

**ACCIONES A IMPLEMENTAR PARA REDUCIR LA ACCIDENTALIDAD EN
LA VÍA PIEDECUESTA - CUROS**

María Camila Díaz Carrasco

Universidad Pontificia Bolivariana

Sede Bucaramanga

Escuela de Ingenierías

Comité de Trabajos de Grado

2019

**ACCIONES A IMPLEMENTAR PARA REDUCIR LA ACCIDENTALIDAD EN LA
VÍA PIEDECUESTA - CUROS**

María Camila Díaz Carrasco

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
INGENIERO CIVIL

Director
Msc. Luis Carlos Caicedo Barrera

Universidad Pontificia Bolivariana
Sede Bucaramanga
Escuela de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Civil
Comité de Trabajos de Grado
2019

Nota de aceptación

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

Dedicatoria

A Dios, La Virgen María y Ángeles en el cielo por cuidarme y otorgarme la sabiduría necesaria para enfrentar cada obstáculo presentado y vivido. A mis padres, Segundo Díaz Badillo y Claudia Esperanza Carrasco Olarte, mi hermano, Julián Andrés Díaz Carrasco por ser mi motor y apoyo durante toda mi vida y formación como profesional. A todas y cada una de las personas que estuvieron presentes y me brindaron palabras de aliento en los momentos difíciles.

GRACIAS

María Camila Díaz Carrasco

Agradecimientos

En cada paso, en el acompañamiento y en la dedicación para llegar al final de este proyecto de grado, le doy gracias al PhD. Miller Humberto Salas Rondón, su credibilidad y conocimiento en ingeniería de tránsito fue de gran ayuda, soporte y vitalidad para culminar con éxito cada objetivo.

Le agradezco a la Universidad Pontificia Bolivariana, por su exigencia, rigor y excelencia, hicieron de mi un profesional intachable, brindándome valores y conocimientos que permiten que hoy me muestre al mundo profesional como Ingeniera Civil.

Gracias

María Camila Díaz Carrasco

Contenido

1. Objetivos	15
1.1 Objetivos Generales	15
1.2 Objetivos Específicos	15
2. Situación problema	16
3. Antecedentes	18
4. Alcance	19
5. Justificación	20
6. Marcos de referencia de la seguridad vial	34
6.1 Marco teórico	34
6.1.1 Antecedentes de la seguridad vial en el mundo	34
6.1.2 Tendencias para fortalecer la seguridad vial en el mundo	35
6.1.3 Accidentabilidad vial como problema mundial	36
6.1.4 Contexto nacional de la seguridad vial	37
6.1.5 Salvemos vidas, el transporte en Colombia es generador de progreso, bienestar y alegría:	38
6.1.6 Accidentalidad vial en Piedecuesta	38
6.1.7 Posibles mejoras a aplicar, desde el punto de vista de infraestructura para mejorar la seguridad de la vía Piedecuesta – Curos	39
6.1.8 Consulta de artículos científicos sobre antecedentes, estado actual, o contexto de seguridad vial y accidentalidad en las bases de datos de la Universidad Pontificia Bolivariana.	40
6.2 Marco legal	41
6.2.1 Ley 1503 de 29 de diciembre de 2011	41
6.2.2 Ley 1282 de marzo de 2012. Plan nacional de seguridad vial 2011	42
7. Metodología	95
7.1 La metodología del trabajo de grado	96
7.2 Definición e historia de la auditoria de seguridad vial	97
7.3 Aspectos importantes para tener en cuenta en una auditoría de seguridad vial (ASV)	98
7.1.3 Beneficios de una auditoría de seguridad vial	99
7.1.4 Tipos de proyectos a los que se puede aplicar una ASV	100
7.1.5 Principales aspectos que se evalúan en una ASV	100
7.1.6 Listas de Chequeo	109
8. Aplicación de la metodología de las auditorías de seguridad vial	110
8.1 Inspección de la vía Piedecuesta-Curos y evaluación de los factores que provocan inseguridad en ella	110

8.1.1 Información general de la vía Piedecuesta-Curos.....	110
8.1.2 Diagnóstico de la vía Piedecuesta-Curos, a través de los puntos seleccionados	111
8.2 Estudio de velocidades de la vía Piedecuesta-Curos.....	117
8.2.1 Generalidades sobre estudios de velocidad de un punto.....	117
8.2.2 Metodología a utilizar para el estudio de velocidades de la vía Piedecuesta-Curos.....	118
8.2.3 Selección de puntos críticos.....	120
8.2.3 Toma de datos de tiempo	123
8.2.4 Registro de datos de tiempo y velocidades tomados en campo	123
8.2.5 Cálculos de intervalos de clase	123
8.2.6 Distribución de frecuencia	124
8.2.7 Histograma, polígono de frecuencia y ojiva porcentual	126
8.2.8 Valores representativos	131
8.2.9 Soluciones brindadas a partir de alternativas de seguridad vial	132
8.3 Estimación de costos asociados a la señalización, iluminación y obras de drenaje en el tramo vial de la vía Piedecuesta – Curos.....	138
8.3.1 Demarcación vial	141
8.3.2 Iluminación	143
8.3.3 Sistema de drenaje de aguas de escorrentía	144
8.4 Inspección en sitio e identificación de la infraestructura en la vía Piedecuesta-Curos.....	147
8.5 Conclusiones.....	148
8.6 Referencias bibliográficas.....	150
Alcaldía. (2019). Piedecuesta.	150

Lista de tablas

Tabla 1. Puntos elegidos para el análisis de la vía.....	112
Tabla 2. Tramos rectos.	121
Tabla 3. Tramo en curva.....	121
Tabla 4. Número de intervalos de clase por tamaño de muestra o número de observaciones	123
Tabla 5. Intervalos de clase	124
Tabla 6. Dist. frecuencia PR77+250.....	125
Tabla 7 Dist. frecuencia PR74+370.....	125
Tabla 8 Dist. frecuencia PR68+820.....	126
Tabla 9.Constante de confiabilidad	132
Tabla 10. Condicionales para velocidad de 50 km/h.....	133
Tabla 11. Curvas.....	134
Tabla 12.Tramos rectos	135
Tabla 13. Presupuesto.....	139
Tabla 14. Incidencia Económica	146
Tabla 15. Lista de chequeo	147

Lista de ilustraciones

Ilustración 1. Resolución 2410 de 17 julio de 2015	35
Ilustración 2. Pasos y responsables en la aplicación de la ASV	96
Ilustración 3. Banda estimada de costo de medidas de mitigación v/s etapa en la cual se aplican ..	98
Ilustración 4. Los factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente	99
Ilustración 5. Ejemplo gráfico de curva horizontal	101
Ilustración 6. Curvas verticales	102
Ilustración 7. Señalización Horizontal.....	103
Ilustración 8. Señalización Vertical.....	104
Ilustración 9. Iluminación de una vía	104
Ilustración 10. Barreras laterales	105
Ilustración 11. Isla de tránsito.....	106
Ilustración 12. Obstáculo visual, en esta fotografía se observa que se encuentra instalado correctamente.....	107
Ilustración 13. Puente peatonal.....	108
Ilustración 14. Vía Piedecuesta-Curos.....	111
Ilustración 15. Descripción de los puntos elegidos en el tramo vial Piedecuesta – Curos	112
Ilustración 16. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Paseo del Puente)	113
Ilustración 17. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Bwey).....	113
Ilustración 18. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Paramito)	114
Ilustración 19. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Chivo)	114
Ilustración 20. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Caracolí)	115
Ilustración 21. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Casa Bas).....	115
Ilustración 22. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Quijanos)	116
Ilustración 23. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Curos, Intersección)	116
Ilustración 24. Geovisor de siniestros por capas	119
Ilustración 25. Identificación de datos.....	120
Ilustración 26. Mapa de riesgo de la vía Piedecuesta-Curos	120
Ilustración 27. Punto PR77+250.....	121
Ilustración 28. Punto PR74+370.....	122
Ilustración 29. Punto PR68+820.....	122
Ilustración 30. Histograma y polígono de frecuencia del punto PR77+250.....	127
Ilustración 31. Curva de distribuciones de frecuencia del punto PR77+250.....	127
Ilustración 32. Ojiva porcentual del punto PR77+250	128
Ilustración 33. Histograma y polígono de frecuencia del punto PR74+370.....	128
Ilustración 34. Curva de distribuciones de frecuencia del punto PR74+370.....	129
Ilustración 35. Ojiva porcentual del punto PR74+370	129
Ilustración 36. Histograma y polígono de frecuencia del punto PR68+820.....	130
Ilustración 37. Curva de distribuciones de frecuencia del punto PR68+820.....	130
Ilustración 38. Ojiva porcentual del punto PR68+820	131
Ilustración 39. Diseño en planta de la vía Piedecuesta- Curos.....	134
Ilustración 40. Diseño en perfil de la vía Piedecuesta- Curos	134
Ilustración 41. Marco vial con pintura.....	141
Ilustración 42. Demarcación paso peatonal.....	141
Ilustración 43. Suministro e instalación de tacha reflectiva	142
Ilustración 44. Instalación de bandas sonoras – reductoras de velocidad	142
Ilustración 45. Suministro e instalación de estoperoles.....	143

Ilustración 46. Señales reflectivas verticales.....	143
Ilustración 47. Poste metálico.....	144
Ilustración 48. Cunetas	145
Ilustración 49. Suministro e instalación de estructuras hidráulicas.....	145

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ACCIONES A IMPLEMENTAR PARA REDUCIR LA ACCIDENTALIDAD EN LA VÍA PIEDECUESTA - CUROS

AUTOR(ES): María Camila Díaz Carrasco

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Luis Carlos Caicedo Barrera

RESUMEN

El presente trabajo de grado tuvo como finalidad realizar una investigación sobre las causas de la accidentalidad en la ruta nacional 45A 07, específicamente en el tramo comprendido entre el PR77+250 al PR68+370, salida del municipio de Piedecuesta al acceso principal del municipio de Curos, además de proponer acciones a implementar a fin de disminuir los índices de accidentalidad de este eje vial. Esta investigación se enfoca en el estudio de la accidentalidad de la vía Piedecuesta- Curos, mediante la implementación de una auditoría de seguridad vial, a fin de determinar los factores que generan inseguridad en el tramo en estudio; esto se realiza mediante la caracterización de las condiciones de la vía, el diseño geométrico, los usuarios, demarcación vial, sistemas de iluminación y obras de arte. El propósito principal es formular acciones que reduzcan el índice de accidentalidad de este eje vial, con el planteamiento de programas de capacitación y culturización a los usuarios, además de mejoras en infraestructura, las cuales serán analizadas económicamente; todos estos planteamientos estarán encaminados hacia una mejora en la percepción de seguridad vial y mitigar la alta accidentalidad del sector.

PALABRAS CLAVE:

Estudio de velocidad, accidentalidad, seguridad vial, señalización.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: ACTIONS TO BE IMPLEMENTED TO REDUCE ACCIDENTALITY IN THE
PIEDECUESTA - CUROS

AUTHOR(S): María Camila Díaz Carrasco

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Luis Carlos Caicedo Barrera

ABSTRACT

The purpose of this degree work was to make an investigation into the causes of road accidents on national route 45A 07, specifically in the section between PR77 + 250 to PR68 + 370 (departure of Piedecuesta's town to the main access of the Curos' town); besides proposing actions to be implemented in order to decrease the accident rates of this road axis. The main objective is focused on the study of the accident of the Piedecuesta-Curos highway, through the implementation of a road safety audit; in order to determine the factors that generate insecurity in the section under study. This is done by characterizing the road conditions, geometric design, users, road marking, lighting systems and artworks. This investigation is carried out with the purpose of formulating actions that let reduce the accident rates in this road axis with the training and cultivation program approach to users in addition to infrastructure improvements, which Will be analyzed economically. All these approaches are taken into account to improve the perception of road safety and mitigate the high accidents in this sector.

KEYWORDS:

Speed Study, Accident, Road Safety, Road Safety Audit.

Vº Bº DIRECTOR OF GRADUATE WORK



Introducción

Cerca de 1,3 millones de personas mueren al año en las vías de todo el mundo y entre 20 y 50 millones quedan heridas; a causa de accidentes de tránsito. Este fenómeno constituye la primera causa de muerte de personas entre los 15 y 29 años; y constituye un problema grave de salud pública. Es necesario enfocar esfuerzos en la seguridad vial a través de auditorías o reformas desde el punto de vista técnico y ético en las carreteras del mundo, para que de esta forma se puedan garantizar modos de transporte terrestres seguros para todos los usuarios. (Salud O. M., 2017). Como datos generales para saber la importancia de la seguridad vial, se encuentra, por ejemplo: El 93% de las muertes por accidentes de tránsito se producen en países de ingresos bajos y medianos, estos constan del 54% de vehículos matriculados en el mundo; también se encuentra que agentes como los peatones y ciclistas constituyen la mitad de muertes por accidentes de tránsito a nivel mundial, constituyéndose en los más vulnerables en las vías. (Salud O. M., 2017)

Algunas de las causas de los accidentes de tránsito en el mundo, corresponden a la ausencia o falta de mantenimiento de aparatos o dispositivos para el control de tráfico que ayudan a mantener la seguridad vial en las carreteras; algunos de ellos son la señalización horizontal y vertical, semáforos, barreras separadoras, bermas, carriles de detención, entre otros. En Colombia, según instituciones responsables de las vías como el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) e Instituto Nacional de Concesiones (INCO), las oficinas departamentales de tránsito y los institutos de tránsito de los municipios están obligados a contar con los estudios pertinentes para elaboración de trabajos de señalización en las vías, así como también un estudio técnico de las mismas por un ingeniero especialista en el tema. (Colombia M. d., 2019)

La accidentalidad vial en Colombia se presenta principalmente en zonas urbanas, en el año 2017 por ejemplo, cada día murieron 18 personas en las carreteras del país, es decir, 6570 para ese año. A noviembre de 2017, las regiones con mayor número de casos de accidentes de tránsito con víctimas fatales en el país fueron: Bogotá con 492 muertes, Cundinamarca con 428, Tolima con 229 y Huila con 211. Desobedecer las señales de tránsito, conducir en estado de embriaguez y el exceso de velocidad constituyen los principales factores de accidentalidad en el país. (Tiempo, 2017). Según el observatorio de la agencia nacional de seguridad vial 4 de cada 10 accidentes de tránsito en el país con víctimas fatales tienen involucrada una moto. (Tiempo, 2017) La auditoría de seguridad vial constituye una herramienta muy importante al entenderse como un medio de diagnóstico de la problemática que se presenta en las carreteras, detecta todas las posibles inconsistencias y carencias en cuanto al diseño y funcionalidad de todos y cada uno de los elementos que constituyen la vía.

En cuanto al área metropolitana de Bucaramanga y en particular el municipio de Piedecuesta, presentan vías primarias de carácter nacional que conducen a diferentes municipios del departamento de Santander y Bogotá. Dichas vías en algunos tramos presentan falencias en cuanto a seguridad vial, diseño y funcionalidad, cabe agregar que la difícil topografía del departamento en general dificulta en alguna medida el diseño geométrico, mantenimiento, comodidad de conducción y seguridad en la marcha de dichas vías, aumentando así el riesgo de cualquier accidente. En este estudio en particular se ha escogido el tramo comprendido entre los municipios de Piedecuesta y Curos, será analizado desde diferentes factores como su localización, volúmenes de tránsito, historial de accidentalidad y la normatividad actual aplicada a este tramo de vía. Todo esto se adopta con el objetivo de identificar las principales causas de accidentalidad, y factores de inseguridad que influyen en la operación de la vía Piedecuesta-Curos, mediante la metodología de auditoría de seguridad vial (ASV). De esta manera se contribuye a que dichas problemas o situaciones de inseguridad sean atendidos y proponer soluciones de fondo para generar una vía más segura para todos los usuarios.

1. Objetivos

1.1 Objetivos Generales

- ❖ Estudiar la accidentalidad en la vía Piedecuesta-Curos aplicando la metodología de Auditoría de seguridad vial, que permita la gestión del riesgo
- ❖ Cuantificar el costo de las mejoras en infraestructura, que comprenda el tramo Piedecuesta – Curos, que permitan mitigar la accidentalidad.

1.2 Objetivos Específicos

- ❖ Inspeccionar la vía Piedecuesta-Curos para evaluar los factores que provocan inseguridad en la vía a través de registros fotográficos y fílmicos.
- ❖ Hacer un estudio de velocidades del tramo Piedecuesta-Curos, con el fin de evaluar la influencia de esta en la inseguridad vial de la vía Piedecuesta-Curos.
- ❖ Proponer soluciones que ayuden a reducir el riesgo de accidentalidad de la zona por medio de diferentes alternativas de seguridad vial.
- ❖ Realizar un análisis de costos de acciones y actividades en la vía y sus elementos como: mejoras en infraestructura de la vía existente, señalización y culturización

2. Situación problema

Es acelerado y de alto impacto en vidas y pérdidas materiales la accidentalidad en la vía que de Curos conduce a Piedecuesta, para ello se plantea este proyecto, el cual busca hacer un aporte significativo a la reducción en el número de accidentes que se presentan en este tramo de vía. Sus causas principales son: La inadecuada señalización, la existencia de curvas cerradas y la ausencia de bermas y cunetas que conduzcan el agua lluvia de una manera correcta.

La pregunta principal a resolver con este trabajo de grado es: ¿Cuáles son las acciones de prevención pertinentes para la disminución de accidentes en la vía que de Piedecuesta conduce a Curos?

La seguridad vial es el conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante la utilización de conocimientos (leyes, reglamento y disposiciones) así como normas de conducta, bien sea como peatón, pasajero o conductor, a fin de usar correctamente la vía pública previniendo los accidentes de tránsito, la misma se encarga de prevenir y/o minimizar los daños y efectos que provocan los accidentes viales, su principal objetivo es salvaguardar la integridad física de las personas que transitan por la vía pública eliminando y/o disminuyendo los factores de riesgo que pueden conducir a ocasionar un accidente. (García, 2007)

En la actualidad y por muchos años la cifra de mortalidad en accidentes de tránsito ha incrementado debido a los diversos factores ambientales, humanos y de los vehículos. El mal estado de las vías y la falta de mantenimiento son de gran importancia para la implementación de inspecciones de seguridad vial ya que estas se realizan “in situ” y evalúan todas aquellas fallas que generan accidentes de tránsito, además se debe tener en cuenta el volumen de tránsito de cada vía, las señales de tránsito correspondientes y el manejo de recursos adecuados a la estructura del pavimento para así evitar que se eleve la tasa de accidentalidad en la zona que se está identificando.

Estas inspecciones deben hacerse por un profesional en el tema el cual deberá presentar el correcto informe y especificar en qué zona se debe dar solución y porqué. (García, 2007) según (Arlsura,

2018) estadísticas realizadas a la vía en estudio, se pudo evidenciar entre los años 2015, 2016, 2017 y parte del 2018 un alto índice de accidentalidad concluyendo la falta de conciencia de los conductores y una que otra vez de los peatones sin dejar de lado que la vía, la imprudencia, el afán y el no reconocimiento de las señales juegan una mala pasada.

El alto índice de accidentes de tránsito es un problema del que todos los usuarios del modo carretero, de una u otra manera, son responsables. Según las estadísticas de Ministerio de Transporte y Tránsito, esta es la segunda causa de muerte en Colombia después de la violencia. Lo más grave es que estos índices van en aumento. Durante los últimos seis años más 5000 colombianos han muerto en accidentes de tránsito cada año. (Arlsura, 2018)

Según (Vial A. N., 2016), los municipios que integran la zona de seguridad vial de Santander representan el 3,6% del total de fallecidos por accidentes de tránsito y el 7,4% del total de lesionados graves por “accidentes” de tránsito registrados en el país en 2016. Lo que se refleja en:

Cada 34 horas fallece una persona en la Zona de Seguridad Vial de Santander, en un hecho de tránsito. En promedio se presentan 9 personas gravemente lesionadas en hechos de tránsito. Según registran en la zona de seguridad vial de Santander. (Vial A. N., 2016)

32,8% de los fallecidos y 46,5% de los lesionados están entre los 20 y los 34 años con un pico en la población de los 20 a los 24 años. En el caso de los fallecidos se observa una incidencia mayor en el grupo de los 60 años y más. (Vial A. N., 2016)

3. Antecedentes

Los antecedentes de la investigación constituyen los estudios previos que otros investigadores han ejecutado y que son similares al que se pretende efectuar, estas constituyen un aporte valioso para lograr los objetivos propuestos que ayudan a comprender el proceso investigativo. Así se muestran a continuación los estudios que sirvieron de apoyo a la investigación.

Según esta elaboración propia (María Duarte, 2014). Realizaron una investigación titulada Estudio de accidentalidad en la vía que comunica el intercambiador el palenque con el café Madrid empleando la metodología de la auditoría de seguridad vial. La investigación fue realizada en la Universidad Pontifica Bolivariana. La elaboración propia concluyó que Existen tres elementos principales que participan individual o simultáneamente en la ocurrencia de un accidente como lo son el factor humano, el vehículo y la vía. Esta investigación sirvió de apoyo en cuanto al conocimiento de la herramienta de auditoria de seguridad vial, la cual es una herramienta que permite determinar las posibles deficiencias y/o carencias de las vías.

Para (Alejandra Gómez, 2013) denominaron su estudio Análisis de los sectores críticos de accidentalidad vial en el tramo San Gil – Pescadero. Realizada en la Universidad Pontifica Bolivariana. De esta investigación se tomaron como punto de apoyo aspectos metodológicos que ayudaron a la identificación de los aspectos que generan efectos negativos.

Según (Jessica Gordillo, 2013). Realizaron una investigación titulada Estudio de accidentalidad en la vía Floridablanca - Piedecuesta en el sector cañaveral - retorno plata cero empleando la metodología de una auditoría de seguridad vial, la cual se llevó a cabo en la Universidad Pontifica Bolivariana. La investigación sirvió de apoyo para la identificación de las causas más comunes de los accidentes, los cuales según la elaboración propia pueden estar relacionadas con el conductor, el vehículo o la vía. Así mismo, brindó soporte en cuanto a posibles recomendaciones y soluciones para la mitigación del problema objeto de estudio.

4. Alcance

En este proyecto se realizará un estudio a través de la metodología de seguridad vial, para analizar todos y cada uno de los factores de riesgo de accidente en el tramo vehicular que comprende la vía Piedecuesta – Curos en el departamento de Santander, Colombia. Este tramo vial es en su mayoría urbano, aunque en algunas partes tiende a orientarse como rural, es un tramo que está totalmente pavimentado, pero presenta dificultades y deterioro en cuanto a su señalización infraestructura y funcionamiento actual, considerándose, como uno de los mayores focos de accidentalidad en el Área Metropolitana de Bucaramanga. (Vial A. N., 2016)

Así mismo, teniendo el diagnostico derivado de una inspección previa mediante registros fotográficos y fílmicos, estudio de velocidades y la auditoría de seguridad vial; se procederá a proponer diferentes alternativas de solución a la vía ya existente con el fin de mitigar el riesgo de accidentalidad; dichas soluciones pueden ser desde el punto de vista de señalización, diseño geométrico, infraestructura y funcionamiento. Posteriormente a través de una plantilla o sistema se evaluarán económicamente las alternativas propuestas y se concluirá si son tanto factibles desde los costos de estas, como viables a través del tiempo. Todo esto encaminado hacia reducir el riesgo de accidente en la vía Piedecuesta-Curos.

5. Justificación

El presente trabajo se enfocará en estudiar la accidentalidad de la vía Piedecuesta-Curos con una longitud de 8.8 km, mediante trabajos de campo e investigaciones que permitan analizar los problemas de infraestructura, así como el estado de la vía en cuanto a factores ambientales que generan un alto índice de accidentalidad.

Está demostrado que a través del tiempo esta vía ha generado accidentes; entre ellos algunos fatales, esto debido al mal mantenimiento de la calzada, la geografía y los agentes externos que hacen de esta una vía peligrosa e insegura para los transeúntes, donde según las estadísticas han perdido la vida alrededor de 26 personas, entre los años 2015 y 2018.

En previsión y para actuar en consecuencia, se pretende identificar los problemas de seguridad vial para mitigar mediante la metodología de auditoría de seguridad vial el riesgo de accidentalidad que se presenta en el tramo Piedecuesta-Curos, a través de identificación y evaluación de los riesgos presentes, lo que permitirá proponer soluciones que contribuyan a reducir el riesgo de accidentalidad de la zona por medio de señalizaciones y mejoras de la vía, tales como: Adecuado mantenimiento en la vía, implementación de reductores de velocidad e iluminación para disminuir la accidentalidad de la zona, señalización donde se requiera soporte de estas; todo esto encerrado en el concepto de seguridad vial por medio de la aplicación de una metodología de inspección de seguridad vial, que permita la gestión del riesgo de accidentalidad, que se presenta en el tramo Piedecuesta – Curos, departamento de Santander.

6. Marcos de referencia de la seguridad vial

6.1 Marco teórico

6.1.1 Antecedentes de la seguridad vial en el mundo

Según (Salud O. M., Carga Mundial de Morbilidad, 2004), en su proyecto “Carga Mundial de Morbilidad”, los accidentes de tránsito causaron para el 2004 más de 1,27 millones de víctimas mortales, un número similar a las provocadas por muchas enfermedades transmisibles. Además de causar la muerte, los accidentes de tránsito causan muchos más daños de menor gravedad, de ahí a que al año más o menos 40 millones de accidentes no mortales se registren al año.

Por otro lado, un estudio realizado en Turquía sugirió que al menos el 13% tuvo alguna discapacidad a consecuencia del mismo, y en India se piensa que más o menos 2 millones de personas sufren un accidente de tránsito. (Salud O. M., Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial, 2009)

De acuerdo al informe de la (Salud O. M., Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial, 2009) en Kenia, por ejemplo, las personas heridas en accidentes de tránsito representan el 55% de los pacientes que ingresan al quirófano y en India representan un porcentaje entre el 60 y 70%.

Los traumatismos por accidentes de tránsito son una de las tres causas principales de mortalidad en las personas de 5 a 44 años, donde cabe destacar que más del 90% de las víctimas mortales por causa del tránsito se produce en los países de ingresos bajos y medianos, que sólo tienen el 48% de los vehículos del mundo. (Salud O. M., Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial, 2009)

El proyecto de la OMS Carga Mundial de Morbilidad (2004), que utiliza datos de registros civiles independientemente del tiempo transcurrido entre el accidente y la muerte, estima que durante ese año murieron 1,27 millones de personas como consecuencia de un accidente de tránsito, donde casi todas las fuentes de datos señalan que alrededor de las tres cuartas partes de las víctimas que mueren son hombres.

6.1.2 Tendencias para fortalecer la seguridad vial en el mundo

A nivel mundial, en los últimos 40 años se han puesto en marcha numerosas iniciativas regionales y mundiales de seguridad vial. De ahí, a que en dichos informes se haga hincapié en el papel de muchos sectores en la prevención de las lesiones causadas por accidentes de tráfico, además se describen los conceptos fundamentales de su prevención, la magnitud y las consecuencias de las lesiones, así como los principales determinantes y factores de riesgo, dicho informe sirve de instrumento de promoción y de documento técnico y contiene seis recomendaciones principales sobre lo que pueden hacer los países para hacer frente al problema de las lesiones causadas por accidentes de tránsito. (Salud O. M., Informe Mundial de Prevención de Traumatismos Causados por el Tránsito, 2004)

Después fue aprobada por las Naciones Unidas la resolución 58/289, sobre el mejoramiento de la seguridad vial en el mundo, en la que se hace referencia a la necesidad de hacer frente a la crisis de seguridad vial en el mundo, y a la necesidad de seguir fortaleciendo la cooperación internacional, teniendo en cuenta las necesidades de los países de ingresos bajos y medianos, para tratar de resolver las cuestiones de seguridad vial. (Unidas, 2018)

Para mayo de 2004 la Asamblea Mundial de la Salud aprobó la resolución WHA 57.10, en la que se hace referencia a la seguridad vial y a la salud, donde además se insta a los Estados Miembros a que den prioridad a la seguridad vial como una cuestión de salud pública y hagan lo necesario para

aplicar medidas que hubieran demostrado su eficacia en la reducción de las lesiones causadas por accidentes de tráfico. (Unidas, 2018)

El 31 de marzo de 2008 la Asamblea General aprobó la resolución 62/244, titulada «Mejoramiento de la seguridad vial en el mundo», en la que se reafirmó la importancia de ocuparse de las cuestiones relativas a la seguridad vial en el mundo y la necesidad de seguir fortaleciendo la cooperación internacional y el intercambio de conocimientos en materia de seguridad vial, y de aumentar el apoyo financiero conexo, teniendo en cuenta las necesidades de los países en desarrollo. (Unidas, 2018)

Dentro de este contexto, cabe destacar que los Estados Miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) han adoptado un gran número de medidas para reforzar la legislación, mejorar la recopilación de datos y elaborar estrategias y programas nacionales y locales de seguridad vial.

6.1.3 Accidentabilidad vial como problema mundial

Las pérdidas de salud, sociales y económicas, que se dan de los daños causados por accidentes pueden ser evitadas, de hecho, existen encuestas que aclaran que las lesiones causadas por accidentes de tráfico pueden evitarse o ser prevenidas. (Salud O. M., Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial, 2009)

Los niños y los jóvenes representan gran parte los aproximadamente 1,2 millones de personas que mueren en las carreteras cada año. En el mundo, más del 40% de todas las muertes en colisiones de tránsito ocurren en personas de 0 a 25 años. Debido a que los niños y los jóvenes constituyen un grupo importante en riesgo de muerte, traumatismos o discapacidades causados por el tránsito, por lo que se considera un problema a nivel mundial en el que se deben tomar las iniciativas pertinentes para reducir los casos de conducción bajo los efectos del alcohol y el exceso de velocidad, lo cual beneficiaría a los usuarios de todas las edades. (Unidas, 2018)

Dentro de este contexto, a nivel mundial se ha señalado que la creación de un organismo rector adecuadamente financiado para la seguridad vial y una evaluación precisa de las condiciones de

seguridad de las carreteras de un país son medidas importantes que deben adoptarse para tratar de resolver de manera eficaz el problema de las lesiones causadas por accidentes de tráfico, donde las normas y otras medidas impuestas para hacer frente a esos factores de riesgo han dado lugar a una disminución drástica de los accidentes de tráfico a nivel mundial. (Unidas, 2018)

6.1.4 Contexto nacional de la seguridad vial

Tomando en cuenta lo planteado por (INTT, 2013) acerca de que la seguridad vial es la rama de la seguridad que tiene por objetivo fundamental mejorar la participación del ser humano en el sistema vial, teniendo en cuenta, en todo momento, el conjunto de acciones coordinadas en la prevención de accidentes viales realizados por organismos públicos e instituciones privadas, se puede decir, que su importancia viene dada por el desarrollo de competencias en el conocer, el hacer, el ser y el convivir, donde no solo enseñan determinados contenidos, sino que también procura el desarrollo de las actitudes, propiciando así al comportamiento adecuado, el cual a su vez se verá fuertemente influenciado por su condición psicofísica y los principios y valoración individual y social.

Esta actitud tiene un componente ético primordial enmarcado en un adecuado criterio de convivencia vial. Sólo con educación no es posible conseguir el deseable nivel de seguridad vial, pero sin ella las medidas más cuidadosas y costosas ven reducidas a nada su eficiencia, ya que de poco sirve disponer de vías, vehículos y norma absolutamente perfectas si luego los conductores y peatones no saben, no quieren o no pueden comportarse correctamente. (INTT, 2013)

Según datos de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV) En Colombia, para el año 2018 se registraron 6.476 fallecidos de manera preliminar, sin embargo, hubo una reducción del 0.2% lo que equivale a 17 víctimas menos frente a lo que respectó al año 2017. A su vez los usuarios de motocicletas representaron el 48.3% del total de fallecidos y el 56% del total de lesionados registrados en el país.

Dentro de estas mismas fuentes se hace referencia a los Peatones quienes representaron el 24% de los fallecidos y el 19.7% de los lesionados. Los usuarios de vehículos representaron el 13% del total de fallecidos y el 17% del total de lesionados registrados, por último, aunque no menos importante se hace referencia a los usuarios de bicicletas los cuales representaron el 6% de los fallecidos y el 7% de los lesionados por hechos de tránsito en Colombia. (Vial L. A., 2019)

6.1.5 Salvemos vidas, el transporte en Colombia es generador de progreso, bienestar y alegría:

Mediante la campaña “Salvar Vidas” por primera vez en mucho tiempo la integridad es una prioridad para el país. Según el ajuste al Plan Nacional de Seguridad Vial las metas específicas son proporcionar reducción en accidentes y prevenir daños colaterales más que todo en grupos vulnerables, constituyendo así la participación de varias empresas, modelos, gobierno y más para anular muchas muertes en el país. Cabe resaltar que la conducta de los peatones, como los conductores respeten las señales de tránsito, movilidad y demás se produzcan cambios positivos y así la seguridad vial sea segura en toda Colombia.

Por otro lado, se cuenta con los congresos Internacionales de seguridad vial, lo más importante de estos congresos es integrar al estado, productores de vehículos, ingenieros y la sociedad para darle solución a uno de los problemas más críticos en Colombia, ya que el país es el segundo en el mundo con más muertes por los accidentes y la carencia de seguridad en las vías. La meta es reducir en un 8% el número de muertes, por lo que para lograr esto es fundamental el conocimiento y las experiencias en otros territorios más específicamente en Estados Unidos (país número uno en muertes por accidentes de tránsito) quiere ser adoptado y utilizar programas que se estén desarrollando en este país y ha demostrado la reducción de heridos o accidentes. (Pérez, 2005)

6.1.6 Accidentalidad vial en Piedecuesta

Según los datos consultados de la base de datos de la policía nacional, durante los años 2015 al 2017 se presentaron 579 accidentes en las vías del municipio, esto es 16 accidentes en promedio

mensualmente, y tomando en cuenta los accidentes reportados por la policía nacional de enero a agosto de 2018, los cuales ascienden a 79, se puede inferir que existe una disminución promedio del 38,2% en la accidentalidad del municipio en el año 2018.

“El 99% de los accidentes que se presentan en la ciudad se deben a la imprudencia de los conductores, somos conscientes que existen falencias en semaforización y en el caso de la autopista, faltaban los separadores entre los barrios San Rafael y Cabecera, pero esto no se convierte en excusa para las malas prácticas de manejo”, señaló Gómez Contreras, titular de la cartera de movilidad municipal. (Morales, 2018)

Lo más importante y la verificación de que Colombia va por un buen camino es que la seguridad vial se volvió un deber público y a causa de esto toda la sociedad está en la obligación de responder ante todos los factores que envuelvan la seguridad de peatones, conductores y demás por lo que se recomienda la reducción de velocidades, asegurarse que cada miembro de la vía tiene su lugar en el carril, y que la movilidad depende de esto. (Morales, 2018)

6.1.7 Posibles mejoras a aplicar, desde el punto de vista de infraestructura para mejorar la seguridad de la vía Piedecuesta – Curos

- Asegurar buena visibilidad en las intersecciones oblicuas en “Y” con ángulos menores a 90°.
- Evitar problemas de percepción de las intersecciones, que se asegure el no engañar a los conductores y que a la hora de llegada de los mismo puedan ser identificadas por medio de señalización.
- Restringir las aperturas de medianas en vías de doble sentido de tránsito. Con ello, se evitan los virajes a la izquierda y en U.
- Habilitar cruces de calzada seguros en aquellos lugares en donde se justifican, se deben proveer facilidades para flujos peatonales y de ciclistas, mediante el establecimiento de puentes peatonales y ciclo rutas.
- Evitar ubicar los accesos en lugares cercanos a curvas, en donde la distancia de visibilidad se vea restringida, sean estas horizontales o verticales.

- Las bermas contribuyen a la seguridad en las vías, se debe tener en cuenta la construcción de bermas inferiores a 3 m de ancho.
- Las demarcaciones deben permanecer visibles en todas las circunstancias, de día y de noche, esto implica mantener en forma óptima, el color, la textura y las características de reflectancia.
- Tener toda la red vial iluminada sería óptimo para lograr una buena visibilidad nocturna, es decir, que la iluminación debe ser tal que la superficie de rodado se encuentre uniformemente iluminada de modo que los vehículos, ciclistas, peatones y objetos sean vistos.
- La localización de los postes de iluminación no debe crear peligros innecesarios. Así, se puede realizar una serie de recomendaciones para mejorar la seguridad:
 - ❖ Ubicar los postes fuera del borde de la calzada
 - ❖ Utilizar postes que colapsen al ser impactados,
 - ❖ Proteger los postes con un dispositivo que no permita impactarlos directamente o que evite un daño mayor al vehículo.
- Las Defensas o barreras de seguridad, se deben utilizar no sólo para prevenir colisiones entre vehículos que circulan en sentido contrario, sino también para prevenir choques y consecuencias entre vehículos y obstáculos rígidos al borde de la vía.

6.1.8 Consulta de artículos científicos sobre antecedentes, estado actual, o contexto de seguridad vial y accidentalidad en las bases de datos de la Universidad Pontificia Bolivariana.

6.1.8.1 Red de monitoreo para seguridad vial

La sala de monitoreo del Programa de Seguridad vial, fue instalada con la finalidad de aumentar los niveles de seguridad en las carreteras de Colombia, de acuerdo a lo planteado en (Construdata, <http://www.construdata.com>:http://www.construdata.com/BancoConocimiento/M/monitoreo_vias/mo

nitoreo_vias.asp, 2001). Dicha sala permitirá controlar la accidentabilidad, identificar zonas críticas y prevenir acciones de grupos al margen de la ley contra pasajeros y conductores que se desplazan por las redes viales del territorio nacional, así mismo es importante resaltar que desde la ya mencionada sala se podrá vigilar la red vial de manera permanente.

6.1.8.2 Las nuevas vías construidas en el país deben ser seguras

Según (Construdata, 2013) la 4G involucra el tema de seguridad vial desde la etapa de adquisición de contrato hasta su misma adjudicación. En ese sentido, en la etapa de adquisición se realizan auditorías en seguridad vial como medida preventiva para mejorar.

El análisis puso en evidencia problemas como obstáculos laterales a menos de 10 metros, inexistencia de bandas alertadoras, ancho insuficiente de carriles, bermas o separadores centrales; paso por zonas urbanas e inexistencia de accesos controlados y de zonas libres. Motivo por los cuales proponen:

- ❖ Reducir la accidentalidad mejorando las especificaciones técnicas de las vías.
- ❖ Prevenir accidentes mediante el adecuado mantenimiento de los elementos constitutivos de las vías.
- ❖ Generar un mayor compromiso de los concesionarios mediante medición de índice de mortalidad.

6.2 Marco legal

6.2.1 Ley 1503 de 29 de diciembre de 2011

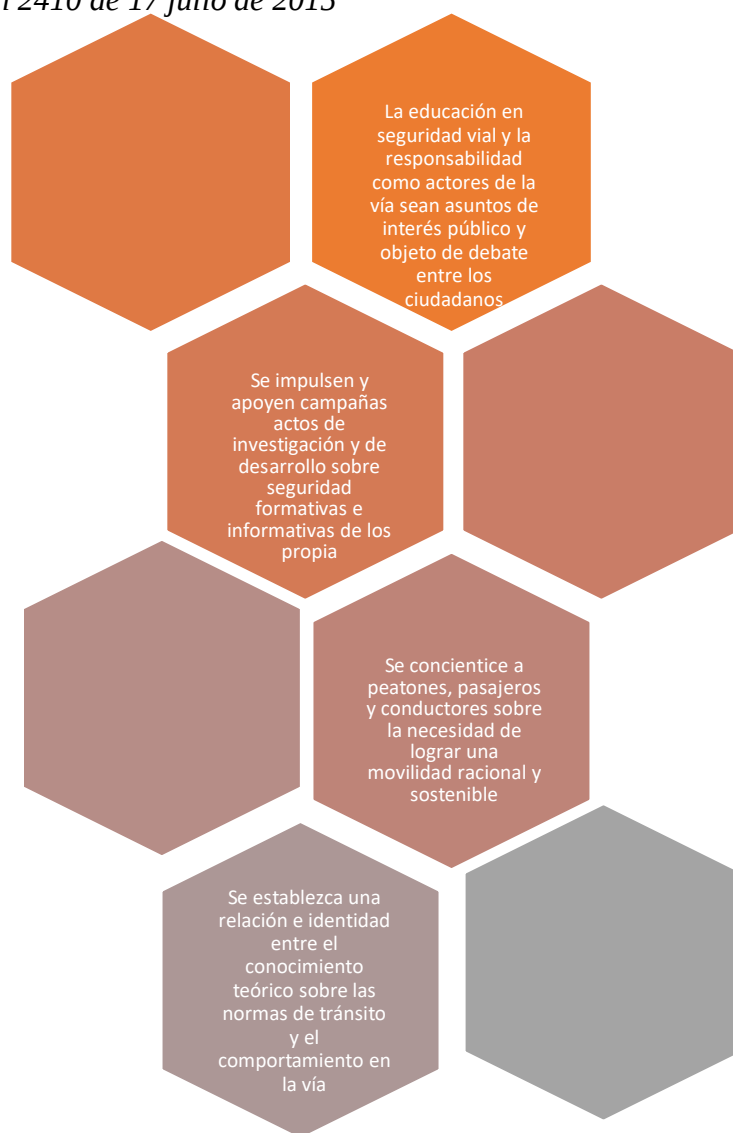
Formación, prevención y cambios culturales en materia de seguridad vial, fomentado conductas adecuadas en todos los actores que forman parte de la seguridad vial. (Mintransporte, 2011)

6.2.2 Ley 1282 de marzo de 2012. Plan nacional de seguridad vial 2011

El Ministerio de Transporte, adoptó mediante la Resolución 1282 de marzo de 2012 el Plan Nacional de Seguridad Vial 2011 – 2016, posteriormente fue ajustado con la Resolución 2273 de 2014, extendiendo el periodo de vigencia PNSV 2011 – 2021. El documento establece que todos los municipios del país deben contar con un Plan Local de Seguridad Vial – PLSV-, en virtud a lo anterior el Municipio que representa no cuenta a la fecha con el PLSV que determine las políticas de seguridad vial municipales.

Los PLSV se fundamentan en la experiencia internacional y las recomendaciones que sobre la materia han formulado diversos organismos multilaterales, especialmente la Organización Mundial de la Salud OMS que ha consagrado el periodo comprendido entre los años 2011 – 2021 como “La Década de la Acción” que tiene como finalidad reducir en un 50% las mortalidades derivadas de accidentes de tránsito en el mundo. (Legal, 2012)

Ilustración 1. Resolución 2410 de 17 julio de 2015



Fuente: (Elaboración propia, 2018)

La Resolución 2410 de 17 Julio de 2015 emanada del Ministerio de Transporte: “Por la cual se adopta el Programa Integral Estándares de Servicio y Seguridad Vial para el Tránsito de Motocicletas - PIESSVTM”, en su Artículo 4 establece que los Planes Locales de Seguridad Vial deben ser armonizados con esta resolución y su objetivo es abordar integral y sistemáticamente las mayores debilidades encontradas en el tránsito de motocicletas con el fin de prevenir, mitigar y

reducir la accidentalidad del actor motociclista y su pasajero, lo mismo que con los demás actores de la vía. (Transporte, 2015)

6.2.2.1 La educación vial debe:

1. Ser permanente, acompañando el desarrollo de la persona en todas sus etapas de crecimiento.
2. Ser integral, transmitiendo conocimientos, habilidades y comportamientos positivos.
3. Estar basada en valores fundamentales, como lo son la solidaridad, el respeto mutuo, la tolerancia, la justicia, etc.

7. Metodología

Esta investigación involucra diferentes puntos de vista, el estudio de fenómenos generales que pueden presentarse en diferentes lugares con características similares, pero en ocasiones con diversas interpretaciones, identificar y entender las variables particulares de la zona en estudio generan la situación ideal para desempeñar con éxito el proyecto.

La indagación en este tramo (Piedecuesta-Curos) busca por medio de la metodología de inspección de seguridad vial lograr un estudio acertado sobre los niveles de accidentalidad en dicho sector, el método de investigación es cualitativo ya que se basa en comprender las dificultades de conocimiento la exploración, por el medio local de la población, el cual hipotéticamente genera desinterés en todo lo que tenga que ver con la participación y/o observación de fenómenos que rodeen y den paso a la interpretación abierta de significados que surjan.

Dando paso así a los siguientes puntos:

1. Inspeccionar la seguridad vial en la vía Piedecuesta-Curos, para evaluar los factores que provocan inseguridad en la vía a través de registros fotográficos e inspección en sitio que permitan reducir los niveles de riesgo y la gravedad de accidentes, para que este genere un impacto importante en el comportamiento del tramo.
2. Determinar los agentes externos que afecten la seguridad vial para generar un tramo de fácil acceso, manteniendo información sobre reportes climáticos, estadísticas y demás, que permitan que el usuario de manera fácil y rápida tenga la información sobre la vía por la cual transitaría.

7.1 La metodología del trabajo de grado

Regirá bajo la metodología del BID (BID, 2018) para trabajar las áreas correspondientes, cumplir con cada objetivo sin perder el rumbo de la investigación y poder responder cada interrogante, todo esto presentando apoyos, estudios y registros que den las bases para proponer las actividades y materiales que se necesitarán.

La primera fase es recolectar cada detalle que haga la investigación factible a descubrimientos, seguido a esto es determinar el punto de inicio y final del tramo Piedecuesta-Curos, para que posterior a esto se pueda estudiar la zona, investigar accidentes ocurridos, inspeccionar y conocer su historia, para así determinar cuáles problemas o accidentes están ocurriendo con mayor frecuencia y debido a qué se están presentando, todo esto con el fin de proponer medidas para la mitigación de la accidentalidad en la vía, y llegado el caso de ser implementadas, brinden confianza y seguridad a los usuarios de la vía.

Ilustración 2. Pasos y responsables en la aplicación de la ASV

FIGURA 2.3 PASOS Y RESPONSABLES EN LA APLICACIÓN DE LA ASV		
PASOS	RESPONSABLES	
	MANDANTE	EQUIPO AUDITOR
Selección del Equipo Auditor	✓	
Recopilación y entrega de Información	✓	
Reunión Inicial	✓	✓
Revisión de la Documentación e Informes de ASV anteriores		✓
Inspecciones en terreno (bajo todas las condiciones)		✓
Redacción del informe con los resultados de la ASV		✓
Reunión final	✓	✓
Entrega del informe de la ASV		✓
Revisión de los resultados y recomendaciones del informe	✓	
Respuesta formal al informe de la ASV	✓	
Definición sobre medidas de mitigación a implementar	✓	Ω
Implementación de medidas de mitigación	✓	

Ω U otro Consultor

Fuente: Guía para realizar una auditoría de seguridad vial, 2003

Para finalizar, se propondrán soluciones aplicables al tramo vial Piedecuesta-Curos, todas ellas con la premisa de que su implementación contribuya al mejoramiento de la prestación del servicio en cuanto a seguridad vial se refiere.

7.2 Definición e historia de la auditoria de seguridad vial

Se debe tener claro, en qué se van a basar los análisis o el de desarrollo del estudio en el cual se va a trabajar, y para eso es importante tener claro el concepto de auditoría y la debida aplicación a esta investigación. *“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 accidentes y del compromiso del proyecto desde la perspectiva de la seguridad vial”*. (CONASET, 2003)

Es importante tener en cuenta que la vía en estudio lleva años en funcionamiento, el tramo evaluado en esta investigación no presenta mantenimiento en este momento, sin embargo, en el punto PR70+370 vía San Gil- Bucaramanga se adelanta la construcción de un box coulvert y la canalización con gaviones de la quebrada boquerón, lo que genera tráfico lento en dicho sector y aumenta el tiempo de recorrido de los usuarios de la vía.

Haber implementado dicha metodología en esta investigación, expondrá las deficiencias y dificultades que tiene la vía, se deberá igualmente relacionar propuestas para la disminución de los índices de accidentalidad, además de generar confianza y seguridad entre las personas que residen o transitan con frecuencia en el sector y disminuir la realización de trabajos que eviten el alza en costos de las personas que se ven beneficiadas por utilizar la vía con frecuencia. (CONASET, 2003)

En la siguiente ilustración se explica el ciclo de un proyecto vial, donde se relaciona la variable de costo de las medidas de mitigación del riesgo, versus el costo de estas al momento de ejecutarlas.

Ilustración 3. Banda estimada de costo de medidas de mitigación v/s etapa en la cual se aplican

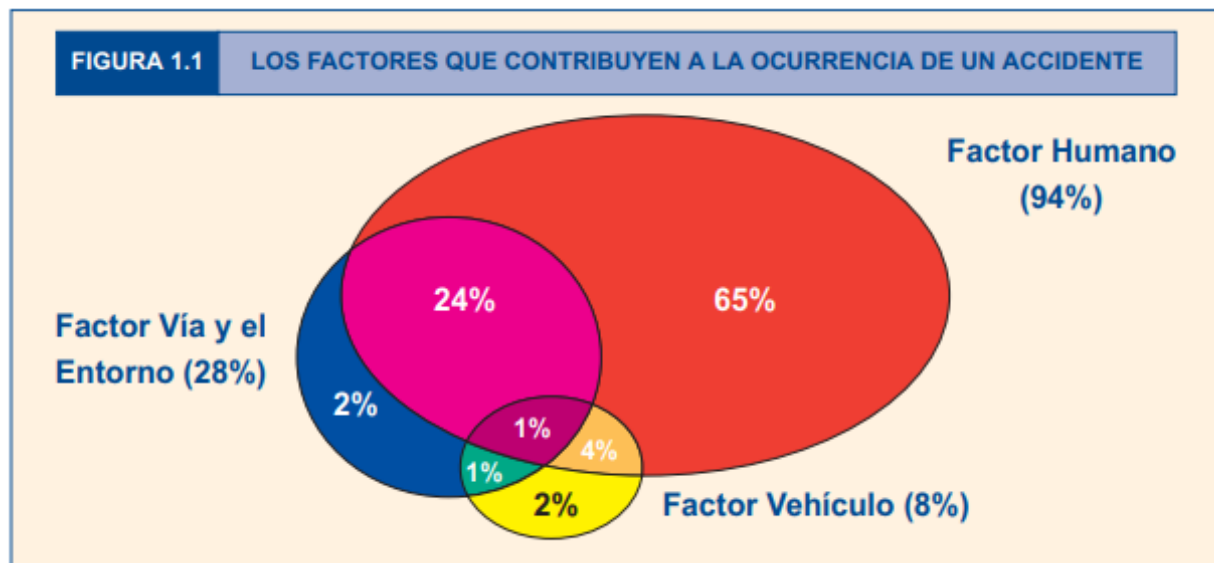


Fuente: CONASET, 2003

7.3 Aspectos importantes para tener en cuenta en una auditoría de seguridad vial (ASV)

La probabilidad de ocurrencia de un accidente cada vez es más elevada, los niveles de seguridad que manejan los conductores de diferentes tipos de vehículos (particular, motocicleta, vehículo de carga, etc.), la tecnología que se desarrolla, ámbito en que se desenvuelve y demás, dan paso a que esto ocurra con mucha más frecuencia. Desde el punto de vista del accidente, existen tres elementos claves que contribuyen a la ocurrencia de este: El factor humano, el vehículo y la vía y el entorno en el que esta se desarrolla (CONASET, 2003). Estos factores a su vez pueden agravarse con condiciones climáticas adversas, problemas o situaciones entre los mismos usuarios de la vía, elementos peligrosos que puedan aparecer en ella o diferentes distractores ajenas al tránsito normal de los vehículos. A continuación, se ilustra estadísticamente los diferentes factores que influyen y se combinan en ocurrencia de un accidente de tránsito. (Colombia M. d., 2012)

Ilustración 4. Los factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente



Fuente: CONASET, 2003

7.1.3 Beneficios de una auditoría de seguridad vial

Emplear una auditoría de seguridad vial en cualquier vía, fomentando el principio de diseño entre las personas interesadas, hará que esta se encamine de manera correcta hacia los objetivos ideales de realizar cada una de las actividades; en donde no solo se logrará la reducción de siniestros viales, sino la disminución de daños materiales y pérdidas de vidas humanas.

- a) La identificación de las deficiencias del tramo vial, generará unas propuestas para la reducción de accidentes, que una vez implementadas generarán redes viales serán más seguras y con menos probabilidades de accidentes. (CONASET, 2003)
- b) Disminución notoria en el número de víctimas mortales o lesionadas de gravedad en accidentes de tránsito.
- c) Menores costos en la vida útil de la vía, producto de una menor necesidad de modificar el diseño después de la construcción. (CONASET, 2003)
- d) Calidad de vida para los usuarios de la vía Piedecuesta-Curos en el caso del proyecto, generándoles confianza en el tránsito por la misma.

Hay que tener en cuenta que la ASV se puede generar en cualquier etapa del proyecto, sin embargo, realizarla en la etapa de planificación o diseño preliminar la hará más eficiente.

7.1.4 Tipos de proyectos a los que se puede aplicar una ASV

La aplicación de una ASV puede realizarse según el tipo, tamaño y localización del proyecto, las principales vías son aquellas que estén próximas a su ejecución (rurales y urbanas), sean existentes o vayan a ser intervenidas en cuanto a mantenimiento, sin dejar de lado que no todos son auditados y los proyectos existentes pueden o no haber sido revisados por un equipo auditor.

7.1.5 Principales aspectos que se evalúan en una ASV

Diferentes aspectos dan origen a todo aquello que se debe tener en cuenta para realizar de forma adecuada la inspección de la seguridad de un tramo, de ahí a que se indague y se mencionen los siguientes términos a continuación.

7.1.5.1 Diseño geométrico

El diseño geométrico de la vía de acuerdo a las condiciones de seguridad otorgadas por la normativa vigente es de vital importancia, se debe reconocer cada elemento que hace de él un conjunto a implementar en cualquier construcción de vías.

a) Diseño de intersecciones: Según la ubicación y características de las intercepciones se podrían patrocinar varios accidentes de tránsito, a veces muchas de ellas por el diseño poco elaborado o imprudencia visto desde el ámbito de la seguridad vial. Además, si se está hablando de intersecciones oblicuas con ángulos menores a 90° o en Y, es necesario que cuenten con buena visibilidad y señalización adecuada. Prohibir la existencia de algún tipo de discontinuidad en los separadores, de esta forma se evita que los usuarios realicen giros hacia un lado o en “U”. Por último, desde el punto de vista de seguridad vial, es conveniente habilitar cruces peatonales en las calzadas que sean lógicos y seguros, con adecuada señalización vertical y horizontal. (Colombia M. d., 2012)

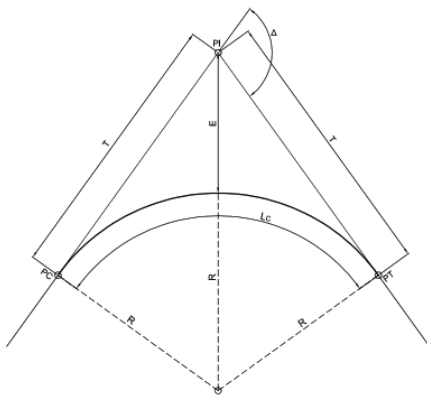
b) Control de accesos: Un correcto control de accesos funciona como una herramienta indispensable para disminuir el riesgo de un accidente de tránsito; por consecuencia, estadísticamente los accidentes de tránsito tienden a aumentar debido a cada acceso adicional. También se debe tener en consideración evitar la instalación de accesos peatonales o vehiculares a la vía, en zonas donde se encuentren curvas verticales u horizontales. (Colombia M. d., 2012)

c) Curvas Horizontales y Verticales: Estadísticamente más del 67% de los accidentes de tránsito en carretera se dan por las condiciones y características de las curvas, a mayor cantidad de curvas mayor riesgo de accidentalidad.

- ❖ **Curvas Horizontales:** Trayectoria que une dos tangentes horizontales consecutivas. Puede estar constituida por un empalme básico o por la combinación de dos o más de ellos. Dentro

de esta encontramos varios tipos de curvas, la primera de ellas denominada circular simple; la cual presenta una curvatura constante, es inversamente proporcional al valor del radio y corresponde a un elemento geométrico de curvatura rígida. La segunda espiral clotoide; que define un empalme entre una recta y un arco circular de radio R_c , es el empalme básico para conformar los diferentes tipos de curvas espiralizadas. La tercera llamada espiral-círculo-espiral; la cual corresponde al empalme de dos líneas rectas con un ángulo de deflexión mediante arcos de transición y un arco de radio R_c , esta puede tener un parámetro simétrico o no. La cuarta denominada espiral-espiral y es donde se encuentran dos alineamientos rectos mediante dos ramas de espiral con un radio único en el centro, pero sin tramo circular. También encontraremos algunas comunes como la curva “S” que empalma dos arcos circulares en sentido contrario y la denominada curva “C” que son dos arcos circulares de igual sentido, pero con radio diferente. (Carreteras, 2008)

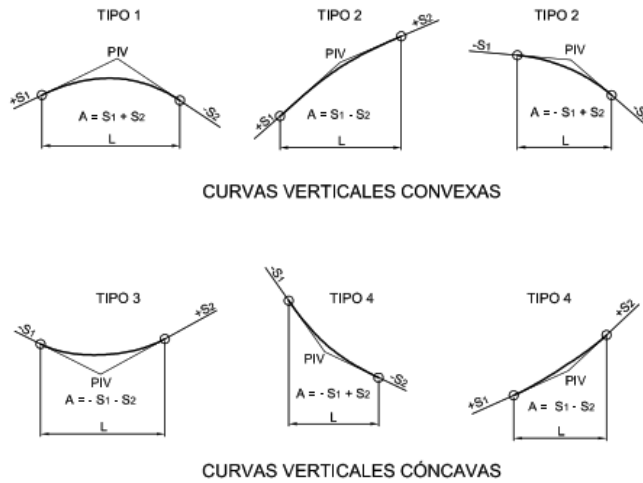
Ilustración 5. Ejemplo gráfico de curva horizontal



Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras, 2008

- ❖ **Curvas Verticales:** Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de la tangente de salida. Deben dar por resultado una vía de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas. Se pueden clasificar en curvas verticales cóncavas o convexas. (Carreteras, 2008)

Ilustración 6. Curvas verticales



Fuente: Manuel de diseño geométrico de carreteras, 2008

a) Sección transversal: debe ser diseñada de acuerdo a las necesidades específicas de cada tramo vial; el número y ancho de las pistas, la berma, la mediana y la estructura de pavimento permiten que el flujo vehicular transite de una manera óptima. Se relacionan a continuación recomendaciones para el diseño de secciones transversales.

- ❖ Según estimaciones internacionales, en carreteras se aumenta la seguridad al considerar un ancho mínimo de 3,65 metros por pista. (CONASET, 2003)
- ❖ Las bermas contribuyen a la seguridad en vías rurales; sin embargo, si éstas son muy angostas o muy anchas, se asocian con incrementos en la tasa de accidentes. (CONASET, 2003)
- ❖ Colocar un borde alertador o generar una depresión adecuada en la mediana o en la berma lateral, puede resultar muy beneficioso ya que permitirá advertir a los conductores del peligro, y lograr una recuperación del control de los vehículos que hayan comenzado a abandonar la calzada por algún descuido o maniobra imprevista. (CONASET, 2003)
- ❖ Los andenes deben estar correctamente diseñados en cuanto a su estructura, método constructivo y funcionalidad. Deben brindar seguridad a los peatones que transiten por ellos. Dichos andenes deben ser mínimo de 1.5 metros de ancho en zonas urbanas, para garantizar el cruce adecuado de dos personas. (Ministerio de Transporte de Colombia, 2008)

7.1.5.2 Superficie de rodadura

El factor de accidentalidad de una vía puede disminuir considerablemente si el vehículo que transita por ella cuenta con suficiente adherencia al pavimento, especialmente en el momento de lluvia. Un vehículo puede perder el control fácilmente si la vía no consta de uniformidad en su pavimento,

especialmente las motocicletas. Es por esto, que se recomienda que los perfiles transversales de las vías deben ser revisados periódicamente, ya que estas fallas son causadas por el tránsito permanente de vehículos. (CONASET, 2003)

7.1.5.3 Señalización horizontal

La señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos. Puede considerarse que existen elementos muy importantes clasificados dentro de dicha sección.

- ❖ Indicar prioridades, prohibiciones, o las maniobras que pueden ser realizadas.
- ❖ Canalizar los flujos vehiculares.
- ❖ Proporcionar una orientación lateral
- ❖ Influir en velocidades y flujos vehiculares (CONASET, 2003) y (Vial M. d., 2004)

Ilustración 7. Señalización Horizontal



Fuente: Elaboración propia, 2019

7.1.5.4 Señalización vertical

La señalización vertical tiene que ser ubicada estratégicamente, así mismo se espera que esta tenga coherencia con el diseño y geometría del tramo que se está estudiando, la señalización vertical debe presentarse en cualquier tipo de vía, ésta se considera de orden prioritario, puesto que indica a los

usuarios todo lo relacionada a proximidades en la vía. Debe ser instalada de manera correcta y esta tener un plan de mantenimiento adecuado. (CONASET, 2003)

Ilustración 8. Señalización Vertical



Fuente: Elaboración propia, 2019

7.1.5.5 Mobiliario vial

Se refiere a la iluminación de la vía que se debe disponer en sitios seguros, que no generen en lo posible riesgos ni perturbación en la visibilidad del conductor.

a) Iluminación de la vía: Es esencial para una adecuada visibilidad de conductores y usuarios que circulan por la vía, sobre todo en las horas de la noche. La ubicación de los postes de iluminación debe pensarse de tal forma que no generen riesgos adicionales de accidentes de tránsito en la vía que se está interviniendo. Algunas de las condiciones para la instalación de alumbrado público al borde de una vía son la facilidad de colapso si llega a ser colisionado, debe estar ubicado por fuera de la calzada y deben contar con alguna protección para no ser impactados directamente y de esta forma reducir los daños materiales y pérdidas humanas. (CONASET, 2003)

Ilustración 9. Iluminación de una vía



Fuente: Elaboración propia, 2019

b) Barreras laterales: En la ocurrencia de un accidente de tránsito son las encargadas de evitar que los vehículos colisionados salgan de la calzada y aumenten la posibilidad de pérdida de vidas humanas. Deben ser construidas o deben ser de material resistente para que los vehículos no pueden traspasarlas, de esta forma ayudaran a evitar accidentes y daños que puedan presentarse. (CONASET, 2003)

Ilustración 10. Barreras laterales



Fuente: Elaboración propia, 2019

c) Islas de tránsito: Es de gran ayuda para promover la seguridad vial entre los usuarios de una vía, son usadas para la canalización de flujos, proteger diferentes virajes y ayudar al acceso de vehículos que recién ingresan en la vía. Se recomienda mantener pintada las partes inferiores de la isla para ayudar a los conductores a divisarlas sobre todo en horas de la noche.

Ilustración 11. Isla de tránsito



Fuente: Elaboración propia, 2019

d) Obstáculos visuales: Todo lo que interfiera con la visibilidad o distracción en el conductor debería no estar presente en la vía, teléfonos de emergencia, cámaras, quioscos, paraderos y demás, son obstáculos visuales y a veces producen déficit de atención en el conductor. Para evitar estas distracciones se sugiere que estos se ubiquen en las aceras, pero que nunca estén en la calzada o interfiriendo en el tránsito fluido en donde sea que estas se encuentren.

Ilustración 12. Obstáculo visual, en esta fotografía se observa que se encuentra instalado correctamente



Fuente: Elaboración propia, 2019

7.1.5.6 Gestión de tránsito

a) Límites de velocidad y control de velocidad: Si se analiza estadísticamente, se tiene la hipótesis de que a mayor control de velocidad que exista en la vía, menor será la tasa de accidentalidad de la misma. Según la guía para auditorías de seguridad vial de Chile, el límite de velocidad se debe establecer en función de la magnitud real con la que operen los vehículos en la vía, de las características físicas de la misma, la composición y flujo vehicular. (CONASET, 2003)

b) Regulación de intersecciones: El control de paso vehicular en las intersecciones se puede efectuar a través de señalización vertical, semáforos, con señales como “ceda el paso” entre otras, o la construcción de glorietas. Es muy importante que la prioridad de paso en las intersecciones esté debidamente señalada, ya que si no se señala correctamente se puede prestar para confusiones en los usuarios de la vía. (CONASET, 2003)

c) Cruces peatonales: La construcción de puentes peatonales y la señalización por medio de “cebras”, son medidas de protección a peatones, los cuales son los agentes más vulnerables en una

vía. También, se puede evitar el cruce peatonal a través de la instalación de barreras peatonales en los separadores. (Alcaldía mayor de Bogotá, 2005)

Ilustración 13. Puente peatonal



Fuente: Elaboración propia, 2019

7.1.5.7 Trabajos y mantenimiento de las vías

Toda vía que se encuentre en mantenimiento o en la cual se ejerza al tipo de construcción es altamente riesgosa y llama a los accidentes, es por esto, que se considera necesario tener presente y manejar con especial atención, todo lo relacionado a la localización de equipos que estén para ayudar y despejar dudas de los trabajos desarrollados y a su vez de la señalización, sin dejar de lado que esto tiene que ir de la mano de la supervisión incluyendo las condiciones existentes del terreno.

7.1.5.8 Usuarios de la vía

Como lo mencionamos anteriormente, existen riesgos humanos, vehiculares, viales y del entorno a la hora de determinar las razones de un accidente, todos ellos en ocasiones actuado en conjunto. Según la guía de auditoria de seguridad vial de Chile 2003 menciona que el 65% de los accidentes ocurren por el factor humano, algunas veces combinado con otros factores alcanza el 94%, cifras que preocupan y por lo que como objetivo se quiere lograr proponer formas de culturizar a las personas, brindándoles orientación que los permitan ser contribuyentes y mitigadores de dicho índice. (CONASET, 2003)

7.1.5.9 Vehículos en la vía

El factor relacionado al vehículo marca un 2%, el cual si se combina con otros factores logra un 8%, se observa con gran interés la composición del flujo vehicular, puesto que no será lo mismo para todas las vías ya que en algunas el tránsito de vehículos es restringido o maneja diferencias entre el peso de los mismos. (CONASET, 2003)

7.1.6 Listas de Chequeo

La metodología basada en las listas de chequeo se refiere al seguimiento de una serie de pasos para lograr los objetivos y el alcance esperado, entre los puntos a verificar están los siguientes:

- a) Selección y conformación del equipo de auditoría, idealmente conformados por expertos en cada disciplina.
- b) Recopilación de toda la información que sea posible del proyecto objeto de auditoría, entre ellos son diseños, estudios fotográficos, informes, programas referidos a seguridad vial, entre otros.
- c) Análisis y evaluación de toda la documentación obtenida, esto con el fin de establecer consistencia entre el diseño existente, respecto de los estudios de tránsito respectivos, el entorno socio económico en el cual se desarrolla la vía, aspectos técnicos de vías urbanas, funcionalidad de la vía y el impacto a todos los usuarios desde la seguridad vial. (CONASET, 2003)
- d) Visita y salida de campo al sitio donde se desarrolla la vía, esto con el fin de tener conocimiento general sobre el establecimiento físico de esta y su localización. Se considera un aspecto importante evaluar la conexión que existe entre la vía objeto de auditoría y las existentes, para identificar la coherencia y consistencia de los diferentes elementos que facilitan su operación. Entre ellos están las restricciones generales que pueda tener la vía objeto de auditoría, estudios de tránsito y transporte que se hayan hecho hasta el momento, continuidad de las redes viales, objetivos y alcance de la vía, los usuarios y el uso del espacio público, respeto de las señales y normas existentes y restricciones ambientales que influyan en la seguridad vial. (CONASET, 2003)
- e) Abscisa el tramo de vía objeto de auditoría y sectorizarlo de acuerdo con sus características.
- f) Aplicación de las listas de chequeo a los sectores definidos. Se debe realizar el recorrido por la vía en ambos sentidos, en distintas condiciones climáticas, de día y de noche. Se recomienda el uso de un cuaderno de campo, con el fin de registrar cualquier comentario o idea que se genere.
- g) Ante hallazgos cuya respuesta en un mismo sector de la vía, tenga incidencia tanto positiva como negativa; se tomará la respuesta cuya participación sea mayor.

8. Aplicación de la metodología de las auditorías de seguridad vial

8.1 Inspección de la vía Piedecuesta-Curos y evaluación de los factores que provocan inseguridad en ella

Bucaramanga se comunica hacia el sur del país con la vía Piedecuesta-Curos, la cual es de gran renombre e importancia en el país, si bien es sabido se considera una de las más peligrosas de Colombia, la imprudencia de los conductores, lo estrecho de sus carriles, la mala iluminación y señalización que en tramos esta presenta, su diseño geométrico y terreno natural que la hacen inestable.

La auditoría de seguridad vial es una de las herramientas con las que se puede implementar de forma rápida la implementación de soluciones a fin de reducir los accidentes que lleven consigo la pérdida de vidas humanas, ocasión de daños materiales o riesgos inminentes para los usuarios.

Pero no solo se trata de auditar dicho tramo, hay que tener en cuenta la matriz de la investigación, la inspección de la seguridad que se le pueda generar a la vía y todos los factores que influyan en su buen funcionamiento, inspeccionar una vía da origen a la formulación de preguntas o respuestas a interrogantes ya establecidos, poder generar soluciones y encontrar una manera fácil de iniciar o promover la auditoría de la vía y así lograr enlazar las dos técnicas que den como resultado el excelente rendimiento, seguridad, viabilidad y rentabilidad, que para este caso es el tramo Piedecuesta – Curos, vía importante del departamento de Santander, de carácter nacional, que comunica el área metropolitana de Bucaramanga con el centro y sur del país. (CONASET, 2003)

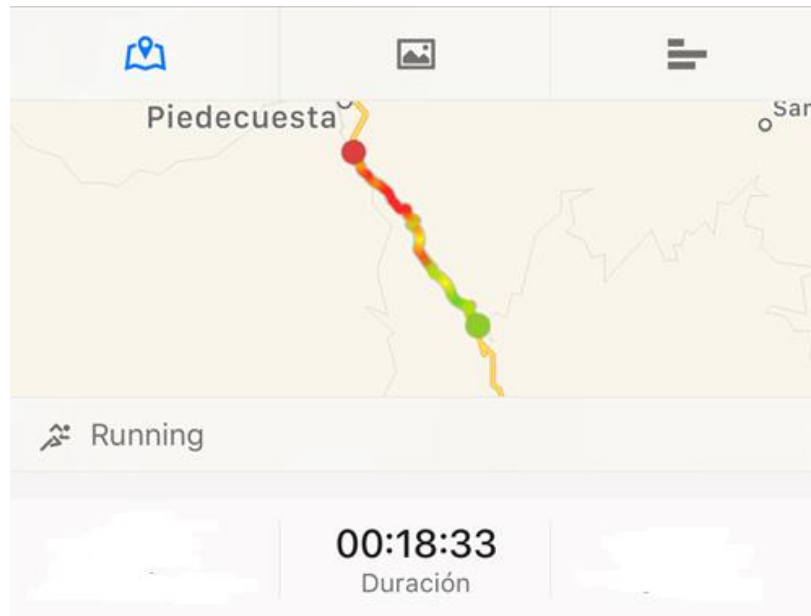
8.1.1 Información general de la vía Piedecuesta-Curos

El área en el casco urbano del municipio de Piedecuesta integra el eje vial de la ruta Bucaramanga-Bogotá mediante carretera de orden nacional. Este importante eje vial marca la ruta 45A que hace transición de los vehículos que se movilizan del norte al sur del país y viceversa. (Alcaldía, 2019)

La vía Piedecuesta – Curos integrada en la ruta nacional 45A07 tramo San Gil - Bucaramanga consta de una velocidad promedio de recorrido de 40 km/h, es la comunicación terrestre del municipio de Piedecuesta con el resto del área metropolitana de Bucaramanga (Girón y Floridablanca) y el sur y centro del país, según las mediciones de tránsito realizadas por el instituto nacional de vías (INVIAS) en 2017, por este importante corredor vial circularon 7.090 vehículos por día. (INVIAS, 2017)

El tramo Piedecuesta - Curos consta de una longitud total aproximada de 8,880 metros y su recorrido se realiza aproximadamente en 18 minutos con 33 segundos en vehículo particular. (Runtastic, 2019)

Ilustración 14. Vía Piedecuesta-Curos



Fuente: Elaboración propia, 2019

8.1.2 Diagnóstico de la vía Piedecuesta-Curos, a través de los puntos seleccionados

De manera general y siguiendo los lineamientos a través de visitas en el tramo se encontraron las siguientes anomalías:

- a) Curvas muy cerradas para carretera de una calzada (2 carriles)
- b) Mala señalización
- c) Iluminación pobre
- d) Demarcación borrada
- e) Bermas estrechas o no existentes
- f) Instalaciones para peatones
- g) Estado del pavimento regular (puntos específicos)

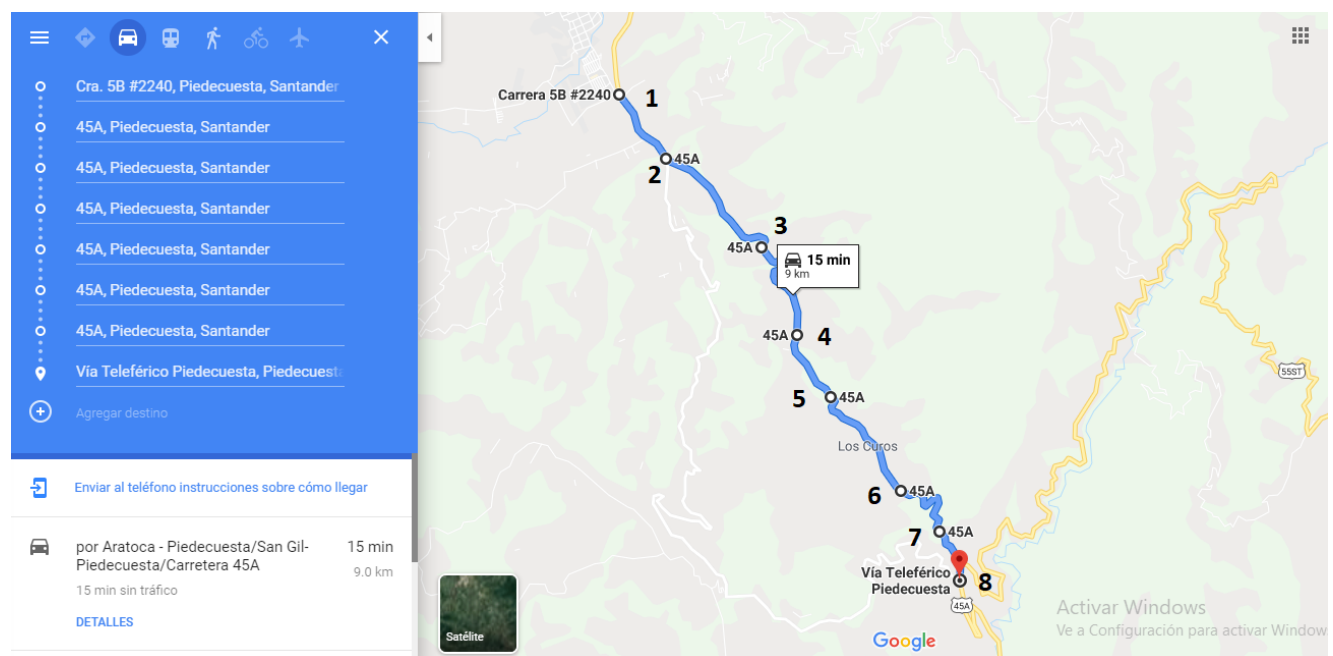
Tomando en cuenta lo anteriormente mencionado se infiere que de manera urgente y prioritaria esta vía necesita recursos económicos, humanos y técnicos para poder satisfacer con los niveles básicos de seguridad vial, también se manifiesta de manera notoria el abandono por parte de los entes competentes, los encargados de la infraestructura vial del departamento para hacer el debido proceso y seguimiento y aplicar las medidas correctivas.

Para efectuar la auditoría vial al tramo en estudio, se caracterizaron ocho puntos considerados críticos desde el punto de vista del tránsito, en los cuales se observan evidentes falencias en el diseño

geométrico de la carretera, ausencia de iluminación pública y baja señalización del tramo vial; además algunos de éstos son referenciados como puntos de alta accidentalidad, según el Geovisor de siniestros viales.

A continuación, se presenta la descripción de la vía Piedecuesta – Curos, con los ocho puntos escogidos para el análisis que se está ejecutando, este tramo vial consta de 8,88 km de longitud y su recorrido en vehículo particular tarda aproximadamente 18 minutos con 33 segundos, esto quiere decir que la velocidad promedio registrada es de aproximadamente de 28,72 km/h.

Ilustración 15. Descripción de los puntos elegidos en el tramo vial Piedecuesta – Curos



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps, 2019

Tabla 1. Puntos elegidos para el análisis de la vía

PUNTOS DE REFERENCIA			
TITULO	PUNTO	ABSCISA (Km)	CONVECCION
Pase del puente	Punto de inicio	0+000	1
El Bwey	Segundo punto	1+000	2
El Paramito	Tercer punto	2+600	3
El Chivo	Cuarto punto	4+100	4
El Caracoli	Quinto punto	5+200	5
Casa Bas	Sexto punto	6+100	6
Quijanos	Septimo punto	7+100	7
Curos (Interseccion)	Punto final	8+800	8

Fuente: Elaboración propia, 2019

❖ Paseo del puente

Ilustración 16. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Paseo del Puente)



Fuente: Elaboración propia, 2019

Este punto es el inicio de nuestro recorrido, denota de manera concreta la poca señalización y la calidad deplorable de la existente, adicional a esto es una intersección masiva, involucra motocicletas, bicicletas, el transporte masivo de la ciudad, buses urbanos, vehículos de transporte, etc. Este punto ubicado en el PR77+250 será tomado como referente para el estudio de velocidades por su riesgo de accidentalidad.

❖ El Bwey

Ilustración 17. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Bwey)



Fuente: Elaboración propia, 2019

Este punto está ubicado metros antes una de las entradas a la mesa de los Santos, en la ilustración se puede observar que la señalización horizontal está en condiciones aceptables, el pavimento tiene condiciones óptimas y se resalta que, aunque las bermas son pobres en cuanto a espacio, tiene ampliación en otros costados para paradero o zona de parqueo de vehículos.

❖ El Paramito

Ilustración 18. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Paramito)



Fuente: Elaboración propia, 2019

El punto número 3 de la inspección de la vía evidentemente deja a la vista la falta de sobre ancho, con una curva bastante pronunciada y cerrada y la señalización horizontal del centro de la calzada en estado de deterioro. De igual manera, en este punto se notorio el crecimiento de vegetación a los costados de la vía, que reduce la visibilidad.

❖ El Chivo

Ilustración 19. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Chivo)



Fuente: Elaboración propia, 2019

Este punto tiene disposición de una amplia zona para el parqueo de vehículos por su proximidad con restaurantes, está ubicado en el medio de una recta, por lo cual se puede generar cierta velocidad en los vehículos que transitan por este punto, no es fácil distinguir la señalización horizontal y vertical, y es evidente la falta de mantenimiento de la misma.

❖ El Caracolí

Ilustración 20. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto El Caracolí)



Fuente: Elaboración propia, 2019

Podría decirse que es una de los tramos en mejor estado, buen espacio para la circulación de los peatones, zona de parqueo amplia, buena señalización vertical y óptima demarcación horizontal.

❖ Casa Bas

Ilustración 21. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Casa Bas)



Fuente: Elaboración propia, 2019

En este punto se observa una adecuada señalización, funciona muy bien, hay orden entre los vehículos que van de norte a sur y viceversa. Este tramo de la vía no cuenta con establecimientos comerciales de ningún tipo, sin embargo, hay presencia de diferentes accesos a fincas y/o casas de descanso privadas.

❖ Quijanos

Ilustración 22. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Quijanos)



Fuente: Elaboración propia, 2019

La señalización horizontal no se identifica de manera clara lo que permite inferir el mantenimiento de la misma, en una de los costados de la vía se puede observar una playa bastante amplia para el parqueo o tránsito seguro de peatones.

❖ Curos (Intersección)

Ilustración 23. Estado de la vía Piedecuesta – Curos (punto Curos, Intersección)



Fuente: Elaboración propia, 2019

En este punto se encuentra la llegada al municipio de Curos, departamento de Santander. Se observa que dentro de la señalización horizontal señalada está la cebra y los estoperoles que le indican al conductor la proximidad a una zona de alto tráfico peatonal y que tiene que reducir la velocidad.

Al culminar la inspección visual de la vía Piedecuesta-Curos podemos concluir que los ocho puntos tienen situaciones similares, en términos generales es desfavorable el estado de la vía en cuanto a medidas relacionadas a la seguridad vial y de ahí que surjan muchos accidentes. Sugiere dicha inspección vial que el tramo estudiado priman las falencias en la geometría de la vía, la carencia de señalización vertical en algunos puntos y la falta de mantenimiento de señalización horizontal en la gran mayoría de la vía.

8.2 Estudio de velocidades de la vía Piedecuesta-Curos

8.2.1 Generalidades sobre estudios de velocidad de un punto

Por lo general, los estudios de velocidad de punto hacen alusión a la velocidad que toman los vehículos en un punto o tramo específico de una carretera; por ejemplo, los estudios de velocidad de punto, consisten en medir la velocidad de los vehículos en un lugar específico de la vía en estudio, bajo condiciones controladas de tránsito, y del tiempo en el que se lleva a cabo dicho estudio. Se puede calcular la velocidad y sacar conclusiones a partir de una muestra que se calcula previamente a desarrollarse el estudio. (Spíndola, Rafael Cal y Mayor Reyes, 2007)

De ahí a que derivemos los siguientes campos de aplicación para un estudio de velocidad en un punto determinado.

a) Tendencias de velocidades: Se determina realizando un muestreo de datos periódicos en puntos seleccionados, se puede dividir dependiendo el tipo de vehículo.

b) Lugares con problemas de velocidad: Mediante un estudio de velocidades, se puede establecer aquellos puntos donde los vehículos tienden a ir con mayor velocidad y concluir las razones por la cual el vehículo adquiere dicha característica.

c) Planeación de la operación del tránsito, regulación y control: La magnitud y la dispersión entre las velocidades de los diferentes vehículos que viajan a través de una vía, son un factor importante de riesgo de accidente, reduciendo de manera significativa la seguridad del tránsito de los diferentes usuarios.

Con base en esto, un estudio de velocidades en el marco de la planeación y operación del tránsito cobra mucha importancia, debido a que de los hallazgos de ese estudio, se establecen los límites de velocidad de la vía, adicionalmente se establecen longitudes de adelantamiento prohibidas, se establece la ubicación óptima para las señales de tránsito necesarias, se calculan tiempos de semáforos y se analizan y estudian las zonas donde se dispondría de protección para peatones generados por escuelas, negocios, universidades, clínicas o similares.

d) Análisis de accidentes: Se presenta una relación entre la topografía del sector, los niveles de velocidad y los accidentes producidos en el punto estudiado.

e) Estudios de antes y después: Se hace con el fin de establecer si fue útil o no realizar la ASV, si se implementaron las respectivas mejoras.

f) Proyecto geométrico: Resaltar las características del diseño geométrico de la vía, observar la presencia de carriles, anchos de calzada, longitud de adelantamiento y niveles de visibilidad.

g) Estudios de investigación: Los estudios de velocidad alimentan documentos de investigación sobre la capacidad de una vía en relación con la velocidad promedio, análisis diferencial de velocidades, la influencia de la velocidad provocada por obstrucciones o distracciones y estudios sobre teoría de flujo vehicular. (Spíndola, Rafael Cal y Mayor Reyes, 2007)

8.2.2 Metodología a utilizar para el estudio de velocidades de la vía Piedecuesta-Curos

El método más común para la medición de velocidades de punto es el del cronómetro, en el cual sobre una distancia previamente establecida que se ha demarcado sobre la vía, se mide el tiempo que los vehículos tardan en recorrerla. Este método consiste en tomar el tiempo desde que el vehículo toca la primera marca con el eje delantero, hasta que toca la segunda marca con el mismo eje. Posteriormente, la longitud se divide por el tiempo para obtener la velocidad y se calcula en metros por segundo para después ser convertidos en kilómetros por hora. (Spíndola, Rafael Cal y Mayor Reyes, 2007)

Se realizará este procedimiento en tres puntos escogidos de la vía Piedecuesta – Curos, dos de ellos elegidos por su índice elevado de velocidad y uno de ellos elegido por su alto grado de accidentalidad, el primer punto y tercero se eligieron por visitas a campo y antecedentes y el segundo según el sistema de información geográfica del observatorio nacional de seguridad vial. Esta fuente mide la tasa de accidentalidad mediante el índice EQ, el cual sigue la siguiente fórmula:

$$EQ = (12 * \textit{ siniestro con muertos}) + (2 * \textit{ siniestro con heridos}) + (1 * \textit{ siniestro con daños})$$

Esta fórmula está avalada por el observatorio nacional de seguridad vial a través de sus estadísticas internas alimentadas por el Registro Nacional de accidentes de tránsito (RNAT, 2011) (Colombia M. d., 2019) (Observatorio, 2017)

En ese orden de ideas, se entró a este sistema de información geográfica y se empezó a analizar la accidentalidad de diferentes puntos de la vía Piedecuesta – Curos, según las herramientas o capas establecidas en el Observatorio Nacional de Seguridad vial. (Observatorio, 2017)

8.2.2.1 Herramientas de análisis de siniestralidad a través del Observatorio Nacional de Seguridad Vial

Encontrar dicho portal fue de gran ayuda para mejorar la calidad de selección para el estudio de velocidades que se requería en el proyecto, es una herramienta fundamental y brinda instrumentos para el análisis de tramos viales en el país.

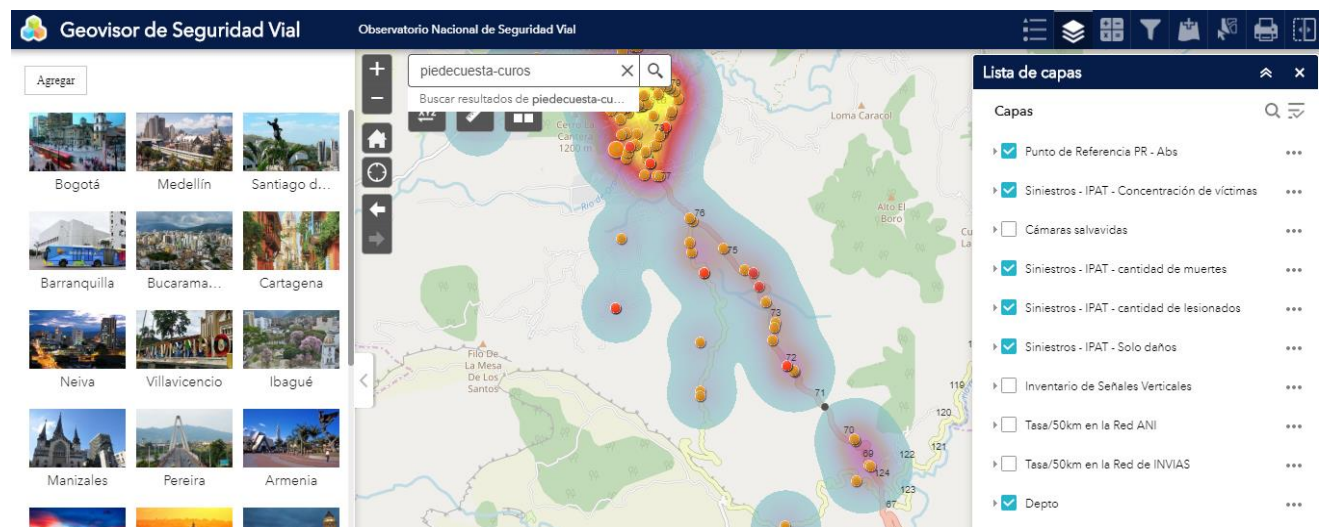
a) El geovisor como primera medida permite la selección del lugar en el cual se desea encontrar detalles específicos, centrarse en datos concretos y seguir con el estudio, su manejo se deriva navegando con las diferentes capas disponibles.

Las capas disponibles que se tienen a través del geovisor son:

- ❖ Punto de referencia
- ❖ Áreas de concentración de víctimas (heridos o fallecidos)
- ❖ Siniestros con víctimas mortales, lesionados o solo daños
- ❖ Inventario de señales verticales
- ❖ Mapa de carreteras

(Observatorio, 2017)

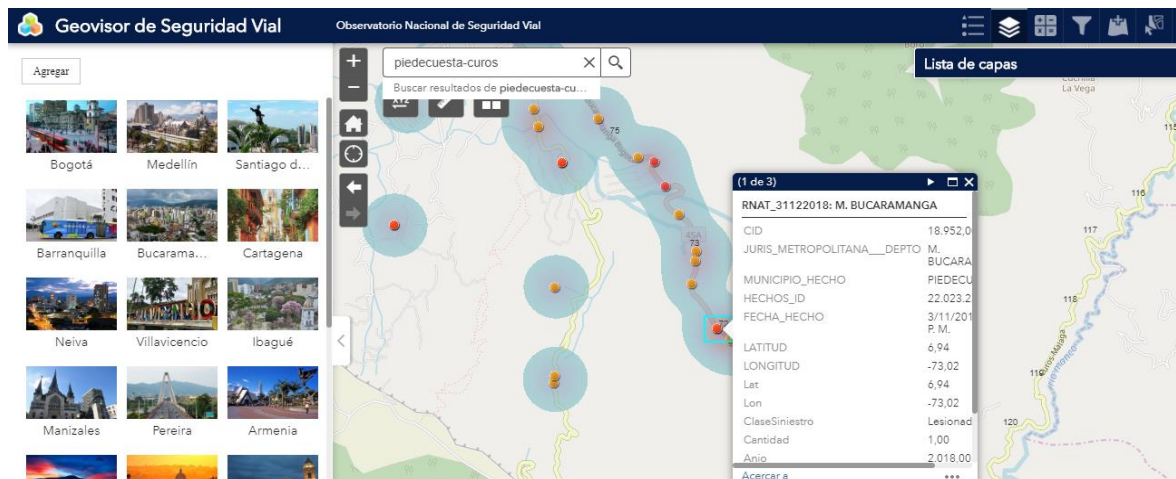
Ilustración 24. Geovisor de siniestros por capas



Fuente: Observatorio 2017

a) La segunda herramienta de análisis es el mapa de siniestros viales, la cual permite observar sobre el tramo en estudio, los diferentes accidentes con información como fecha, latitud longitud, clase de siniestro, y EQ.

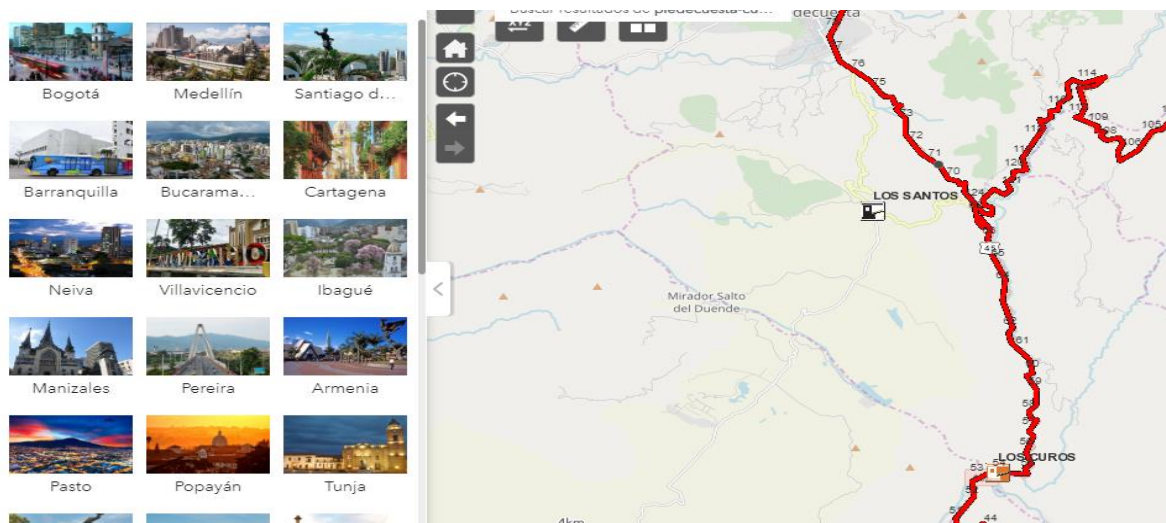
Ilustración 25. Identificación de datos



Fuente: Observatorio 2017

b) La tercera herramienta es el mapa de riesgo de la ANI – INVÍAS, donde se clasifica el tramo según su peligrosidad en escala de “rojos”. Con base en esto el usuario puede tener una idea de la peligrosidad del tramo que está investigando. (Observatorio, 2017)

Ilustración 26. Mapa de riesgo de la vía Piedecuesta-Curos



Fuente: Observatorio 2017

8.2.3 Selección de puntos críticos

De acuerdo a las características observadas en campo, y a los datos sustraídos del geovisor de accidentes viales, fue posible determinar los puntos críticos de esta investigación, en los cuales existe mayor posibilidad de siniestros viales. A continuación, se relacionan la geometría de los tramos rectos y la curva que se tomaron para el estudio de velocidades.

Tabla 2. Tramos rectos.

Punto	Desde	Hasta	Geometría	Longitud	Elemento de alineamiento	Punto inicio		Punto final	
						Coordenada N	Coordenada E	Coordenada N	Coordenada E
PR77+250	PR76+982	PR77+250	Recta	267,11	Tramo recto (1)	10771302,187	715928,900	10771095,729	716098,374
PR74+370	PR74+184	PR74+370	Recta	185,17	Tramo recto (29)	10769346,349	717771,158	10.769.203,43	717.888,90

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 3. Tramo en curva

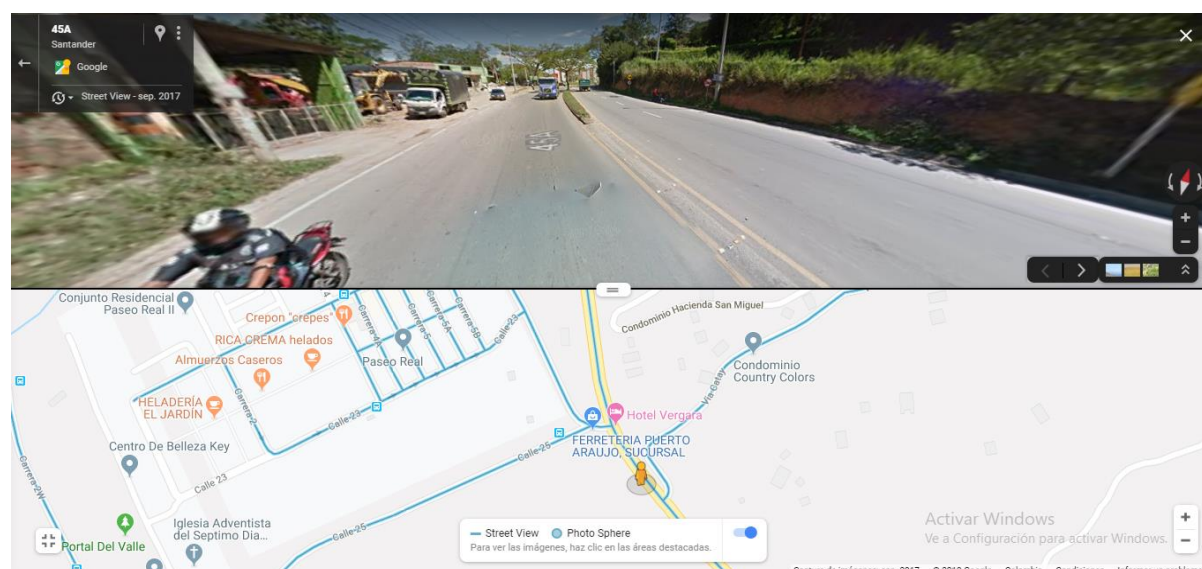
Punto	Desde	Hasta	Geometría	Longitud Curva	Radio de Curva	Delta de curva	Elemento de alineamiento
PR68+820	PR68+820	PR68+903	Curva	83,042	97,724	48°41'15"	Curva (98)

Punto	Desde	Hasta	Punto inicio		Punto final	
			Coordenada N	Coordenada E	Coordenada N	Coordenada E
PR68+820	PR68+820	PR68+903	10765330	720340,5	10765405,94	720312,8539

Fuente: Elaboración propia, 2019

El primer punto elegido para realizar el estudio de velocidad es el PR77+250, el cual fue escogido debido al aumento gradual de la velocidad que adquieren los usuarios de la vía, por la proximidad con la doble calzada y la ampliación del ancho de los carriles.

Ilustración 27. Punto PR77+250



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps, 2019

Ilustración 28. Punto PR74+370

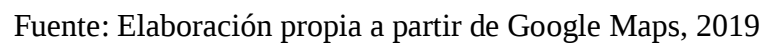
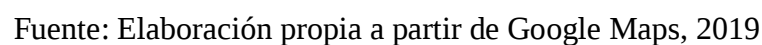


Ilustración 29. Punto PR68+820



8.2.3 Toma de datos de tiempo

La longitud del corredor vial o longitud base escogida para realizar el proceso de medición depende del grado de precisión que los observadores quieran tener, la velocidad máxima a la que los vehículos transiten por dicho corredor vial y la pericia del observador.

Teniendo en cuenta que los puntos elegidos son reconocidos por su velocidad, se decidió tomar una longitud de 50 metros para el registro de valores.

8.2.4 Registro de datos de tiempo y velocidades tomados en campo

En el Anexo 1, se pueden evidenciar los registros de tiempo y velocidades según la clasificación del vehículo. (Alcaldía mayor de Bogotá, 2005).

En el Anexo 1, también se puede observar el formato que se utilizó para registrar los datos de campo, en cuanto a velocidad puntual se refiere; teniendo en cuenta que para este caso se escogieron tres puntos sobre la vía Piedecuesta – Curos, en los que se tomaron las diferentes mediciones. El primero se localiza en el PR77+250, el segundo en el PR74+370 y el tercero en el PR68+820.

En el mismo Anexo 1 se puede evidenciar todo el proceso de cálculo de promedios, velocidades y demás de cada uno según los lineamientos establecidos por la literatura disponible del tema (Spíndola, Rafael Cal y Mayor Reyes, 2007).

8.2.5 Cálculos de intervalos de clase

El cálculo de intervalos de clase depende del número total de observaciones que se hallan realizado en campo, para este estudio fueron 350 observaciones en total, divididas de la siguiente manera: punto PR77+250 con 147 datos, punto PR74+370 con 119 y punto PR68+820 con 84, lo que da para concluir que el intervalo para los dos primeros puntos será igual.

Tabla 4. Número de intervalos de clase por tamaño de muestra o número de observaciones

Tamaño de muestra (n)	Número de intervalos
50-100	7-8
100-1000	10-11
1000-10000	14-15
10000-100000	17-18
Mayor de 100000	$1+3,3\log(n)$

Fuente: Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007

En este orden de ideas y relacionando el Anexo 1 se puede decir que el intervalo para los puntos PR77+250 y PR74+370 es de 10, mientras que para el punto PR68+820 es de 7.

El paso seguir es hallar la amplitud del intervalo de clase la cual se rige bajo la siguiente fórmula. (Spíndola, Rafael Cal y Mayor Reyes, 2007)

$$\text{Amplitud del intervalo de clase} = \frac{\text{Rango Total}}{N}$$

En el anexo 1 se relacionan dichos cálculos para cada punto escogido.

Tabla 5. Intervalos de clase

Punto	Numero de intervalos	Rango	Amplitud	Amplitud Aprox
PR77+250	10	78	7,8	8
PR74+370	10	62	6,2	6
PR68+820	7	64	9,1	9

Fuente: Elaboración propia, 2019

Siguiendo con el procedimiento, y ya teniendo calculada la amplitud de cada intervalo y los límites inferiores y superiores generales, se calculan los límites de cada uno de los 10 intervalos de clase, para los puntos correspondientes y el de 7 intervalos para el que corresponda llenando de esta forma la primera columna de la tabla de distribuciones de frecuencia. Ver Anexo 1 de este documento. (Spíndola, Rafael Cal y Mayor Reyes, 2007)

8.2.6 Distribución de frecuencia

La metodología adoptada para este estudio de velocidades en los tres puntos escogidos de la vía Piedecuesta - Curos se rige mediante la tabla que se llenó en el transcurso de dicho estudio y que constituye al Anexo 1 de este documento. Se muestra a continuación y se explica por columnas a medida que el estudio se va desarrollando.

Tabla 6. Dist. frecuencia PR77+250

1		2	3	4	5	6	7	8	
Intervalo de clase, Grupos de velocidad		Punto medio (Km/h)	Frecuencia observada		Frecuencia acumulada				
(Km/h)		V _i	Abs.	Relat. (%)	Abs.	Relat. (%)	V _i ²	f _i • V _i	f _i • V _i ²
			f _i	f _i /n*100	f _{in}	f _{in} /n*100			
18	26	22	2	1,36	2	1,36	484	44	968
27	35	31	7	4,76	9	6,12	961	217	6727
36	44	40	16	10,88	25	17,01	1600	640	25600
45	53	49	26	17,69	51	34,69	2401	1274	62426
54	62	58	29	19,73	80	54,42	3364	1682	97556
63	71	67	31	21,09	111	75,51	4489	2077	139159
72	80	76	16	10,88	127	86,39	5776	1216	92416
81	89	85	10	6,80	137	93,20	7225	850	72250
90	98	94	8	5,44	145	98,64	8836	752	70688
99	107	103	2	1,36	147	100,00	10609	206	21218
Total			147	100,00				8958	589008

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 7 Dist. frecuencia PR74+370

1		2	3	4	5		6	7	8
Intervalo de clase, Grupos de velocidad		Punto medio (Km/h)	Frecuencia observada		Frecuencia acumulada				
(Km/h)		V _i	Abs.	Relat. (%)	Abs.	Relat. (%)	V _i ²	f _i · V _i	f _i · V _i ²
			f _i	f _i /n*100	f _{in}	f _{in} /n*100			
23	29	26	2	1,68	2	1,68	676	52	1352
30	36	33	8	6,72	10	8,40	1089	264	8712
37	43	40	17	14,29	27	22,69	1600	680	27200
44	50	47	29	24,37	56	47,06	2209	1363	64061
51	57	54	26	21,85	82	68,91	2916	1404	75816
58	64	61	24	20,17	106	89,08	3721	1464	89304
65	71	68	8	6,72	114	95,80	4624	544	36992
72	78	75	3	2,52	117	98,32	5625	225	16875
79	85	82	1	0,84	118	99,16	6724	82	6724
86	92	89	1	0,84	119	100,00	7921	89	7921
Total			119	100,00				6167	334957

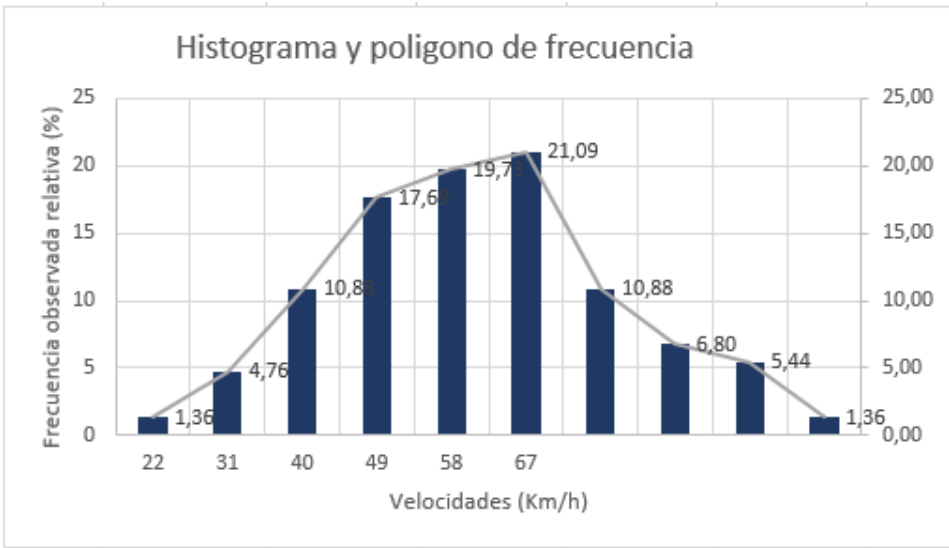
Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 8 Dist. frecuencia PR68+820

1		2	3	4	5	6	7	8
Intervalo de clase, Grupos de velocidad		Punto medio (Km/h)	Frecuencia observada		Frecuencia acumulada			
(Km/h)		V _i	Abs.	Relat. (%)	Abs.	Relat. (%)	V _i ²	f _i • V _i
			f _i	f _i /n • 100	f _{in}	f _{in} /n • 100		f _i • V _i ²
18	27	22,5	10	11,90	10	11,90	506,25	225
28	37	32,5	24	28,57	34	40,48	1056,25	780
38	47	42,5	22	26,19	56	66,67	1806,25	935
48	57	52,5	15	17,86	71	84,52	2756,25	787,5
58	67	62,5	9	10,71	80	95,24	3906,25	562,5
68	77	72,5	2	2,38	82	97,62	5256,25	145
78	87	82,5	2	2,38	84	100,00	6806,25	165
Total			84	100,00				3600

desviación estándar (S) y el error estándar (E). Todo esto para ambos puntos del estudio de velocidades, con el fin de concluir con un intervalo de confianza al 95% la velocidad media de toda la población que pase por la vía en estudio. (Spíndola, Rafael Cal y Mayor Reyes, 2007)

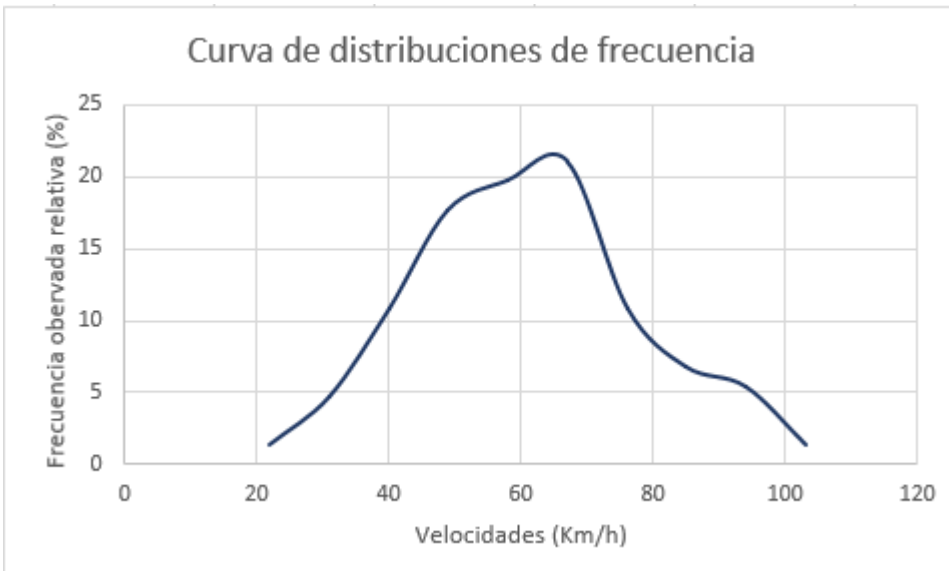
Ilustración 30. Histograma y polígono de frecuencia del punto PR77+250



Fuente: Elaboración propia, 2019

Se observa en este punto, que el 58,39% de los vehículos tuvieron mayor incidencia en un rango específico de velocidad, la cual oscila entre los rangos de 49 a 67 km/h, dejando claro que los mismos adquieren una velocidad considerable en un sector donde se presenta un importante de intersecciones viales.

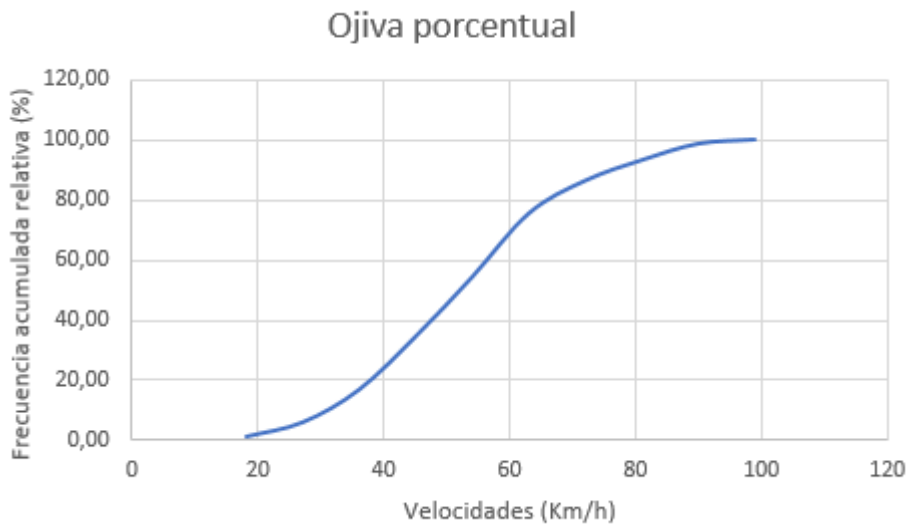
Ilustración 31. Curva de distribuciones de frecuencia del punto PR77+250



Fuente: Elaboración propia, 2019

De acuerdo a esta gráfica se infiere que el mayor porcentaje de vehículos en la vía tienen una velocidad promedio de 68 km/h, lo cual está por encima de los otros tramos, esto se debe a las condiciones favorables de la vía y a que en este tramo inicia la doble calzada de entrada a Piedecuesta.

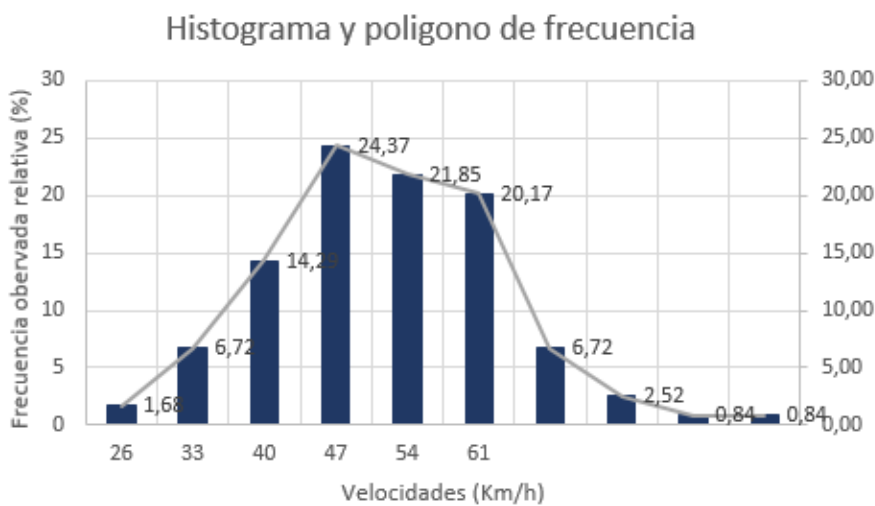
Ilustración 32. Ojiva porcentual del punto PR77+250



Fuente: Elaboración propia, 2019

Por la distribución que se obtiene de la ojiva porcentual, podemos evidenciar que la cresta de la misma se consigue entre las velocidades de 40 y 60 Km/h, seguido a esto las velocidades comprendidas entre 60 y 80 Km/h la frecuencia acumulada empieza su tendencia llana.

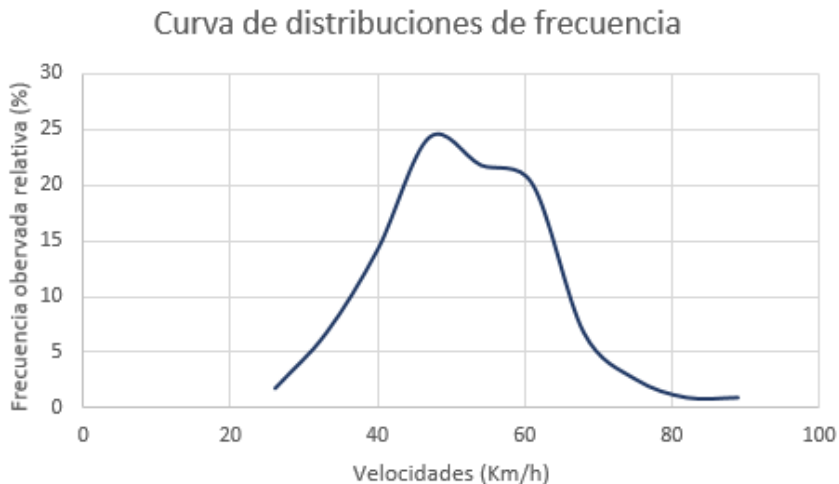
Ilustración 33. Histograma y polígono de frecuencia del punto PR74+370



Fuente: Elaboración propia, 2019

Este punto considerado crítico en accidentalidad y ubicado entre dos curvas de riesgo inminente, deja claramente identificada la imprudencia de los conductores, que, saliendo de cualquiera de las dos curvas, sea en sentido Curos-Piedecuesta o viceversas adquieren una velocidad entre 47 km/h y 61 km/h del 66,39% de los censados que permite deducir el peligro inminente de accidentalidad.

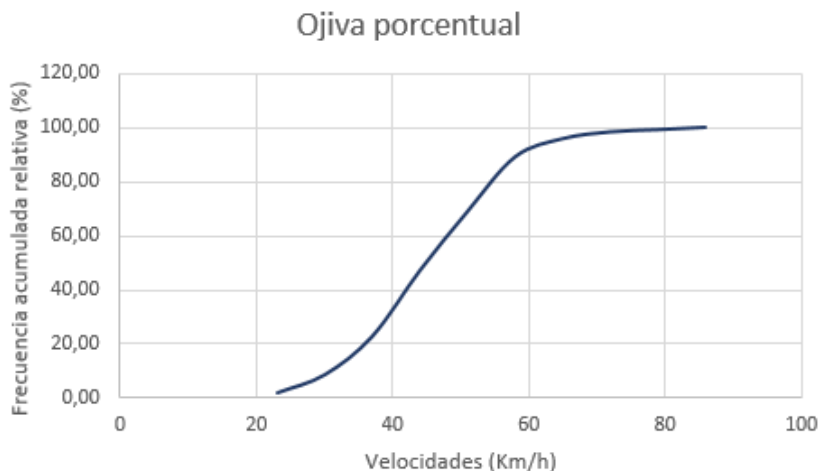
Ilustración 34. Curva de distribuciones de frecuencia del punto PR74+370



Fuente: Elaboración propia, 2019

Las velocidades desarrolladas en este tramo vial, están agrupadas principalmente entre las velocidades de 40 hasta 60 Km/h, esto muestra evidencia de la incidencia de las curvas adyacentes, y la necesidad de la disminución de la velocidad tanto en vehículos livianos como los de transporte de carga.

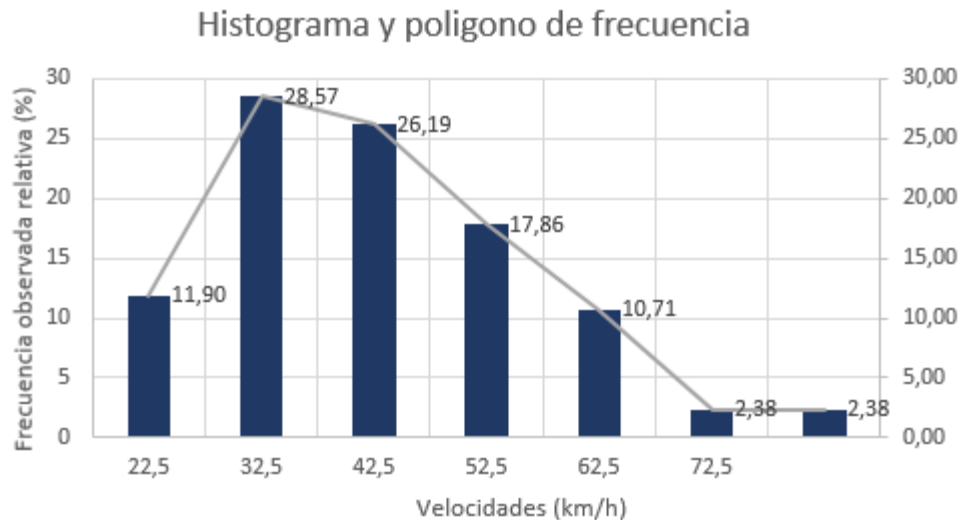
Ilustración 35. Ojiva porcentual del punto PR74+370



Fuente: Elaboración propia, 2019

En este tramo vial, el desarrollo de velocidades por encima de los 60 Km/h es poco común, que representa principalmente el aumento de la velocidad de los vehículos que rebosan en este tramo recto.

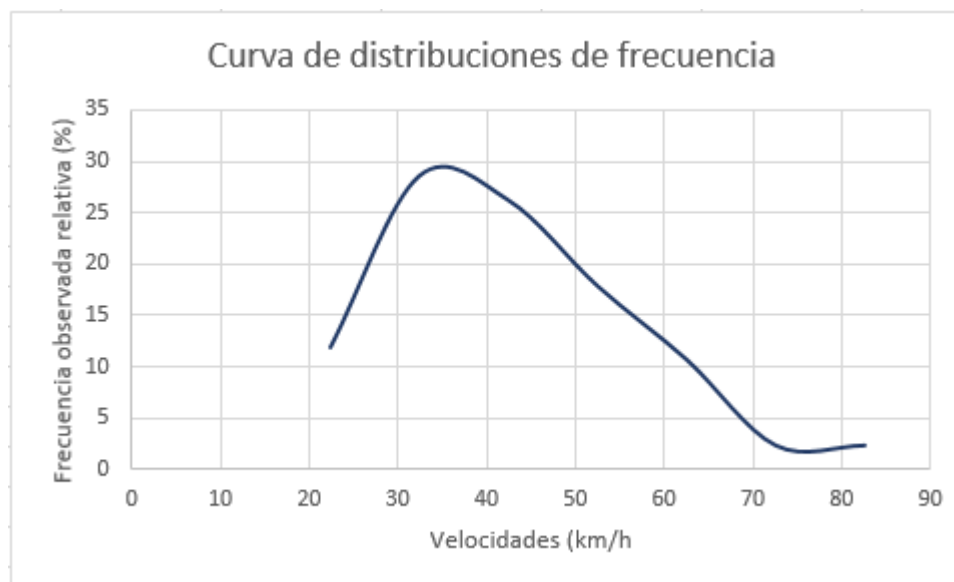
Ilustración 36. Histograma y polígono de frecuencia del punto PR68+820



Fuente: Elaboración propia, 2019

En este punto es interesante ver que debido a la presencia de lugares comerciales y de la intersección con la entrada para la vía que comunica con el municipio de Málaga los censados adoptan una velocidad de 33 km/h lo que asegura un poco el bienestar vial en ese punto.

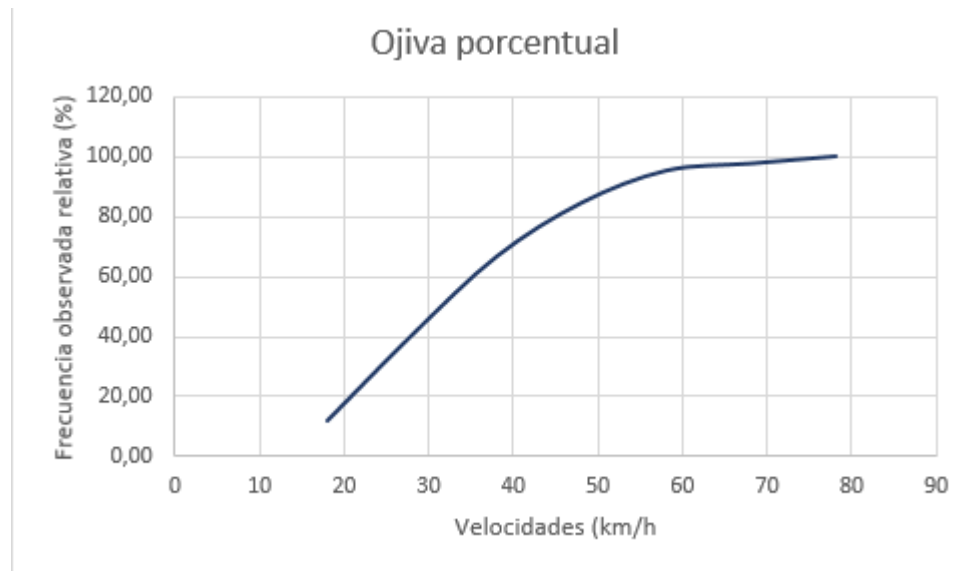
Ilustración 37. Curva de distribuciones de frecuencia del punto PR68+820



Fuente: Elaboración propia, 2019

Hay una distribución gradual de la velocidad de recorrido de los vehículos censados, esto infiere en la diferencia de velocidades de cada tipo de vehículo.

Ilustración 38. Ojiva porcentual del punto PR68+820



Fuente: Elaboración propia, 2019

8.2.8 Valores representativos

a) Velocidad media temporal (vt)

$$vt = \frac{\sum(columna7)}{n}$$

PR77+250 (inicio) = 60,94 km/h

PR74+370 (accid) = 51,82 km/h

PR68+820 (Curos) = 42,86 km/h

b) Desviación estándar (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(columna8) - \frac{[\sum(columna7)]^2}{n}}{n - 1}}$$

PR77+250 (inicio) = 17,19 km/h

PR74+370 (accid) = 11,41 km/h

PR68+820 (Curos) = 14,09 km/h

Los valores medios de velocidad temporal, nos indican las diferencias en las condiciones de cada punto específico, encontrando que para el punto inicial la proximidad con la doble calzada, facilita el aumento gradual de la velocidad, pero se una tiene desviación considerable por la facilidad de desarrollar mayor velocidad en vehículos livianos y motos en referencia a los vehículos tipo pesado.

En el segundo tramo el desarrollo de la velocidad se debe al tramo recto entre dos curvas con radio pequeños, por consiguiente, la desviación para este sector es baja, evidenciando la incidencia de las curvas adyacentes.

En el sector de Curos, se obtiene una velocidad en función a la proximidad con la intercepción vial que conduce hacia el municipio de Málaga.

c) Constante de confiabilidad (K)

Tabla 9. Constante de confiabilidad

Constante K	Nivel de confianza (%)
1	68,3
1,5	89,6
1,64	90
1,96	95
2	95,5
2,5	98,8
2,58	99
3	99,7

Fuente: Rafael Cal y Mayor Reyes Spíndola, 2007

Para este estudio se elige un nivel de confianza del 95%, lo que significa que se utiliza una constante K igual a 1,96.

d) Error estándar de a media (E)

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

PR77+250 (inicio) = 1,42 km/h

PR74+370 (accid) = 1,05 km/h

PR68+820 (Curos) = 1,54 km/h

Ya que los vehículos en el segundo punto de estudio deben disminuir la velocidad por la proximidad de las curvas horizontales, el error calculado es más bajo con respecto a los otros dos puntos, ya que, sin importar el tipo de vehículo, la distribución de velocidades es menos dispersa.

8.2.9 Soluciones brindadas a partir de alternativas de seguridad vial

De acuerdo a la auditoría de seguridad vial realizada al tramo vial de la ruta 45-A entre el PR68+370 y el PR77+250 aproximadamente, se puede evidenciar una serie de falencias con respecto al diseño geométrico, señalización del tramo vial y elementos colindantes al eje vial; sumado a las dificultades topográficas y el tráfico constante de vehículos pesados por la cercanía con canteras de materiales

de construcción, que incrementan las posibilidades de incidentes de tránsito con los usuarios de la vía.

Con el fin de proponer soluciones que ayuden a reducir la accidentalidad de la zona, se evalúa como primera medida los elementos que, a juicio de esta investigación, son las causas específicas de la alta accidentalidad de este tramo vial.

- ❖ **Falta de mantenimiento de señalización vertical y horizontal.** Es evidente el estado de deterioro en el cual se mantiene la señalización horizontal de este tramo vial, encontrando sectores en los cuales, por el desgaste natural del material aplicado, se pierde cualquier rastro de delimitación de líneas amarillas o blancas, dificultando las maniobras en horas de la noche, especialmente cuando hay cruce de vehículos en sentido contrario.
- ❖ **Proximidad del talud al costado derecho en sentido Curos- Piedecuesta.** A lo largo de todo el tramo, se puede observar la presencia de un obstáculo natural que, aunque aparentemente no representa peligro para los usuarios de la vía, si contribuye con la presencia de material orgánico que interfiere en ocasiones con las condiciones de movilidad de la vía.
- ❖ **Baja iluminación del sector.** Es casi nula presencia de alumbrado público, encontrado puntualmente en las proximidades con asentamientos poblacionales o zonas de alto flujo de vehículos. Además, hay que tener en cuenta que, en un amplio sector de este tramo vial hay presencia de vegetación de gran tamaño, que impide la entrada de iluminación natural, convirtiéndolos en sectores lóbregos aún en horas de la mañana.
- ❖ **Dificultades respecto al diseño geométrico.** Para determinar las posibles falencias de diseño geométrico del tramo vial en estudio, se realizó el alineamiento y generación de curvas en planta y perfil, datos que pueden ser consultados en el Anexo 2, y de esta forma comparar las características de las curvas y tramos rectos con los condicionales mínimos y máximos dados por el Manual de Diseño Geométrico de carreteras.
Se determinó como la velocidad del proyecto 50 Km/h, debido a que ésta es la velocidad media en el tramo crítico de mayor accidentalidad de esta investigación. Con este valor de velocidad media, se puede determinar los siguientes valores:

Tabla 10. Condicionales para velocidad de 50 km/h

Condiciones para velocidad de 50 Km/h	
Radio mínimo (curvas circulares simple)	85 metros
Longitud recta mínima	73 metros
Longitud recta máxima	835 metros

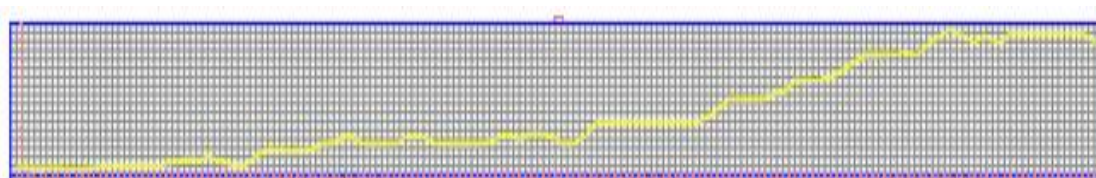
Fuente: Manual de Diseño Geométrico de carreteras

En el Anexo 3 del presente documento, se relaciona el reporte de 99 elementos alineamiento de curvas circulares simples y tramos rectos, encontrando valores fuera del rango mínimo establecido por la normativa colombiana para la construcción de carreteras de orden nacional, además del diseño que se realizó para la planta y el perfil de la vía en estudio.

Ilustración 39. Diseño en planta de la vía Piedecuesta- Curos



Ilustración 40. Diseño en perfil de la vía Piedecuesta- Curos



A continuación, se muestran los elementos que se encuentran por fuera del rango admisible.

Tabla 11. Curvas

Curvas	
Número de elemento del alineamiento	Radio (m)
26	28.354
28	47.057
30	63.29
32	52.753
34	37.426
36	20.042
38	81.055
42	20.042
46	20.042
50	20.042
52	20.042
54	66.428
56	25.088
58	56.417
60	20.042
62	20.042
66	20.042
76	69.443

78	32.046
80	38.938
82	48.426
84	11.175
86	37.296
88	20.042
90	52.704
92	34.952
94	20.042
96	20.042

Fuente: Elaboración propia, 2019

Tabla 12. Tramos rectos

Tramos Rectos	
Número de elemento del alineamiento	Longitud (m)
3	49.267
19	51.2
23	66.948
25	29.047
27	51.231
31	14.369
33	41.468
35	34.507
37	36.658
43	58.818
49	34.699
53	26.253
55	38.151
57	35.581
59	49.514
65	64.975
75	14.325
77	64.126
83	57.031
87	29.681
91	34.18
93	34.137
97	40.371

Fuente: Elaboración propia, 2019

En total, existen 51 elementos del alineamiento que están por fuera el rango permitido por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, y teniendo en cuenta los 99 elementos reportados, se puede inferir que el 51,5% de la vía Piedecuesta- Curos, presenta falencias en diseño geométrico, los cuales aumentan el riesgo de accidentalidad.

- ❖ **Fines de semana con tránsito atípico.** Sobre el PR76+370 donde se ubica la intercepción del tramo en estudio con la vía que se dirige al municipio de los Santos, generalmente la afluencia de vehículos incrementa considerablemente los fines de semana y días festivos, al punto de generar embotellamiento del tráfico de la vía nacional.
- ❖ **Elevado tránsito de vehículos tipo pesado.** Por la cercanía con canteras de materiales propios de la construcción, el tramo en estudio tiene alto flujo de volquetas, además considerando la importancia de esta arteria vial, que comunica el centro con el norte del país, la presencia de vehículos de carga es constante, y teniendo en cuenta que la velocidad de recorrido de este tipo de vehículos está por debajo del promedio general, esto genera congestión en los vehículos livianos, que generalmente rebosan este tráfico con acciones imprudentes.
- ❖ **Cantidad baja de obras de drenaje de la vía.** Aunque se evidencia algunas obras de drenaje de la vía, se considera que el drenaje óptimo de una vía de orden nacional es primordial para prestar las condiciones de seguridad mínimas para su funcionamiento; por consiguiente, se estima necesario complementar estas obras con la construcción de cunetas y estructuras de captación en sectores con ausencia de las mismas.
- ❖ **Bajo mantenimiento de los tramos adyacentes.** La alta presencia de material vegetal y de arrastre, además de la vegetación naciente en los taludes adyacentes, genera la necesidad constante de mantenimiento a este tramo vial, necesitando rocería, corte de árboles y limpieza general a cunetas y estructuras de captación de agua superficial.
- ❖ **No existe berma.** No existe en ninguna parte del tramo en estudio, la presencia de bermas para el desplazamiento normal de bicicletas o para ser usada como bahía para vehículos que detienen temporalmente la marcha. Esta condición aumenta el riesgo de accidentes, principalmente con los ciclistas que no tienen espacio para la maniobra en caso fortuitos.
- ❖ **Imprudencias de los conductores.** Una de las principales motivaciones por la cual se generan accidentes de tránsito, son las acciones ejercidas por los conductores, las cuales conllevan en muchas ocasiones a poner en riesgo no solo la integridad misma, sino la de los demás usuarios de la vía. En el tramo en estudio se observa constante rebose de vehículos livianos en doble línea debido a la diferencia de velocidad con la que transitan estos vehículos

con respecto al transporte pesado. Lo anterior sumado a las falencias del diseño geométrico de la vía, son una condición constante para las eventualidades presentadas en este tramo.

Una vez identificadas las principales razones de la accidentalidad, se presenta las propuestas desde el ámbito de la seguridad vial, para disminuir la tasa de accidentes del tramo específico.

a) Agentes controladores de tránsito: Aunque hay permanente presencia de un puesto de control de la policía nacional frente al restaurante los Búfalos, se hace indispensable que existan puestos de control temporales, ubicados cerca de los sectores identificados como de alto índice de accidentalidad, esto disminuirá las imprudencias que pudiesen cometer los usuarios de la vía.

b) Formular planes de seguridad vial para el tramo específico que atienda las características propias de la vía, donde se incluya el desarrollo de metodologías, medidas de control y prevención de accidentes.

c) Educación vial en colegios y universidades: Implementar acciones educativas a los jóvenes para brindar un apoyo pedagógico a las futuras generaciones, esta deberá ser regulada y monitoreada constantemente para crear conciencia entre la población más joven.

d) Cursos de pedagogía: Desarrollar programas de pedagogía donde se aborden temas de cortesía y precaución en la conducción de vehículos, respeto a los agentes de movilidad, protección a los peatones y ciclistas, como los agentes más vulnerables de la vía. Esta pedagogía deberá ser enfocada en la vulnerabilidad de los ciclistas de la vía, por la ausencia de bermas donde puedan transitar libremente.

e) Curso de manejo defensivo y seguridad vial: Implementar como obligación la realización del curso de manejo defensivo y seguridad vial a los conductores que sean sorprendidos violando cualquier norma de tránsito, con esta labor deberá ser articulada con los agentes de tránsito, policía nacional y autoridades de orden municipal y departamental.

f) Controladores de tránsito los fines de semana: Articular con las autoridades de tránsito, para que los fines de semana y festivos, exista permanente presencia de agentes de tránsito en la intercepción de la vía nacional con la entrada hacia el municipio de Los Santos.

Adicional a estas acciones enmarcadas en la estrategia de prevención y reducción de accidentes de tránsito, existe una serie de acciones de mejoramiento de infraestructura que se pueden desarrollar para mitigar la accidentalidad de este tramo vial.

- ❖ Optimizar e incrementar la señalización vertical y horizontal.
- ❖ Ejecutar proyectos de inversión para la construcción de alumbrado público a lo largo del eje de la vía.
- ❖ Construir obras para la optimización del drenaje de agua superficial, para disminuir el riesgo de accidentalidad en época de lluvias.

Las acciones antes mencionadas pueden ser ejecutadas sin la interrupción del tránsito normal, ya que se ejecutan a los costados de la vía, o con el uso parcial de un carril a la vez, por consiguiente y como parte del desarrollo de esta investigación, se valorizará el costo asociado a estas mejoras en infraestructura vial más adelante en este documento.

Para fines de esta investigación, se considera que las obras necesarias para mejorar las falencias en diseño geométrico de la vía en estudio, tendrían un impacto negativo considerable para la economía del sector, sumado a que no existen vías alternas en buen estado que suplan la demanda de transporte de este sector, y el costo de la inversión para cumplir con los lineamientos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras sería demasiado alto, por consiguiente, no se toman en consideración para la evaluación económica de las mejoras a implementar.

8.3 Estimación de costos asociados a la señalización, iluminación y obras de drenaje en el tramo vial de la vía Piedecuesta – Curos

Teniendo los resultados de la auditoría de seguridad vial en el tramo referenciado, y de las propuestas efectuadas para mejorar las condiciones de transitabilidad (SECOP) y disminución de condiciones para la accidentalidad vial de este tramo mencionadas en el numeral 8.3 del mismo documento, se hace un estimativo de los costos asociados de la construcción, adecuación y puesta en funcionamiento de obras físicas que permitirán gradualmente la disminución de los accidentes de tránsito en el tramo vial comprendido entre el PR68+370 y el PR77+250.

La estimación presupuestal es basada en la ejecución de actividades necesarias para la disminución de la accidentalidad vial, y deberá ser calculada mediante la sumatoria de los productos de la cantidad ejecutada por el valor unitario estimado para cada ítem, y afectado posteriormente por un valor estimado de A.I.U. (Administración, imprevistos, utilidad).

La cantidad de obra a ejecutar estima los trabajos mínimos que se consideran podrían mitigar el índice de accidentalidad de esta vía; estos trabajos deberán ejecutarse en los puntos más críticos relacionados en esta investigación, además en proximidad a intercepciones viales, cruce de peatones

y zonas en donde las condiciones de la vía se prestan para el aumento gradual de la velocidad de recorrido.

El valor de cada ítem fue estimado de acuerdo a los análisis de precios unitarios de varios contratos celebrados con el estado y que reposan en el Sistema Electrónico de Contratación Pública (SECOP). Ya que varios de estos contratos fueron celebrados con anterioridad al año 2019, fue necesario la actualización de los costos unitarios, con la discriminación del Índice de Precios al Consumidor (IPC) del año en el cual se ejecutó la actividad, esta información puede ser consultada en el Anexo 4. El valor de A.I.U. fue tomado como 30%, valor medio de los presupuestos consultados.

A continuación, se presenta el presupuesto de los trabajos que se consideraron indispensables para la disminución de la accidentalidad en el tramo en mención, los cuales están inmersos en tres principales capítulos a saber:

- ❖ **Demarcación vial:** Todas las obras de señalización de tipo vertical y horizontal con el fin de regular y canalizar el tránsito, indicar la presencia de obstáculos y disminución de velocidad de recorrido en los sectores de mayor accidentalidad.
- ❖ **Iluminación:** Todas las obras necesarias para brindar unas condiciones mínimas de iluminación y visibilidad de obstáculos en los puntos críticos de esta investigación, en este capítulo se incluye la conexión y puesta en operación de las redes de alumbrado público del tramo vial.
- ❖ **Sistema de drenaje de aguas de escorrentía:** Comprende la construcción de cunetas en concreto, cabezotes de entrega y estructuras de disipación de energía de aguas de escorrentía, necesarias para el drenaje óptimo de la vía en condiciones climatológicas de lluvia.

Tabla 13. Presupuesto

PRESUPUESTO					
TRABAJO DE GRADO DENOMINADO "ACCIONES A IMPLEMENTAR PARA REDUCIR LA ACCIDENTALIDAD EN LA VÍA PIEDECUESTA - CUROS"					
ITEM	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR PARCIAL
CAP 1 DEMARCACIÓN VIAL					\$ 131.249.420,19
1.1	PINTURAS				
1.1.1	Línea de demarcación amarilla con pintura en frio separación calzada	ML	2670,00	\$ 8.890,79	\$ 23.738.409,36
1.1.2	Marca vial con pintura en frio blanca delimitación perimetral calzada	ML	5340,00	\$ 9.121,11	\$ 48.706.753,28
1.1.3	Demarcación paso peatonal cebra (e=2,5 mm, suministro y aplicación)	M2	160,00	\$ 83.216,49	\$ 13.314.637,70
1.2	TACHAS REFLECTIVAS				
1.2.1	Suministro e instalación de tacha reflectiva	UND	1100,00	\$ 10.611,99	\$ 11.673.193,31
1.2.2	Instalación de bandas sonoras - reductoras de velocidad	M2	54,00	\$ 229.800,94	\$ 12.409.251,02
1.2.3	Suministro e instalación de estoperoles	UND	267,00	\$ 4.437,38	\$ 1.184.781,62

1,3	SEÑALES DE TRÁNSITO				
1.3.1	Suministro e instalación de señales verticales de tránsito tipo 1 reflectiva	UND	50,00	\$ 404.447,88	\$ 20.222.393,90
CAP 2	ILUMINACIÓN				\$ 431.361.678,53
2,1	Pedestal en concreto para postes de 8 metros	UND	70,00	\$ 270.275,06	\$ 18.919.254,16
2,2	Poste metálico cilíndrico de 8 metros, galvanizado, pintado color gris. brazo sencillo, incluye pernos y anclajes	UND	70	\$ 2.471.619,26	\$ 173.013.348,37
2,3	Poste en concreto de 12 metros 750 kg, para instalación de transformador de energía	UND	2,00	\$ 2.350.658,38	\$ 4.701.316,75
2,4	Acometida en 2no.2 al thhw + 1no.6t al thhn	ML	2670,00	\$ 34.543,12	\$ 92.230.127,13
2,5	Canalización en tubería conduit pvc 1 1/2" (incluye excavación)	ML	2670,00	\$ 23.679,86	\$ 63.225.216,12
2,6	Cableado desde la base del poste hasta la luminaria	UND	70,00	\$ 181.646,94	\$ 12.715.286,04
2,7	Suministro e instalación de luminaria voltana de 32 led 75w	UND	70,00	\$ 603.455,09	\$ 42.241.856,40
2,8	Transformador monofásico con sus protecciones.	UND	2,00	\$ 9.443.670,59	\$ 18.887.341,18
2,9	Estructura para protección de transformador (incluye trabajos en caliente)	UND	2,00	\$ 1.717.593,83	\$ 3.435.187,65
2,10	Bajante en hierro galvanizado tipo imc de 2"x6 metros incluye accesorios	UND	2,00	\$ 468.073,40	\$ 936.146,79
2,11	Puesta a tierra con una varilla de cobre 5/8"x2.4 metros para el transformador	UND	2,00	\$ 528.298,96	\$ 1.056.597,93
CAP 3	SISTEMA DE DRENAJE DE AGUAS DE ESCORRENTÍA				\$ 307.670.726,30
3.1	PREELIMINARES				
3.1.1	Localización y replanteo	ML	210,00	\$ 528.298,96	\$ 110.942.782,26
3.2	EXCAVACIONES Y RELLENOS				
3.2.1	Excavación en material común	M3	100,80	\$ 528.298,96	\$ 53.252.535,48
3.2.2	Relleno compactado con material seleccionado	M3	75,60	\$ 528.298,96	\$ 39.939.401,61
3.2.3	Retiro de material sobrante	M3	100,80	\$ 528.298,96	\$ 53.252.535,48
3.3	CUNETAS EN CONCRETO				
3.3.1	Construcción de cunetas en concreto 3000 psi e=0,10 m (incluye acero de refuerzo)	ML	210,00	\$ 73.034,37	\$ 15.337.216,92
3.3.2	Concreto de 3000 psi para placas de acceso vehicular	M2	160,00	\$ 55.724,76	\$ 8.915.962,13
3.4	ESTRUCTURAS EN CONCRETO				
3.4.1	Suministro e instalación de estructuras en concreto hidráulico de 3000 psi	M3	30,00	\$ 749.443,00	\$ 22.483.290,08
3.4.2	Acero de refuerzo grado 60 corrugado	KG	420,00	\$ 8.445,24	\$ 3.547.002,33

COSTOS DIRECTOS DEL PROYECTO		\$ 870.281.825,01
ADMINISTRACION	24%	\$ 208.867.638
IMPREVISTOS	1%	\$ 8.702.818
UTILIDAD	5%	\$ 43.514.091
COSTO TOTAL INDIRECTOS		\$ 261.084.548
COSTO TOTAL OBRA CIVIL DEL PROYECTO		\$ 1.131.366.373

Fuente: Elaboración propia, 2019

Se describe a continuación, las características de cada una de las actividades descritas en el anterior presupuesto.

8.3.1 Demarcación vial

- ❖ **Línea de demarcación amarilla con pintura en frio separación calzada:** Separan los carriles del tráfico que se mueven en direcciones opuestas. Si la línea es continua, indica que está prohibido adelantar. Si la línea es a trazos, se puede adelantar. Si hay doble línea amarilla, el significado es el mismo, es decir, está prohibido adelantar y cada línea corresponde a un sentido de circulación.
- ❖ **Marca vial con pintura en frio blanca delimitación perimetral calzada:** Las líneas blancas sirven para separar los carriles de tráfico que se mueven en la misma dirección, definir los bordes de la calzada en carreteras, determinar el comienzo de separadores o indicar canalizaciones especiales.

Ilustración 41. Marco vial con pintura



Fuente: Tecnocarreteras, 2013

- ❖ **Demarcación paso peatonal cebra (e=2,5 mm, suministro y aplicación):** Demarcación sobre la calzada que ofrece una forma segura de paso a los peatones y reduce la posibilidad de accidentes. Deberán ser instaladas sobre los accesos vehiculares y las intercepciones con vías secundarias.

Ilustración 42. Demarcación paso peatonal



Fuente: Tecnocarreteras, 2013

- ❖ **Suministro e instalación de tacha reflectiva:** Dispositivo de señalización vial, diseñada para fijar a una superficie con el fin de servir como guía en caminos, áreas de seguridad y carreteras, especialmente en la noche o situaciones de neblina o lluvia.

Ilustración 43. Suministro e instalación de tacha reflectiva



Fuente: Señalvial SAS

- ❖ **Instalación de bandas sonoras - reductoras de velocidad:** Se refiere a la construcción de variaciones a la capa de rodadura que sobresale del pavimento y lo atraviesa de lado a lado, para inducir a los usuarios de la vía a reducir la velocidad de su vehículo.

Ilustración 44. Instalación de bandas sonoras – reductoras de velocidad



Fuente: Ronaldo Gonzales, 2019

- ❖ **Suministro e instalación de estoperoles:** Los estoperoles son reductores de velocidad que se instalan en el pavimento en forma de hileras con el fin de generar vibración al interior de los vehículos cuando éstos transiten sobre ellos, esta vibración alerta al conductor de la cercanía de cruces peligrosos o zonas que requieren la reducción de la velocidad o mucha atención. Deberán ser instalados en los puntos críticos del tramo vial en donde no se pueda utilizar bandas sonoras.

Ilustración 45. Suministro e instalación de estoperoles



Fuente: N S P de Colombia

- ❖ **Suministro e instalación de señales verticales de tránsito tipo 1 reflectiva:** Se refiere a las placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindan la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas.

Ilustración 46. Señales reflectivas verticales



Fuente: Crossbasa

8.3.2 Iluminación

- ❖ **Pedestal en concreto para postes de 8 metros:** Se refiere a la estructura en concreto para soporte de los postes metálicos a instalar cercanos al tramo vial. Las construcciones de éstos deberán incluir el refuerzo y anclaje al terreno cimentante y los tornillos niveladores para anclar la estructura del poste.

Poste en concreto de 12 metros 750 kg, para instalación de transformador de energía.

Cableado desde la base del poste hasta la luminaria.

Transformador monofásico con sus protecciones.

Estructura para protección de transformador (incluye trabajos en caliente).

Bajante en hierro galvanizado tipo imc de 2"x6 metros incluye accesorios.

- ❖ **Canalización en tubería conduit pvc 1 1/2" (incluye excavación):** Se refiere al tendido de tubería tipo conduit que comunicará los postes metálicos instalados, con el poste donde se encuentra el transformador que alimenta el circuito.
- ❖ **Poste metálico cilíndrico de 8 metros, galvanizado, pintado color gris. brazo sencillo, incluye pernos y anclajes:** Se refiere al suministro e instalación de la estructura de poste metálico a instalar sobre el eje vial en mención.

Ilustración 47. Poste metálico



Fuente: Las Heras Electromecánica

- ❖ **Acometida en 2no.2 al thhw + 1no.6t al thhn:** Se refiere al suministro e instalación de la acometida en cable de diferentes calibres que alimentan el circuito entre postes metálicos hasta la caja de circuitos.
- ❖ Suministro e instalación de luminaria voltana de 32 led 75w.
- ❖ **Puesta a tierra con una varilla de cobre 5/8"x2.4 metros para el transformador:** Se refiere a la construcción del sistema de protección eléctrica del transformador a instalar.

8.3.3 Sistema de drenaje de aguas de escorrentía

- ❖ Localización y replanteo.
- ❖ Excavación en material común.
- ❖ Relleno compactado con material seleccionado.
- ❖ Retiro de material sobrante.
- ❖ Acero de refuerzo grado 60 corrugado.

- ❖ **Construcción de cunetas en concreto 3000 psi e=0,10 m (incluye acero de refuerzo):** Se refiere a la construcción de cunetas en concreto utilizada para conducir el agua de escorrentía superficial a los afluentes hídricos aledaños al tramo vial.

Ilustración 48. Cunetas



Fuente: Autopistas del Nordeste

- ❖ **Concreto de 3000 psi para placas de acceso vehicular:** Se refiere a la construcción de pavimento rígido en las entradas peatonales y vehiculares a los costados de la vía, estas placas deberán tener continuidad con las cunetas adyacentes, para conducir de manera óptima el agua de escorrentía superficial.
- ❖ **Suministro e instalación de estructuras en concreto hidráulico de 3000 psi:** Se refiere a la construcción de estructuras de captación y disipación del caudal de aguas de escorrentía superficial, la cual deberá tener descole en los afluentes hídricos aledaños a la vía.

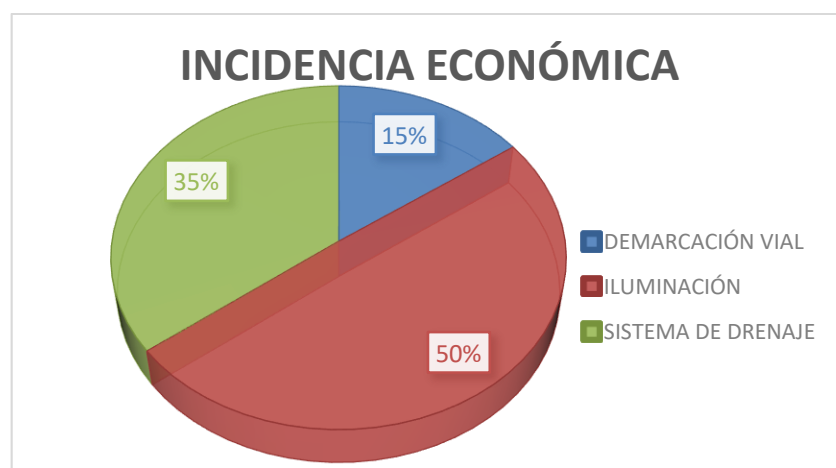
Ilustración 49. Suministro e instalación de estructuras hidráulicas



Fuente: GAD, Municipalidad de Huaquillas

Con las consideraciones tomadas anteriormente, se puede argumentar que el costo estimado para las obras que mitigación de la accidentalidad vial del tramo vial Piedecuesta – Curos, tiene un valor de Mil Ciento Treinta y Un Millones Trescientos Sesenta y Seis Mil Trescientos Setenta y Tres Pesos (\$ 1.131.366.373).

Tabla 14. Incidencia Económica



Fuente: Elaboración propia, 2019

Las obras de alumbrado público son las que porcentualmente representan la mayor incidencia en el valor total del presupuesto, pero es considerado como uno de los aspectos más relevantes a mejorar en este tramo vial, ya que, por la proximidad con taludes adyacentes, presencia de vegetación de gran tamaño y dificultad de visibilidad por falencias en el diseño geométrico de la vía; es evidente el conflicto que genera con los usuarios de este tramo vial.

La demarcación vial es primordial para la correcta operación de la vía, y tomando en cuenta que la relación costo/beneficio es favorable, se considera como prioritaria para la implementación de medidas preventivas para el control de accidentalidad.

Hay que tener claridad que el tener mayor señalización e iluminación, al igual que realizar las obras necesarias para la mitigación de la accidentalidad en cualquier vía del país es importante, pero es claro que no todos los accidentes de tránsito son ocasionados por las condiciones de los tramos viales, sino por las acciones inapropiadas de conductores y peatones que ponen en riesgo a todos los usuarios de la vía.

No mantener la distancia de seguridad entre vehículos, conducir bajo el efecto de alcohol o sustancias alucinógenas, exceso de velocidad, adelantar en doble línea amarilla y adelantar en curva, son las principales acciones relacionadas con el conductor que aumentan la posibilidad de un accidente de tránsito. En este sentido las autoridades de orden municipal, departamental y nacional tienen la

responsabilidad de tomar medidas preventivas, de control y educación, pero son los usuarios de la vía los que deben entender el impacto de las decisiones tomadas en la vía.

8.4 Inspección en sitio e identificación de la infraestructura en la vía Piedecuesta-Curos

Tabla 15. Lista de chequeo

Desde	Hasta	Señalización horizontal	Señalización vertical	Estado pavimento	Barras laterales	Iluminación	Intersecciones	Drenaje
1	2	6	7	8	5	6	5	7
2	3	5	8	9	7	4	3	4
3	4	2	4	7	5	2	3	4
4	5	3	4	8	6	1	2	7
5	6	4	7	9	6	2	2	6
6	7	3	6	8	4	3	2	4
7	8	4	6	8	5	3	3	6

Fuente: Elaboración propia, 2019

A través de la realización del proyecto, se efectuaron varias visitas a campo a diferentes horas tanto en el día como en la noche en días típicos desde el punto de vista del tránsito, además de esto, se realizó un registro fotográfico y fílmico del tramo en estudio, esto con el fin de tener los elementos y las evidencias suficientes para llenar la lista de chequeo de manera correcta y lo más fiel a la realidad posible. A lo largo de todo este procedimiento también se elaboró una lista de chequeo a la luz de las actividades o características que se creyeron convenientes estudiar, para definir las falencias y posteriores consideraciones, siguiendo el procedimiento de las fuentes bibliográficas consultadas.

Esta lista de chequeo provee una serie de aspectos amplios y específicos a considerar y tener en cuenta en la vía, con el fin de concluir acerca del estado de seguridad en el que se encuentra dicho corredor vial entre Piedecuesta y Curos. De esta forma se podrán establecer las causas del historial de accidentalidad existente e identificar deficiencias en la infraestructura. (Ver Anexo 5)

8.5 Conclusiones

- ❖ Se considera como punto de alto riesgo de accidentalidad el PR77+250, ya que en este se encuentra una intersección que involucra motos, bicicletas, transporte público, buses urbanos y transporte de carga.
- ❖ De acuerdo al registro fílmico y fotográfico de los puntos en estudio con esta investigación, se pudo evidenciar las falencias relacionadas a la seguridad vial, con señalización sin mantenimiento, ausencia de bermas, crecimiento de vegetación a los costados de la vía, además se pudo constatar el estado aceptable de la capa de rodadura.
- ❖ En el punto PR77+250, se observa que el 58,39% de los vehículos tuvieron una velocidad oscilante entre 49 y 67 km/h, la cual viene en función de las condiciones favorables de la vía y a que en este tramo inicia la doble calzada de entrada a Piedecuesta. Sin embargo, presenta riesgo considerable de accidentalidad por la confluencia de intercepciones viales.
- ❖ En el punto PR74+370, sector de mayor accidentalidad de esta investigación, se determinó que el 66,39% de los vehículos desarrollan velocidades oscilantes entre 47 km/h y 61 km/h, lo que se considera alta para un sector contiguo a dos curvas verticales de radio pequeño. La proximidad de estas curvas, repercute en la agrupación de datos en el rango de 40 a 60 Km/h, lo que infiere en la necesidad de disminuir la velocidad temporal en todos los tipos de vehículos que transitan el sector.
- ❖ La proximidad de la intercepción que comunica la vía hacia el municipio de Málaga en el punto PR68+820, genera agrupación de datos sobre los 33 km/h, los demás vehículos se comportan de acuerdo a una distribución gradual de velocidad, que muestra la diferencia de velocidad entre cada tipo de vehículo.
- ❖ De conformidad a la auditoría en seguridad vial efectuada a lo largo de todo el eje vial de la vía Piedecuesta- Curos, se determinó que la señalización horizontal, las barreras laterales, las obras de drenaje de agua superficial y en especial la iluminación de la vía y las características de las intercepciones, son las condiciones de mayor riesgo de accidentalidad con respecto a la seguridad vial.
- ❖ Se determinó que el 51,5% de los elementos del diseño geométrico de la vía en estudio, tienen falencias de diseño con respecto a lo exigido por el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, este es un causal continuo de accidentalidad en el sector.
- ❖ Las principales propuestas para mitigar la accidentalidad del sector desde el punto de vista de la seguridad vial son el aumento de agentes controladores de tránsito, la formulación de planes de seguridad vial, tanto para usuarios de la vía como para la comunidad estudiantil; la

implementación de cursos de pedagogía y de manejo defensivo y seguridad vial para los infractores.

- ❖ Las mejoras en infraestructura permitirán la disminución gradual del riesgo de los usuarios a sufrir siniestros viales, entre estas mejoras se encuentra la optimización y mejoramiento de señalización, la construcción de sistemas de alumbrado público a lo largo del eje de la vía y la construcción y adecuación de estructuras de captación de aguas superficiales.
- ❖ El valor estimado en mejoras de infraestructura vial para el tramo de la vía Piedecuesta-Curos, asciende a los 1.131 millones de pesos, siendo el alumbrado público el componente de mayor incidencia económica, seguido de las obras de drenaje de agua superficial, y finalizando con la demarcación vial.
- ❖ Tomando en cuenta que la relación costo/beneficio de la demarcación vial es favorable, se considera como prioritaria para la implementación de medidas preventivas para el control de accidentalidad de este sector.

8.6 Referencias bibliográficas

- Alcaldía. (2019). Piedecuesta.
- Alcaldía mayor de Bogotá, C. y. (2005).
- Alejandra Gómez, S. (2013). Análisis de sectores críticos de accidentalidad. Piedecuesta: Repositorio institucional UPB.
- Arlsura. (2018). <https://www.arlsura.com>. (15 de Marzo).
- BID. (2018). Metodología del bid.
- Carreteras, M. d. (2008).
- Colombia, M. d. (2012).
- Colombia, M. d. (2019). *Ministerio de transporte de Colombia*.
- CONASET. (2003). Guía para Realizar una Auditoria de Seguridad Vial.
- Construdata. (2001).
<http://www.construdata.com>:http://www.construdata.com/BancoConocimiento/M/monitoreo_vias/monitoreo_vias.asp.
- Construdata. (2013).
<http://www.construdata.com>:http://www.construdata.com/Bc/Construccion/Noticias/las_nuevas_vias_construidas_en_el_pais_deben_ser_seguras.asp.
- García, M. (2007). *Accidentes de Transito*. Colombia: Medicina Legal.
- INTT. (2013).
www.intt.gob.ve:http://www.intt.gob.ve/repositorio/biblioteca/educacion_y_seguridad_vial/glosario%20de%20terminos%202013.pdf.
- INVIAS. (2017). Instituto Nacional de Vías.
- Jessica Gordillo, J. (2013). Estudio de accidentalidad. Piedecuesta: Repositorio institucional UPB.
- Legal. (2012).
http://legal.legis.com.co/document?obra=legcol&document=legcol_bdea6fd941af01bee0.
- María Duarte, Y. M. (2014). Estudio de alta accidentalidad. Piedecuesta: Repositorio institucional UPB.
- Ministerio de Transporte de Colombia, I. (2008).
- Mintransporte. (2011).
<https://www.mintransporte.gov.co>:<https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=13174>.
- Morales, J. (2018). Accidentalidad vial en piedecuesta. *Vanguardia*.
- Observatorio. (2017).
- Pérez, G. (2005). Seguridad vial en Colombia. Cartagena: Banrep.
- RNAT. (2011). *Sistema de Registro Nacional de Accidentes de Tránsito*.
- Runtastic. (2019).
- Salud, O. M. (2004). *Informe Mundial de Prevención de Traumatismos Causados por el Transito*.
- Salud, O. M. (2009). *Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial*.
- Salud, O. M. (2017). *Organización Mundial de la Salud*.
- SECOP. (s.f.). *Sistema Electrónico de Contratación Pública*.
- Spíndola, Rafael Cal y Mayor Reyes. (2007).
- Tiempo, E. (2017). Periodico.
- Transporte, M. d. (2015). Resolución 2410 de 17 de julio 2015. Bogotá: Mintransporte.
- Unidas, O. d. (2018). www.un.org:<http://www.un.org/es/roadsafety/background.shtml>.
- Vial, A. N. (2016). *Zona de Seguridad Vial en Santander cifras 2016*. Mintransporte. Bucaramanga.
- Vial, L. A. (2019). <https://www.ansv.gov.co>:<https://www.ansv.gov.co/obervatorio/?op=Home>.
- Vial, M. d. (2004).