (limusa s.a. & grupo noriega editores, Eds.).
- Molina Naranjo, E. A. (2019). *Auditoría de seguridad vial para peatones. caso de aplicación: av. naciones unidas tramo entre av. 6 de diciembre y av. 10 de agosto, y av. río Amazonas tramo entre AV. Naciones Unidas y av. gral. Eloy Alfaro*.
- Moraga Castillo, A. (2017). *Auditoría de Seguridad Vial para vías rurales en la etapa de proyecto y ejecución*.
- OMS. (2021). *Plan Mundial Para La Seguridad Vial: Todo Lo Que Debe Saber*. Plan Mundial Para La Seguridad Vial: todo lo que debe saber.
- Organización de las naciones unidas. (2021). *Este Plan Mundial ha sido elaborado por la Organización Mundial de la Salud y las Comisiones*. [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/21323-spanish-global-plan-for-road-safety-for-web.pdf?sfvrsn=65cf34c8\\_35&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/documents/health-topics/road-traffic-injuries/21323-spanish-global-plan-for-road-safety-for-web.pdf?sfvrsn=65cf34c8_35&download=true)
- Plazas Pulido, S. (2018). *Auditoria de Seguridad vial en el tramo comprendido entre Tunja y el municipio de Tuta*. 1–136.
- Sáenz Saavedra, N. (2016). *Diplomado en Auditorías de seguridad Vial*.
- Sierra Arias, C. A., Vargas Echavarría, R. A., Díaz Alfonso, S. L., & Donado Gutiérrez, W. J. (2017). *Auditoría en Seguridad Vial, Avenida primero de mayo entre carreras 52c y 38, Bogotá D.C., Colombia*. 1–204.