

**Diagnóstico de obstáculos laterales presentes en el tramo vial comprendido entre el
puente El Bueno del municipio de Bucaramanga y el puente Antonia Santos en el
municipio de Girón**

Lina Marcela Hernández Iglesias

Durley Vargas Gutiérrez

Proyecto de grado para optar el título de Ingeniero Civil

Director:

Luis David Arévalo Durán

Ingeniero Civil

Especialista en Ingeniería de Tránsito y Transportes

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2019

Dedicatoria

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a mis hermanos y en especial a mis padres por su sacrificio y esfuerzo, por darme una carrera para mi futuro y por creer en mi capacidad.

A mis padres Eduardo Vargas Martínez y Rubiela Gutiérrez Ortiz por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi amada tía Dilia Esther Gutiérrez Ortiz quien con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mis compañeros, amigos presentes y pasados, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante este tiempo estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

DURLEY VARGAS GUTIÉRREZ

Agradecimientos

Primeramente damos gracias a Dios, porque tu amor y tu bondad no tienen fin, nos permites sonreír ante todos nuestros logros que son resultado de tu ayuda, y cuando caigo y nos pones a prueba, aprendemos de nuestros errores y nos damos cuenta que nos pones en frente nuestro para que mejoremos como ser humano y crezcamos de diversas maneras.

A nuestros padres por el apoyo constante moral y emocional a lo largo de mi carrera.

A nuestro director Luis David Arévalo Durán su acompañamiento y asesoramiento en el desarrollo de nuestro proyecto de grado.

A los profesores que se tomaron el tiempo de escucharnos y guiarnos.

A la universidad Industrial de Santander por darnos la oportunidad de pertenecer a tan honorable institución académica y formarnos como profesionales.

Finalmente, Gracias a todas las personas que nos ayudaron directa e indirectamente en la ejecución de nuestro proyecto de grado.

Tabla de contenido

Introducción	17
1. Objetivos	19
1.1 Objetivo general.....	19
1.2 Objetivos específicos	19
2. Problemática	20
3. Marco teórico	21
3.1 Funciones operacionales	22
3.2 Funciones ambientales	23
3.3 Funciones visuales	24
3.4 Funciones auxiliares.....	24
3.5 Distribución típica de las funciones de las zonas laterales	25
3.6 Gestión de la zona lateral	25
4. Cálculo de la zona despejada mínima necesaria para el tramo vial	26
5. Inventario de objetos potencialmente peligrosos	31
6. Cálculo del riesgo	36
7. Resultados	42
8. Mitigación del riesgo	48
9. Propuesta de modelo o zona lateral	53
10. Conclusiones	58
11. Recomendaciones	59

Referencias bibliográficas.....	60
Apéndices.....	62

Lista de tablas

Figura 1. Tramo a investigar. Bucaramanga, Puente El Bueno y Girón, Puente Antonia Santos.	18
Figura 2. Funciones de las zonas laterales de las carreteras.	22
Figura 3. Objetivos de Diseño de las Funciones Operacionales de las Zonas Laterales de las Carreteras	23
Figura 4. Funciones ambientales de las zonas laterales de las carreteras	24
Figura 5. Ejemplo de la distribución de las funciones de la zona lateral de las carreteras	25
Figura 6. Distribución típica de las zonas sobre las cuales se adelanta la gestión de las zonas laterales de las carreteras.	26
Figura 7. Radio de curvatura.....	27
Figura 8. Visualización del radio de curvatura entre el Puente El Bueno y el Puente Antonia Santos	28
Figura 9. Diseño de Zona Libre	28
Figura 10. Lista de objetos a inventariar.....	32
Figura 11. Lista de objetos a inventariar.....	34
Figura 12. Grafica de Velocidad vs. Índice de Severidad.....	38
Figura 13. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 1 Girón- Bucaramanga.	42
Figura 14. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 2 Girón- Bucaramanga.	43
Figura 15. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 3 Girón- Bucaramanga.	43
Figura 16. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 4 Girón- Bucaramanga.	43
Figura 17. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 5 Girón- Bucaramanga.	43
Figura 18. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 6 Girón- Bucaramanga.	43

Figura 19. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 7 Girón- Bucaramanga.	44
Figura 20. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 8 Girón- Bucaramanga.	44
Figura 21. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 9 Girón- Bucaramanga.	44
Figura 22. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 10 Girón- Bucaramanga.	44
Figura 23. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 11 Girón- Bucaramanga.	44
Figura 24. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 1 Bucaramanga – Girón.	45
Figura 25. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 2 Bucaramanga – Girón.	46
Figura 26. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 3 Bucaramanga – Girón.	46
Figura 27. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 4 Bucaramanga – Girón.	46
Figura 28. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 5 Bucaramanga – Girón.	46
Figura 29. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 6 Bucaramanga – Girón.	46
Figura 30. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 7 Bucaramanga – Girón.	47
Figura 31. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 8 Bucaramanga – Girón.	47
Figura 32. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 9 Bucaramanga – Girón.	47
Figura 33. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 10 Bucaramanga – Girón.	47
Figura 34. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 11 Bucaramanga – Girón.	47
Figura 35. Distancias mínima y máxima respecto al borde de la vía	49
Figura 36. Rediseño de señales de tránsito.	49
Figura 37. Alcantarillado y cuneta.	50
Figura 38. Obstáculos peligrosos.	51
Figura 39. Aviso de señalización.	51
Figura 40. Escaleras de ascenso.	52
Figura 41. Perfil vial tipo 8.	54

Figura 42. Árboles dentro de la Zona Lateral	55
Figura 43. Poste de Alumbrado Público dentro de la Zona Lateral.....	55
Figura 44. Retiro del poste de alumbrado público dentro de la Zona Lateral	56
Figura 45. Anclaje Tipo Pernos	57
Figura 46. Condiciones ideales de una Zona Lateral.....	58

Lista de figuras

Tabla 1. Datos para hallar la zona libre mínima necesaria (ZLMN).	29
Tabla 2. Ancho de la zona libre mínima necesaria (ZLMNo).	29
Tabla 3. Clasificación agrupada del Factor de corrección según el radio de curvatura.....	30
Tabla 4. Clasificación de la gravedad según el índice de severidad.	37
Tabla 5. Gravedad y FG de los objetos inventariados.	38
Tabla 6. Factor por Cantidad (FC).	39
Tabla 7. Factor de Proximidad (FP).	39
Tabla 8. Factor de Velocidad.	40
Tabla 9. Factor por Longitud (FL).	41
Tabla 10. Calificación del riesgo.	42
Tabla 11. Calificación del riesgo de la vía que comunica a los municipios Girón y Bucaramanga	45
Tabla 12. Calificación del riesgo de la vía que comunica a los municipios Bucaramanga y Girón.	48

Lista de apéndices

Apéndice A. Tramo a investigar. Bucaramanga, Puente El Bueno y Girón, Puente Antonia Santos.	62
Apéndice B. Objetivos de diseño de las funciones operacionales de las zonas laterales de las carreteras.	63
Apéndice C. Funciones ambientales de las zonas laterales de las carreteras.....	64
Apéndice D. Radio de Curvatura.	65
Apéndice E. Diseño de Zona Libre.....	66
Apéndice F. Serie histórica y composición del Tránsito Promedio Diario. Municipio de Girón- Bucaramanga.....	67
Apéndice G. Velocidad vs Índice de Severidad.....	68
Apéndice H. Lista para verificación en campo de los obstáculos en la zona lateral de la vía la valoración de riesgo en OBSTÁCULOS CONTINUOS.....	69
Apéndice I. Lista para verificación en campo de los obstáculos en la zona lateral de la vía la valoración de riesgo en OBSTÁCULOS DISCONTINUOS.....	70
Apéndice J. Estadísticas de accidentalidad en el tramo vial seleccionado, tomado del Observatorio Nacional de Seguridad Vial.	71
Apéndice K. Inventario de obstáculos continuos y subtotal de riesgo del sistema vial comprendido entre PUENTE EL BUENO (Bucaramanga) – PUENTE ANTONIA SANTOS (Girón).....	72
Apéndice L. Inventario de obstáculos discontinuos y subtotal de riesgo del sistema vial comprendido entre PUENTE EL BUENO (Bucaramanga) – PUENTE ANTONIA SANTOS (Girón).....	74

Apéndice M. Inventario de obstáculos continuos y subtotal de riesgo del sistema vial comprendido entre PUENTE ANTONIA SANTOS (Girón) – PUENTE EL BUENO (Bucaramanga)..... 77

Apéndice N. Inventario de obstáculos discontinuos y subtotal de riesgo del sistema vial comprendido entre PUENTE ANTONIA SANTOS (Girón) – PUENTE EL BUENO (Bucaramanga)..... 79

RESUMEN

TITULO: DIAGNÓSTICO DE OBSTÁCULOS LATERALES PRESENTES EN EL TRAMO VIAL COMPRENDIDO ENTRE PUENTE EL BUENO DEL MUNICIPIO DE BUCARAMANGA Y EL PUENTE ANTONIA SANTOS EN EL MUNICIPIO DE GIRÓN*.

AUTORES: LINA MARCELA HERNANDEZ IGLESIAS
DURLEY VARGAS GUTIÉRREZ**

PALABRAS CLAVE: ZONAS LATERALES, DERECHO DE VÍA, AMENAZA, VULNERABILIDAD, RIESGO, PELIGROSIDAD.

DESCRIPCIÓN:

Con estadísticas se ha podido demostrar que el porcentaje de los accidentes de tránsito han aumentado, y se hace evidente que es debido a: imprudencias de los conductores, fallas en el vehículo y la infraestructura vial. El presente trabajo va dirigido exclusivamente a la infraestructura vial, en lo específico a zonas laterales de la vía entre San Juan de Girón y la Ciudad de Bucaramanga, es decir, a los diferentes elementos físicos encontrados que influyen de manera directa e indirecta en la accidentalidad vial. Las zonas laterales de carreteras son elementos destinados a reducir la severidad de accidentes por salida de calzada. Existen pocos métodos para medir peligrosidad, que usualmente dependen de la disponibilidad de datos de accidentes. La peligrosidad es un indicador de cumplimiento de este objetivo, de reducir de forma eficiente las cifras de accidentalidad generada por el mal diseño de zonas laterales en la vía, se recomienda que para la construcción de nuevas vías y/o adecuación de las ya existentes se tenga en cuenta las especificaciones técnicas emitidas en el manual tratamiento zonas laterales y la guía técnica para el diseño de zonas laterales, ya que el diseño propuesto en estas contribuyen a minimizar el conflicto vehicular y los accidentes.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Luis David Arévalo Durán, Especialista en Ingeniería de Tránsito y Transportes.

ABSTRACT

TITLE: DIAGNOSTIC OF OBSTACLES LATÉRAUX PRESENTS DANS LE TRONÇON ROUTIER BETWEEN PUENTE EL BUENO OF THE MUNICIPALITY OF BUCARAMANGA AND THE PONT ANTONIA SANTOS IN THE MUNICIPALITY OF GIRÓN*

AUTHOR: LINA MARCELA HERNÁNDEZ IGLESIAS
DURLEY VARGAS GUTIÉRREZ**

KEYWORDS: LATERAL ZONES, RIGHT OF WAY, THREAT, VULNERABILITY, RISK, ROADSIDE HAZARDOUS.

DESCRIPTION:

With statistics it has been possible to demonstrate that the percentage of traffic accidents has increased, and it becomes evident that it is due to: drivers' negligence, vehicle failures and road infrastructure. The present work is directed exclusively to the road infrastructure, specifically to lateral zones of the road between San Juan de Girón and the City of Bucaramanga, that is, to the different physical elements found that directly and indirectly influence the accident rate. The lateral zones of roads are elements destined to reduce the severity of accidents by exit of road. There are few methods to measure hazards, which usually depend on the availability of accident data. The danger is an indicator of compliance with this objective, to reduce efficiently the accident figures generated by the bad design of lateral areas on the road, it is recommended that for the construction of new roads and / or adaptation of existing ones. take into account the technical specifications issued in the manual treatment of lateral zones and the technical guide for the design of lateral zones, since the design proposed in these contribute to minimizing vehicular conflict and accidents.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Luis David Arévalo Durán, Especialista en Ingeniería de Tránsito y Transportes

Introducción

Durante los últimos años se inició en el departamento de Santander una corriente de inversiones en la red vial, lo que constituyó un elemento sumamente necesario y fundamental para el desarrollo económico social de la población. Por esta razón, la infraestructura viaria es de crucial importancia cualquiera que sea la etapa de desarrollo en que se encuentre una región. ¿Pero qué tan seguras son las vías por las que circulan en sus vehículos las personas a diario? Para dar respuesta al interrogante, se consultó al Observatorio Nacional de Seguridad Vial, el cual revela que, en promedio, cuatro de cada diez accidentes vehiculares en Colombia dejan muertos o heridos. Siendo los límites de velocidad, el principal factor de accidentalidad, pero los diseños de infraestructura vial, también contribuyen y aumenta la gravedad de los accidentes de tránsito.

Se pretende con esta investigación comenzar con la disminución significativa de la accidentalidad y su gravedad, plantear una propuesta sobre la forma de la implementación de técnicas en el diseño de zonas laterales a las condiciones en la red vial, teniendo en cuenta la topografía, los criterios de diseño, los volúmenes vehiculares en general a las normas existentes, es decir, se quiere que su aplicación permita promover su implementación como un proceso indispensable y convencional en la ingeniería de carreteras y tránsito en Santander, en aras de disponer de infraestructuras viales más seguras. El presente estudio se centra en las zonas laterales de la vía, que fue objeto de evaluación en cuanto a los Obstáculos laterales que influyen en la accidentalidad y seguridad vial de los usuarios de la carretera comprendida entre puente el Bueno del Municipio de Bucaramanga y el Puente Antonia Santos en el Municipio de Girón. Figura 1.

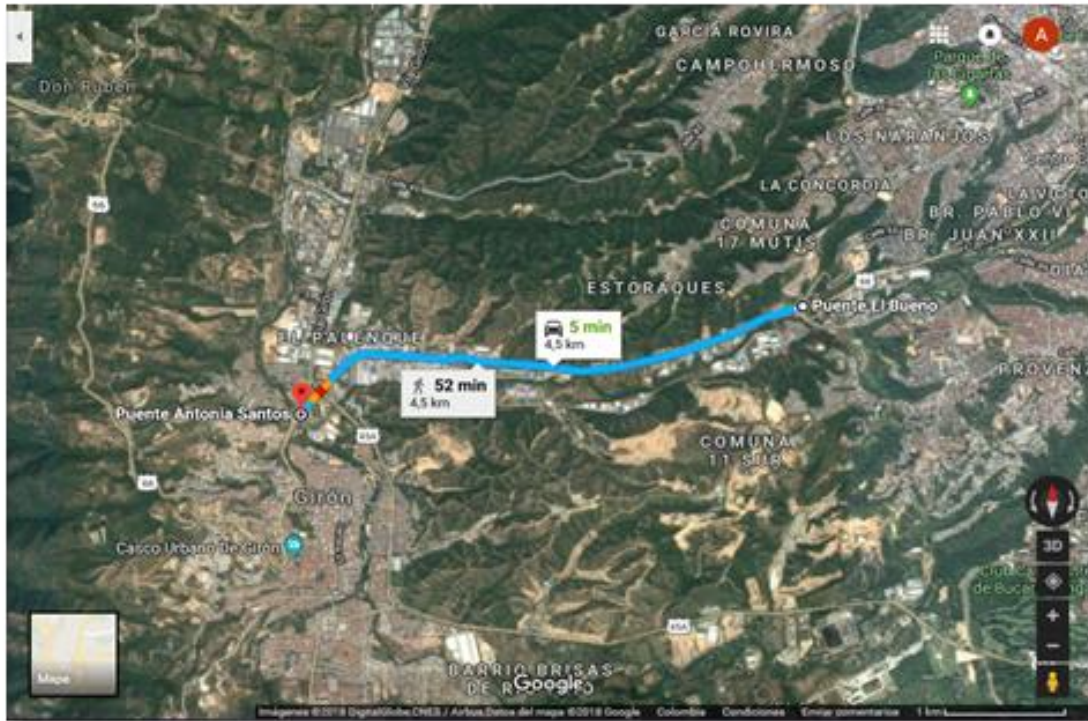


Figura 1. Tramo a investigar. Bucaramanga, Puente El Bueno y Girón, Puente Antonia Santos.
Fuente: Google maps

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Identificar los obstáculos existentes en zonas laterales e indicar los riesgos de accidentalidad ocasionados por estos en el tramo vial comprendido entre el Municipio de Bucaramanga y el Municipio de San Juan de Girón, según la aplicabilidad dada por el manual de tratamiento de zonas laterales en vías colombianas.

1.2 Objetivos específicos:

- Identificar los obstáculos laterales continuos y discontinuos al lado y lado del tramo vial seleccionado
- Identificar los principales riesgos de accidentalidad vehicular debido a la presencia de estos obstáculos.
- Proponer un modelo de zona lateral para la vía en estudio, de acuerdo con las consideraciones y criterios estipulados por la agencia nacional de seguridad vial.

2. Problemática

A la par del crecimiento del parque automotor en el departamento de Santander existe una fuerte tendencia de aumento de la accidentalidad vehicular con las consecuentes lesiones y mortalidad de conductores y acompañantes. La vía que conduce de Bucaramanga a Girón no se hace ajena a esta clase de problemática, debido a la gran circulación de toda clase de vehículos (motocicletas, automóviles, camiones, mulas) por esta zona. Se ha considerado por parte de expertos en seguridad vial que los excesos de velocidades, las imprudencia de los conductores y la seguridad del parque automotor son los factores de mayor índice de accidentalidad, pero además, se ha sumado a esto, el diseño de la infraestructura vial del trayecto comprendido desde el puente Antonia Santos en Girón hasta el puente el bueno en Bucaramanga, el conductor se encuentra ante dos cambios de sección transversal, es decir, se ven obligados invadir el carril derecho o izquierdo para adelantar y continuar su recorrido, lo cual conlleva posiblemente verse involucrado en un accidente.

Otro factor influyente en accidentalidad en este tramo vial, son los obstáculos presentes en zonas laterales, como construcciones, mejoras, postes, luminarias, elementos de señalización quebradizos y árboles, es decir, las vías deberán contar con zonas laterales seguras, libres de obstáculos laterales dentro de una filosofía de diseño conocida como: diseño 'perdonador', de modo que el vehículo tenga una zona de posible recuperación en caso de maniobras errática.

3. Marco teórico

- Zona lateral

De acuerdo al artículo 4° del Código Nacional de Tránsito se define como: Donde no se pretenda realizar ampliación de las vías a cargo de la Nación, las fajas de retiro obligatorio o área de reserva o de exclusión serán definidas por la autoridad municipal, las cuales deberán cumplir con las normas aplicables para el tipo de proyecto, así como ajustarse al Plan de Ordenamiento Territorial de cada Municipio, garantizando la normal operación de la vía. (Decreto 2976,2010, p.3)

- Berma

Parte exterior de la vía, destinada al soporte lateral de la calzada para el tránsito de peatones, semovientes y en emergencia para estacionar carros. (Ley N°769, 2002, p.4)

- Calzada

Zona normalmente destinada a la circulación de autos. (Ley N°769, 2002, p.4)

- Calle o carretera

Vía urbana de tránsito público, que incluye toda la zona comprendida entre los linderos frontales de propiedad. (Ley N°769, 2002, p.3)

- Carril

Parte de la calzada destinada al tránsito de una sola fila de vehículos. (Ley N°769, 2002, p.5)

- Separador

Faja que independiza dos calzadas de una vía. . (Ley N°769, 2002, p.11)

- Derecho de vía

Faja de terreno que es necesaria para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de una vía, cuyo ancho es determinado por la autoridad competente. (INVIAS, 2013, p.1)

Las zonas laterales presentan cuatro funciones principales:

**FUNCIONES DE LAS ZONAS
LATERALES**

OPERACIONALES - VISUALES

AMBIENTALES - AUXILIARES

Figura 2. Funciones de las zonas laterales de las carreteras.

3.1 Funciones operacionales

Las funciones operacionales de las zonas laterales son aquellas que proporcionan seguridad a los usuarios y trabajadores en la vía e incluyen las instalaciones para la provisión de usos múltiples al borde de las carreteras como parte de los servicios del sistema de transporte y movilización al cual pertenecen.

La principal función operacional de las zonas laterales de las vías, es la de proporcionar seguridad a los ocupantes de los vehículos, y la provisión de instalaciones para la seguridad de peatones, ciclistas y trabajadores en la vía. Adicionalmente, los objetivos de diseño deben dirigirse

a la integración dentro de las zonas laterales de las señales, los elementos hidráulicos, las instalaciones para la iluminación, servicios públicos y la vegetación, para complementar las condiciones seguras. (Corporación Fondo de prevención vial, 2012).



Figura 3. Objetivos de Diseño de las Funciones Operacionales de las Zonas Laterales de las Carreteras. Adaptado de Corporación Fondo de prevención vial. (2012). Guía técnica para el diseño de las zonas laterales, para vías más seguras. Bogotá. D. C.: HOF CONSULTORES S.A.S Anexo No. 02.

3.2 Funciones ambientales

Las funciones ambientales de las zonas laterales son aquellas que protegen y mejoran el entorno natural y las construcciones circunvecinas, las cuales pueden contribuir a mejorar la seguridad si se tratan apropiadamente. (Corporación Fondo de prevención vial, 2012).

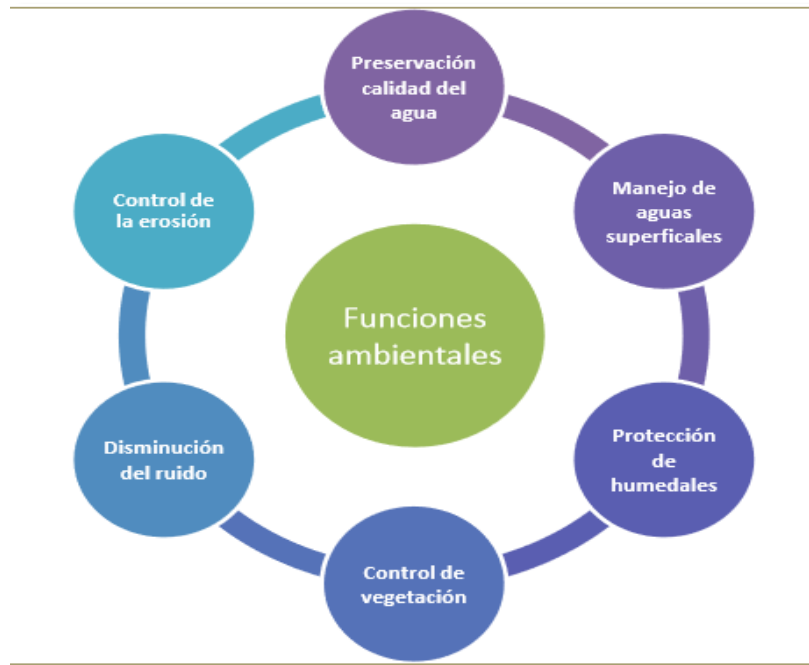


Figura 4. Funciones ambientales de las zonas laterales de las carreteras. Adaptado de Corporación Fondo de prevención vial. (2012). Guía técnica para el Diseño de las Zonas Laterales, para Vías más Seguras. Bogotá. D. C.: HOF CONSULTORES S.A.S. Anexo: 3.

3.3 Funciones visuales

Las funciones visuales de las zonas laterales son aquellas encaminadas a promover o estimular una mejor percepción ambiental y están integradas a las funciones operacionales, ambientales y auxiliares. Estas funciones son percibidas y experimentadas primariamente por medio de la vista, en consecuencia, son aquellas que producen un impacto visual en el conductor y son procesadas obteniendo una respuesta en la conducción y en el control del vehículo. (Corporación Fondo de prevención vial, 2012).

3.4 Funciones auxiliares

Las funciones auxiliares de las zonas laterales son aquellas que proporcionan situaciones operacionales, ambientales y visuales adicionales, completando las instalaciones para la adecuada

operación del tránsito vehicular y de los demás usuarios viales. Dentro de las instalaciones que prestan funciones auxiliares en las zonas laterales se encuentran, las áreas de descanso, los sitios de estacionamiento en las zonas laterales, los miradores, los usos agrícolas, las instalaciones para peatones y ciclistas. (Corporación Fondo de prevención vial, 2012).

3.5 Distribución típica de las funciones de las zonas laterales

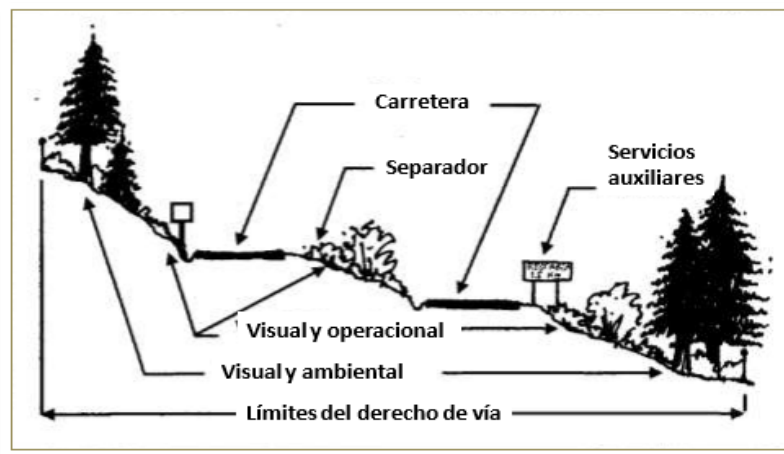


Figura 5. Ejemplo de la distribución de las funciones de la zona lateral de las carreteras. Adaptado de Corporación Fondo de prevención vial. (2012). Guía Técnica para el Diseño de las Zonas Laterales, para Vías más Seguras. Bogotá. D. C.: HOF CONSULTORES S.A.S.

3.6 Gestión de la zona lateral

La gestión de las zonas laterales de las carreteras encierra las fases de planeación, diseño, construcción y mantenimiento del entorno de dichos espacios y debe estar dirigida a la verificación de las cuatro categorías funcionales mencionadas: operacionales, ambientales, visuales y auxiliares. (Corporación Fondo de prevención vial, 2012).

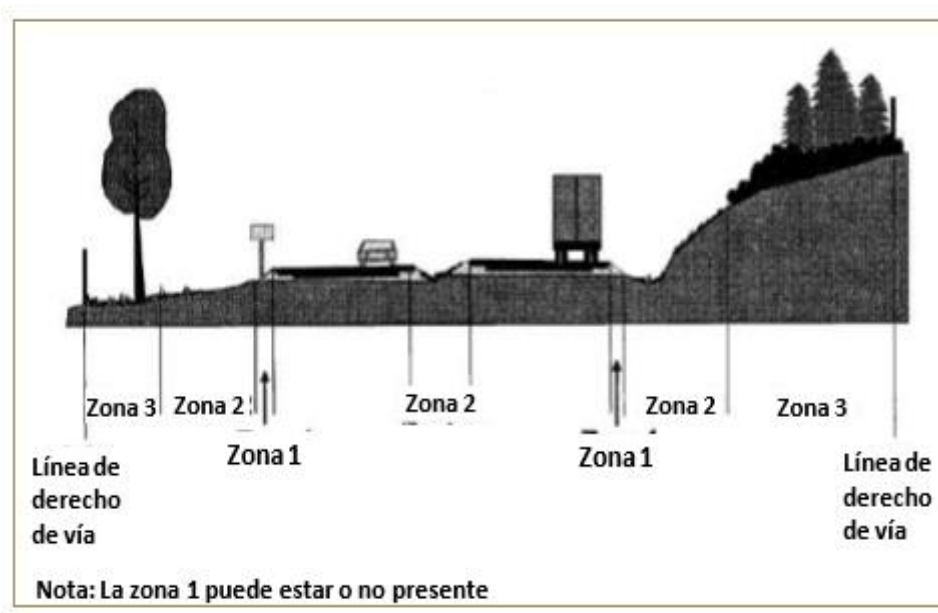


Figura 6. Distribución típica de las zonas sobre las cuales se adelanta la gestión de las zonas laterales de las carreteras. Adaptado de Corporación Fondo de prevención vial. (2012). Guía Técnica para el Diseño de las Zonas Laterales, para Vías más Seguras. Bogotá. D. C.: HOF CONSULTORES S.A.S.

4. Cálculo de la zona despejada mínima necesaria para el tramo vial

Se entiende como zona lateral o zona despejada de una vía, al espacio libre situado fuera de la circulación vehicular, comprendida desde el extremo exterior de la berma y el límite del derecho de la vía cuando esta no es dividida y estar en el separador en vías divididas. Esta es la zona destinada para que los vehículos que pierden el control y se salen de la carretera tengan el suficiente espacio para evitar accidentes y puedan retornar nuevamente a la vía.

Toda zona lateral segura debe incluir las bermas, pendientes recuperables y no recuperables o áreas de despeje por salida, es decir, se debe proponer técnicas que sean determinantes en la

seguridad de las zonas laterales en lo que tiene que ver con el diseño, la construcción de muros de protección, barreras de tráfico de seguridad, tipos de protección de estas, de reencauzamiento, análisis y determinación de dispositivos con características de desprendimientos entre otros. Así mismo se determinan los sistemas y mecanismos de amortiguadores más adecuados contra choques para extremos y transiciones de las barras.

Zona despejada o zona desobstruida, medida desde el borde del pavimento hasta el más próximo obstáculo, relativamente plana más allá del borde de calzada, apta para recuperación de vehículos desviados, el ancho de la zona despejada está en función de su volumen (Transito promedio diario anual, TPDA), la velocidad de diseño y del tipo de talud de terraplén que se encuentra al borde de la vía.

El radio de curvatura más aproximado fue fallado por Google Earth. Ver figura 7.

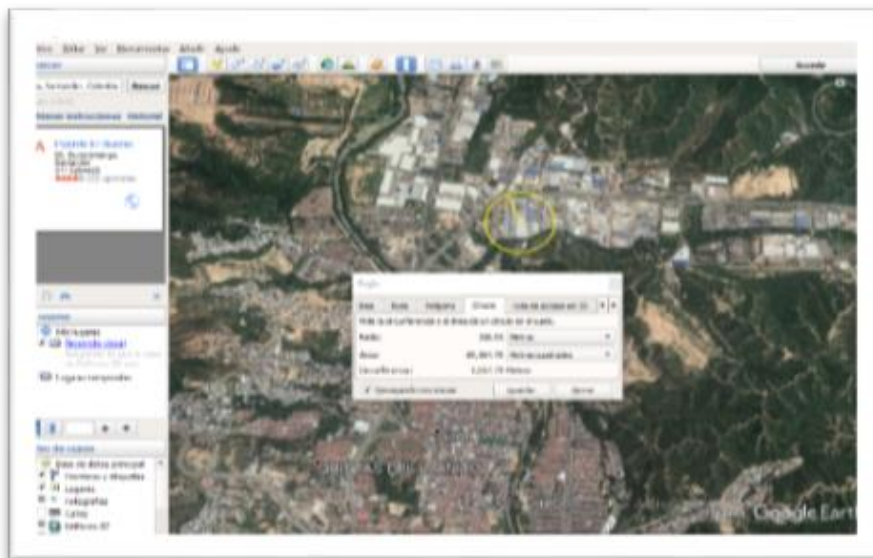


Figura 7. Radio de curvatura. Adaptado de Google Earth. Anexo No. 04.

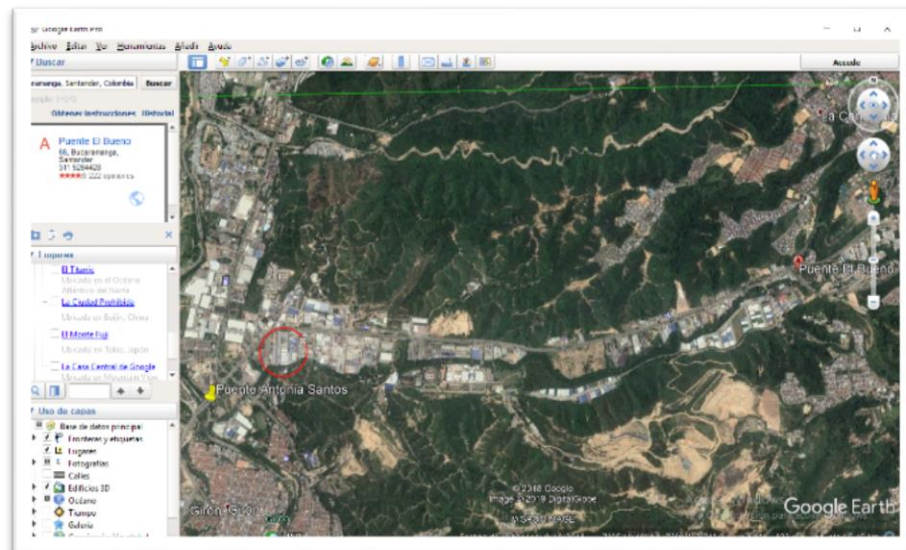


Figura 8. Visualización del radio de curvatura entre el Puente El Bueno y el Puente Antonia Santos. Adaptado de Google Earth.

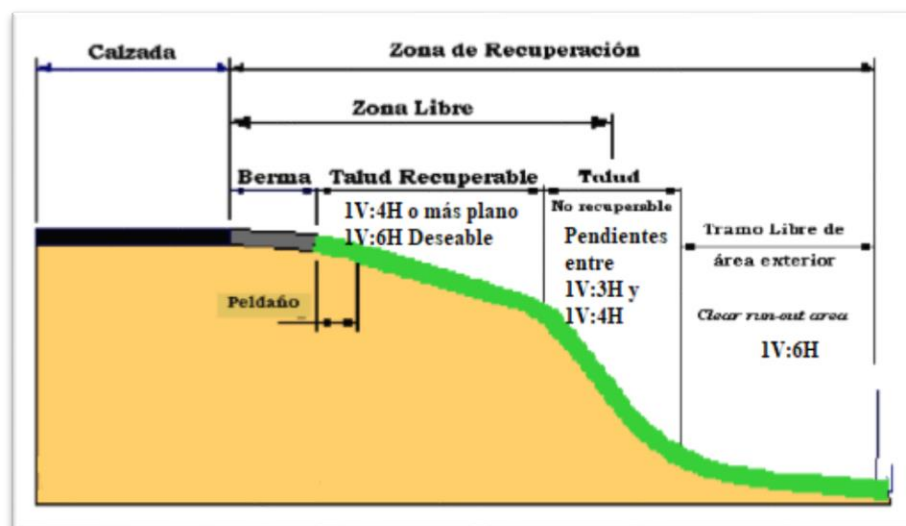


Figura 9. Diseño de Zona Libre. Adaptado de Manual para el tratamiento de zonas laterales en carreteras colombianas. Página 229 Anexo No. 05.

La figura muestra como el ancho de la zona despejada inicia en el borde interior de la berma, el talud de esta franja debe tener una inclinación menor o igual 1:4 para que sea recuperable y admite una pendiente de 1:3, solo si se cuenta adicionalmente con una zona contigua de pendiente de 1:6 o menor y con un mínimo de 3 metros de ancho conocida como zona de despeje por salida.

Para determinar la zona despejada se debe tener en cuenta el tipo de talud que se encuentra al borde de la vía, además debe usarse la velocidad de diseño y del tránsito promedio diario anual (TPDA), obtenido a partir de conteos. Sumado a esto, debe existir un factor de corrección (F_c) en función de la velocidad y el radio de las curvas horizontales, el cual ajusta el valor de zona libre debido a que los vehículos necesitan más espacio en caso de perder el control en una curva.

Se encontró un estudio en la página del Inviás Institución Nacional de Vías que contiene aspectos relacionados con las definiciones de los términos técnicos empleados en los estudios de vías, tránsito y transporte. Presenta un resumen del porcentaje y tipo de vehículos que usan las vías nacionales, el volumen de tráfico vehicular en forma de TDPs obtenido de las estaciones de conteo de todas las Territoriales y la velocidad de diseño entro del casco urbano, el máximo límite de velocidad es de 60 kms/h y en vías externas de 80 kms/h, por ejemplo, el Anillo Vial. En este caso tomamos el TPDA >10.000 en la vía Girón – Bucaramanga. Anexo No.6

Tabla 1.

Datos para hallar la zona libre mínima necesaria (ZLMN).

Velocidad de diseño	TPDA	Radio promedio
60 [km/h]	>10000	168,00[m]

Con estos datos, se revisa la tabla 2 para encontrar la zona despejada necesaria para vías de alineamiento recto (ZLMNo) para la vía de estudio.

Tabla 2.

Ancho de la zona libre mínima necesaria (ZLMNo).

Velocidad de diseño [Km/h]	TPDA (VPD)	ZLMNo [m]	
		Pendiente del talud	
		Negativa	Positiva
>60	<2500	3,5	3,5
	2500-10000	4,5	4,5
	>10000	4,5	4,5

[Continuación tabla 2]

Velocidad de diseño [Km/h]	TPDA (VPD)	ZLMNo [m]	
		Pendiente del talud	
		Negativa	Positiva
60 - 80	<2500	5,0	5,0
	2500-10000	5,0	5,0
	>10000	6,0	5,5
80 - 100	<2500	6,5	5,0
	2500-10000	7,5	5,5
	>10000	8,0	6,0

Adaptado de Corporación Fondo de Prevención Vial. (2012). Guía técnica para el diseño de las zonas laterales, para vías más seguras. Bogotá D.C., Hof Consultores S.A.S.

Luego de obtener la ZLMNo, se obtiene el factor de corrección según la tabla 3.

Tabla 3.

Clasificación agrupada del Factor de corrección según el radio de curvatura

Radio de curvatura [m]	Fc
< 900	1
900 - 600	1,2
600 - 300	1,3
300 - 100	1,5

Adaptado de Corporación Fondo de Prevención Vial. (2012). Guía técnica para el diseño de las zonas laterales, para vías más seguras. Bogotá D.C., Hof Consultores S.A.S.

Contando con los datos se procede a reemplazar en la siguiente fórmula para obtener el valor final:

$$ZLMN = Fc * ZLMNo$$

$$ZLMN = 1.5 * 4.5 = 6.75 [m]$$

$$ZLMN = 6.75 [m]$$

Este será el valor de zona libre necesaria para la vía que comunica los municipios de Bucaramanga y Girón.

5. Inventario de objetos potencialmente peligrosos

La inspección del terreno provee un conocimiento de las condiciones existentes de las zonas laterales del tramo de la vía entre Bucaramanga y Girón, en el que se incluye la evaluación de la señalización, iluminación, demarcaciones, delineación y las características geométricas, entre otras. El objetivo es identificar los problemas que puedan afectar la accidentalidad de los usuarios de la vía, siendo las señales de tránsito, árboles gigantes, talud en corte disparejo o con profundos surcos de erosión, pilas y estribos de puentes, postes de servicios públicos, materas, muros perpendiculares a la vía, cajas de ladrillos entre otros algunos ejemplos de características que comúnmente se encuentran en las márgenes de las carreteras los cuales pueden convertirse en serios peligros para usuarios de la vía.

Para el análisis del tramo en estudio, la inspección se realizó mediante la observación y toma de fotografías, debido a que el tramo inspeccionado cuenta con una doble calzada. Con dicho levantamiento se llevó a cabo el trabajo, verificando las características más importantes a tener en cuenta en las zonas laterales de la vía, encontrándose allí elementos fijos continuos y discontinuos, artificiales o naturales, traspasables o no traspasables. La lista de objetos peligrosos se observa en la figura 10.

Sentido BGA-GIRON

Tramo	Obstáculos	Tipo	Distancia carretera (m)	Ancho obstáculo (m)	Largo obstáculo (m)
1	Otros 1	C	0,9	0	16,95
	Otros 1	C	1	0	37,5
	Cuneta	C	0,6	1,55	1,7
	Cuneta	C	0,95	0	1,4
	Cuneta	C	0	1,1	0,4
	Cuneta	C	0,9	0	0,9
	Poste	DC	0,83	0,35	0,35
	Alcantarilla	DC	0,5	1,2	1,2
2	Alcantarilla	DC	0,33	1,1	0,74
	Cuneta	C	0	1	0,9
	Poste	DC	2,1	0,25	0,25
	Alcantarilla	DC	0,3	1,6	1,7
	Poste	DC	0,9	0,25	0,25
	Otros 1	C	0,9	1,7	8,6
3	Cuneta	DC	0	1,1	34
	Otros 1	C	1,1	0,65	28
	Otros 1	C	1	4,5	13
	Cuneta	C	0	1	26
	Cuneta	C	1	2,3	2,05
4	Señal de transito	DC	1,1	0,85	0,05
	Señal de transito	DC	1,2	1,6	0,05
	Señal de transito	DC	1,2	0,82	0,05
	Señal de transito	DC	1,2	0,6	0,05
	Señal de transito	DC	1,2	0,84	0,05
	Otros 1	C	1	0	70
5	Alcantarilla	DC	1,3	2	3,2
	Otros 2	DC	0,3	0,3	0,3

Figura 10. Lista de objetos a inventariar.

Sentido BGA-GIRON

Tramo	Obstáculos	Tipo	Distancia carretera (m)	Ancho obstáculo (m)	Largo obstáculo (m)
	Otros 2	DC	0,3	0,3	0,3
	Otros 2	DC	0,3	0,3	0,3
	Otros 2	DC	0,3	0,3	0,3
6	Otros 1	C	0,5	0	0,47
	Señal de transito	DC	0,6	2	0,05
	Cuneta	C	0	1	1,58
	Otros 1	C	1	0	1,52
7	Cuneta	C	0	0,5	1,6
	Cuneta	C	0	0,9	2
	Señal de transito	DC	1,2	0,8	0,05
	Alcantarilla	DC	0,15	1	4
	Cuneta	C	0	1	0,7
	Cuneta	C	0,35	1,52	3,1
	Cuneta	C	1,2	2,5	1,38
	Cuneta	C	0,4	1,52	1,9
	Cuneta	C	0,3	2,62	1,7
8	Señal de transito	DC	1,3	2	0,05
	Cuneta	C	0	1	1,7
	Cuneta	C	0,5	1,6	1,8
	Señal de transito	DC	1,2	0,8	0,05
	Señal de transito	DC	1,2	0	0,05
	Señal de transito	DC	1,3	0	0,05
9	Señal de transito	DC	1,2	0	0,05
	Señal de transito	DC	1,2	0	0,05
	Cuneta	C	0,36	1,5	1,65
	Cuneta	C	0	1	50
	Cuneta	C	0,4	1	1,2

[Continuación Figura 10]

[Continuación Figura 10]

Sentido BGA-GIRON

Tramo	Obstáculos	Tipo	Distancia carretera (m)	Ancho obstáculo (m)	Largo obstáculo (m)
10	Señal de transito	DC	1,4	0	0,05
	Poste	DC	0,1	0,5	0,5
	Señal de transito	DC	0,1	0	0,05
	Poste	DC	1	0,5	0,5
	Otros 2	DC	0,15	0,7	0,3
	Señal de transito	DC	0,3	0	0,05
11	Poste	DC	0,3	0,15	0,15
	Árbol	DC	0,4	0,5	0,5
	Árbol	DC	0,4	0,75	0,75
	Árbol	DC	0,4	0,75	0,75
	Señal de transito	DC	0,3	0	0,05
	Árbol	DC	0,3	0,65	0,6

Sentido GIRON-BGA

Tramo	Obstáculos	Tipo	Distancia carretera (m)	Largo obstáculo (m)
1	Señal de transito	DC	1,2	0,05
	Poste	DC	1	0,35
2	Señal de transito	DC	1	0,05
	Señal de transito	DC	0,7	0,05
	Señal de transito	DC	1	0,05
3				
4	Señal de transito	DC	1	0,05
	Señal de transito	DC	1,2	0,05

Figura 11. Lista de objetos a inventariar.

[Continuación Figura 11]

Sentido GIRON-BGA

Tramo	Obstáculos	Tipo	Distancia carretera (m)	Largo obstáculo (m)
5	Señal de transito	DC	1	0,05
	Señal de transito	DC	1	0,05
	Señal de transito	DC	0,7	0,05
6	Señal de transito	DC	1	0,05
	Señal de transito	DC	1,2	0,05
7	Poste	DC	1,2	0,35
	Señal de transito	DC	1,2	0,05
	Señal de transito	DC	1,2	0,05
	Otros 2	DC	0,3	0,3
8				
9	Otros 2	DC	0,3	0,3
	Otros 2	DC	0,3	0,3
	Otros 2	DC	0,3	0,3
	Poste	DC	1,2	0,35
10	Señal de transito	DC	1	0,05
	Señal de transito	DC	1	0,05
11	Poste	DC	1,2	0,35
	Señal de transito	DC	1	0,05
	Poste	DC	1	0,25

C: Continúo DC: Discontinúo

Un aspecto importante para el diseño de zonas laterales es contar con especificaciones de diseño que minimicen la peligrosidad, tanto en la fase de diseño como en la fase de operación de las carreteras. Por lo tanto, el problema esencial es contar con un índice que permita calificar la peligrosidad y tomar decisiones con base en esa calificación: eliminar obstáculos, modificar la zona lateral, disponer atenuadores de impacto o barreras y delinear los obstáculos, retirar obstáculos, cubrir depresiones y disponer de sistemas de contención lateral.

6. Cálculo del riesgo

Para el inventario de obstáculos laterales en sentidos Norte - Occidente y Occidente- Norte, se realiza el cálculo del riesgo, para lo cual se llenaron dos modelos de tablas.

Al calcular el riesgo se procedió a dividir el segmento vial en tramos de 500 [m], y se procedió a encontrar los siguientes factores propuestos en la Guía técnica para el diseño de las zonas laterales, para vías más seguras.

- **Factor de Gravedad (FG):** Según la Guía Técnica para el Diseño de las Zonas Laterales, para Vías más Seguras es una medida por medio de la cual se miden las consecuencias en un hecho desastroso (Corporación Fondo de Prevención Vial, 2012).

Este factor depende del índice de severidad cuya fórmula es:

$$IS = \frac{1}{2} m (V_{sen(\theta)})^2$$

Donde m es la masa del vehículo, V su velocidad, y θ el ángulo de impacto. El IS se mide en una escala de 1 a 10, y de ahí se deriva el factor de gravedad siguiendo la tabla 4.

Tabla 4.

Clasificación de la gravedad según el índice de severidad.

Clasificación de gravedad	Índice de severidad	Factor de gravedad
Baja	0,0	0,02
	0,5	
	1,0	
	2,0	
	3,0	
Moderada	4,0	0,07
	5,0	
	6,0	
Alta	7,0	1,00
	8,0	
	8,0	
	8,0	
	10,0	

Adaptado de Corporación Fondo de Prevención Vial. (2012). Guía técnica para el diseño de las zonas laterales, para vías más seguras. Bogotá. D. C.: HOF Consultores S.A.S.

Para la mayoría de los obstáculos inventariados, la metodología propuesta por el Fondo de Prevención Vial proporcionaba la clasificación por Gravedad para obtener el valor de FG (Factor de Gravedad); sin embargo, para los que no estaban ahí contemplados, se consultó el Apéndice A de la RDG (Roadside Design Guide), en el cual la AASHTO realizó una regresión lineal donde se relaciona la velocidad y el índice de severidad.

La gráfica se puede observar en la figura 12, de la cual se extrajo el valor de IS para la velocidad de operación de la vía de estudio y por consiguiente se obtuvo el Factor de Gravedad (FG).

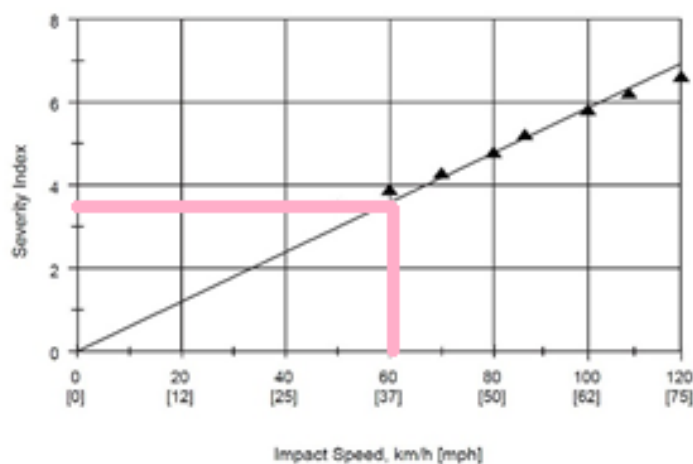


Figura 12. Gráfica de Velocidad vs. Índice de Severidad. Adaptado de American Association of State Highway and Transportation Officials. Roadside Design Guide, Appendix A; 2006. Anexo No.7.

Por último, en la tabla 5 se muestra la gravedad de los obstáculos en su respectivo tramo y su respectivo Factor de Gravedad (FG).

Tabla 5.

Gravedad y FG de los objetos inventariados.

Tramo	Clasificación del riesgo	FG
1	MODERADO	0,07
2	MODERADO	0,07
3	MODERADO	0,07
4	MODERADO	0,07
5	MODERADO	0,07
6	MODERADO	0,07
7	MODERADO	0,07
8	MODERADO	0,07
9	MODERADO	0,07

10	MODERADO	0,07
11	MODERADO	0,07

-Factor por Cantidad (FC): Según la Guía Técnica para el Diseño de las Zonas Laterales, para Vías más Seguras este factor afecta únicamente a los obstáculos discontinuos, y está en función de la cantidad de obstáculos por tramo. Se encuentra en la tabla 6 (Corporación Fondo de Prevención Vial, 2012).

Tabla 6.
Factor por Cantidad (FC).

Cantidad (Unid)		Factor por cantidad
Mayor o igual a	Menor a	
0	15	0,5
15	30	0,75
30	-	1,00
**Sin limite		

Adaptado de Corporación Fondo de Prevención Vial. (2012). Guía técnica para el diseño de las zonas laterales, para vías más seguras. Bogotá D.C., Hof Consultores S.A.S.

- Factor por Proximidad (FP): Según la Guía Técnica para el Diseño de las Zonas Laterales, para Vías más Seguras afecta tanto a obstáculos continuos y discontinuos de la siguiente manera: En obstáculos continuos se toma la distancia crítica de los obstáculos paralelos a la vía, y en obstáculos discontinuos se toma la del objeto fijo más cercano al borde la vía. En la tabla 7 se observan los valores de FP (Corporación Fondo de Prevención Vial, 2012).

Tabla 7.
Factor de Proximidad (FP).

Distancia [m]		Factor por proximidad
Mayor o igual a	Menor a	
0,00	3,00	1,00
3,00	6,00	0,50
6,00	-	0,25

****Hasta el ancho de zona despejada**

Adaptado de Corporación Fondo de Prevención Vial. (2012). Guía técnica para el diseño de las zonas laterales, para vías más seguras. Bogotá D.C., Hof Consultores S.A.S.

- **Factor por Velocidad (FV):** Según la Guía Técnica para el Diseño de las Zonas Laterales, para Vías más Seguras, este factor afecta a los obstáculos continuos y discontinuos, y está en función del límite de velocidad del tramo de estudio. Para la obtención del FV se toma la señalización de cada tramo, sin embargo, se menciona que cuando hay ausencia de señalización o esta, a criterio del ingeniero no corresponde o no es razonable se toma la velocidad de diseño, ahora si se cuenta con la velocidad de operación y es mayor a las otras dos velocidades se tomara la de operación.

En este caso, se encontró que la señalización no está en concordancia con el límite de velocidad expresado por las autoridades de tránsito, además se presentan límites que pueden no ser razonables para algunos conductores luego esta señalización se convierte en un obstáculo. Para la vía de estudio se tiene un límite de velocidad de 60 Km/h, por lo tanto, el valor de FG es 0,3 como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8.

Factor de Velocidad.

Velocidad [km/h]		Factor por velocidad
Mayor o igual a	Menor a	
0	60	0,30
60	80	0,60
80	120	1,00

Adaptado de Corporación Fondo de Prevención Vial. (2012). Guía técnica para el diseño de las zonas laterales, para vías más seguras. Bogotá D.C., Hof Consultores S.A.S.

- **Factor por Longitud (FL):** Según la Guía Técnica para el Diseño de las Zonas Laterales, para Vías más Seguras afecta a los obstáculos continuos y resulta de sumar la longitud total de los

obstáculos de cada tipo, donde luego se ubica según la tabla 9 (Corporación Fondo de Prevención Vial, 2012).

Tabla 9.
Factor por Longitud (FL).

Longitud [m]		Factor por longitud
Mayor o igual a	Menor a	
0	50	0,25
50	250	0,50
250	500	1,00

Adaptado de Corporación Fondo de Prevención Vial. (2012). Guía técnica para el diseño de las zonas laterales, para vías más seguras. Bogotá D.C., Hof Consultores S.A.S.

- **Riesgo Objetos Discontinuos (ROD):** Donde C es la cantidad de objetos en el tramo de análisis.

$$ROD = FG * (FC + FP + FV) * C$$

- **Riesgo Objetos Continuos (ROC):** La longitud total L de los elementos, debe influir proporcionalmente en el riesgo por lo que se definieron sub-tramos (st) de 10 [m] de longitud, cuya cantidad (Cst) resulta de:

$$Cst = \frac{L}{10}$$

Y entra a ser un factor multiplicador en la fórmula del riesgo:

$$ROC = FG * (FL + FP + FV) * Cst$$

Estas fórmulas se aplican con cada grupo de objetos del inventario, donde se obtienen subtotales de riesgo, los cuales se deben sumar en cada tramo para obtener un riesgo total el cual se clasifica según la tabla 10.

Tabla 10.
Calificación del riesgo.

Riesgo tramo (Rt)	Mayor a	Menor o igual a
Bajo	0	10
Medio bajo	10	25
Medio	25	45
Medio alto	45	75
Alto	75	-

Adaptada de Corporación Fondo de Prevención Vial. (2012). Guía técnica para el diseño de las zonas laterales, para vías más seguras. Bogotá D.C., HOF Consultores S.A.S.

7. Resultados

A continuación, presentamos los resultados obtenidos de los riesgos encontrados y estudiados en los tramos entre Bucaramanga y el Municipio de Girón en los dos sentidos.

Lo que se realizó fue dividir la distancia total de la vía en tramos de 500 m, sacando la cantidad de objetos y la longitud total de cada uno.

Sentido Girón- Bucaramanga

TRAMO	1	CANTIDAD	
Otros 1	0	0	
Cuneta	0	0	
Señal de transito	1	0,05	
Arbol	0	0	
Poste	1	0,35	
Alcantarilla	0	0	
Otros 2	0	0	

Figura 13. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 1 Girón- Bucaramanga.

TRAMO	2	CANTIDAD
Otros 1	0	0
Cuneta	0	0
Señal de transito	3	0,15
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	0	0
Otros 2	0	0

Figura 14. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 2 Girón- Bucaramanga.

TRAMO	3	CANTIDAD
Otros 1	0	0
Cuneta	0	0
Señal de transito	0	0
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	0	0
Otros 2	0	0

Figura 15. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 3 Girón- Bucaramanga.

TRAMO	4	CANTIDAD
Otros 1	0	0
Cuneta	0	0
Señal de transito	2	0,1
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	0	0
Otros 2	0	0

Figura 16. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 4 Girón- Bucaramanga.

TRAMO	5	CANTIDAD
Otros 1	0	0
Cuneta	0	0
Señal de transito	3	0,15
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	0	0
Otros 2	0	0

Figura 17. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 5 Girón- Bucaramanga.

TRAMO	6	CANTIDAD
Otros 1	0	0
Cuneta	0	0
Señal de transito	2	0,1
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	0	0
Otros 2	0	0

Figura 18. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 6 Girón- Bucaramanga.

TRAMO	7	CANTIDAD	
Otros 1	0	0	
Cuneta	0	0	
Señal de transito	2	0,1	
Arbol	0	0	
Poste	1	0,35	
Alcantarilla	0	0	
Otros 2	1	0,3	

Figura 19. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 7 Girón- Bucaramanga.

TRAMO	8	CANTIDAD	
Otros 1	0	0	
Cuneta	0	0	
Señal de transito	0	0	
Arbol	0	0	
Poste	0	0	
Alcantarilla	0	0	
Otros 2	0	0	

Figura 20. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 8 Girón- Bucaramanga.

TRAMO	9	CANTIDAD	
Otros 1	0	0	
Cuneta	0	0	
Señal de transito	0	0	
Arbol	0	0	
Poste	1	0,35	
Alcantarilla	0	0	
Otros 2	3	0,9	

Figura 21. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 9 Girón- Bucaramanga.

TRAMO	10	CANTIDAD	
Otros 1	0	0	
Cuneta	0	0	
Señal de transito	2	0,1	
Arbol	0	0	
Poste	0	0	
Alcantarilla	0	0	
Otros 2	0	0	

Figura 22. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 10 Girón- Bucaramanga.

TRAMO	11	CANTIDAD	
Otros 1	0	0	
Cuneta	0	0	
Señal de transito	1	0,05	
Arbol	0	0	
Poste	2	0,6	
Alcantarilla	0	0	
Otros 2	0	0	

Figura 23. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 11 Girón- Bucaramanga.

A continuación, obtenemos el Riesgo Objeto Continúo (ROC) y el Riesgo Objeto Discontinúo (ROD) para así hallar el Riesgo Total y la Clasificación del Riesgo, en la siguiente tabla podemos observar los resultados en el sentido GIRÓN- BGA.

Tabla 11.

Calificación del riesgo de la vía que comunica a los municipios Girón y Bucaramanga

Sentido GIRON-BGA				
Tramo	ROC	ROD	Riesgo Total	Clasificación del Riesgo
1	0,00	0,294	0,29	BAJO
2	0,00	0,441	0,44	BAJO
3	0,00	0	0,00	BAJO
4	0,00	0,294	0,29	BAJO
5	0,00	0,441	0,44	BAJO
6	0,00	0,294	0,29	BAJO
7	0,00	0,588	0,59	BAJO
8	0,00	0	0,00	BAJO
9	0,00	0,588	0,59	BAJO
10	0,00	0,294	0,29	BAJO
11	0,00	0,441	0,44	BAJO

Sentido Bucaramanga – Girón

Lo que se realizó fue dividir la distancia total de la vía en tramos de 500 m, sacando la cantidad de objetos y la longitud total de cada uno.

TRAMO	1	CANTIDAD	
Otros 1	2	54,45	
Cuneta	4	4,4	
Señal de transito	0	0	
Arbol	0	0	
Poste	1	0,35	
Alcantarilla	1	1,2	
Otros 2	0	0	

Figura 24. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 1 Bucaramanga – Girón.

TRAMO	2	CANTIDAD
Otros 1	1	8,6
Cuneta	1	0,9
Señal de transito	0	0
Arbol	0	0
Poste	2	0,5
Alcantarilla	2	2,44
Otros 2	0	0

Figura 25. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 2 Bucaramanga – Girón.

TRAMO	3	CANTIDAD
Otros 1	2	41
Cuneta	3	62,05
Señal de transito	0	0
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	0	0
Otros 2	0	0

Figura 26. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 3 Bucaramanga – Girón.

TRAMO	4	CANTIDAD
Otros 1	1	70
Cuneta	0	0
Señal de transito	5	0,25
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	0	0
Otros 2	0	0

Figura 27. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 4 Bucaramanga – Girón.

TRAMO	5	CANTIDAD
Otros 1	0	0
Cuneta	0	0
Señal de transito	0	0
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	1	3,2
Otros 2	4	1,2

Figura 28. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 5 Bucaramanga – Girón.

TRAMO	6	CANTIDAD
Otros 1	2	1,99
Cuneta	1	1,58
Señal de transito	1	0,05
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	0	0
Otros 2	0	0

Figura 29. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 6 Bucaramanga – Girón.

TRAMO	7	CANTIDAD
Otros 1	0	0
Cuneta	7	12,38
Señal de transito	1	0,05
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	1	4
Otros 2	0	0

Figura 30. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 7 Bucaramanga – Girón.

TRAMO	8	CANTIDAD
Otros 1	0	0
Cuneta	2	3,5
Señal de transito	4	0,2
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	0	0
Otros 2	0	0

Figura 31. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 8 Bucaramanga – Girón.

TRAMO	9	CANTIDAD
Otros 1	0	0
Cuneta	3	52,85
Señal de transito	2	0,1
Arbol	0	0
Poste	0	0
Alcantarilla	0	0
Otros 2	0	0

Figura 32. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 9 Bucaramanga – Girón.

TRAMO	10	CANTIDAD
Otros 1	0	0
Cuneta	0	0
Señal de transito	3	0,15
Arbol	0	0
Poste	2	1
Alcantarilla	0	0
Otros 2	1	0,3

Figura 33. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 10 Bucaramanga – Girón.

TRAMO	11	CANTIDAD
Otros 1	0	0
Cuneta	0	0
Señal de transito	1	0,05
Arbol	4	2,6
Poste	1	0,15
Alcantarilla	0	0
Otros 2	0	0

Figura 34. Cantidad y largo de obstáculo por tramo 11 Bucaramanga – Girón.

A continuación, obtenemos el Riesgo Objeto Continúo (ROC) y el Riesgo Objeto Discontinúo (ROD) para así hallar el Riesgo Total y la Clasificación del Riesgo, en la siguiente tabla podemos observar los resultados en el sentido BGA-GIRÓN.

Tabla 12.

Calificación del riesgo de la vía que comunica a los municipios Bucaramanga y Girón.

Sentido BGA-GIRON				
Tramo	ROC	ROD	Riesgo total	Clasificación del riesgo
1	0,86	0,294	1,15	BAJO
2	0,12	0,588	0,71	BAJO
3	8,88	0	8,88	BAJO
4	15,44	0,735	16,17	MEDIO BAJO
5	0,00	0,735	0,74	BAJO
6	0,05	0,147	0,19	BAJO
7	0,16	0,294	0,45	BAJO
8	0,05	0,588	0,63	BAJO
9	0,78	0,294	1,07	BAJO
10	0,00	0,882	0,88	BAJO
11	0,00	0,882	0,88	BAJO

En la tabla 11 y tabla 12, se muestran los resultados obtenidos luego de aplicar las fórmulas, y obtener el riesgo para cada tramo en sentido Norte- Occidente y Occidente-Norte.

8. Mitigación del riesgo

Todo proceso de diseños de zonas laterales en vías de alto grado de circulación de tránsito trae consigo la identificación y aplicabilidad de estrategias de mitigación del riesgo para cada uno de los obstáculos peligrosos existentes en la vía objeto de estudio.

- **Señalización horizontal o demarcación vial:** Consta de 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, los cuales suelen ser reflectivos, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos tales como cunetas, taludes, sardineles, árboles, postes de iluminación y de electricidad, edificaciones y obras en la zona lateral.

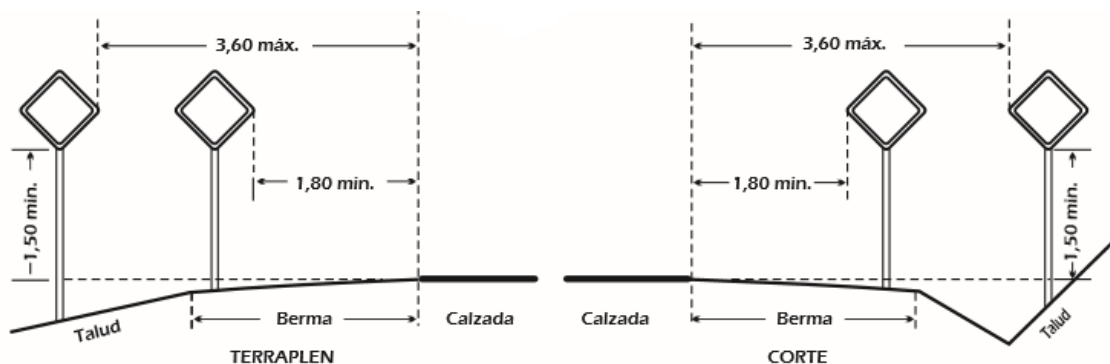


Figura 35. Distancias mínima y máxima respecto al borde de la vía. Adaptado de Ministerio De Transporte (2015). Manual de señalización vía: Dispositivos uniformes para la regulación de tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogotá: Ministerio de Transporte.

Zona lateral en la actualidad.



Figura 36. Rediseño de señales de tránsito.

Como se puede ver en las imágenes, hay obstáculos (Postes, avisos publicitarios, arboles, alcantarillas, cunetas poco profundas) donde algunos son elementos potencialmente peligrosos y

otros que no, se tendrá que rediseñar y relocalizar estos, es decir, los obstáculos pueden ser removidos en algunas zonas de la vía y en otras no por factores económicos, geográficos, ambientales y otros.

Rediseño de barrancos y alcantarillas de desagües de aguas lluvias.



Figura 37. Alcantarillado y cuneta.

En este caso, es rediseñar estos elementos que son obstáculos peligrosos para los vehículos que salen de la calzada. Esta opción puede ser corregida dejando a ras con la superficie del suelo de la vía y que un barranco puede retirarse lo suficiente para que un vehículo que salga de la vía pueda regresar sin tener ningún tipo de accidente ya que existe una zona lateral de acuerdo como lo exige la norma.

Señalización vertical y otros (avisos publicitarios- postes de servicios públicos):

Esta es una vía donde los vehículos fácilmente se encuentran obstáculos potencialmente peligrosos.



Figura 38. Obstáculos peligrosos.

Cuando se salen de la vía, desafortunadamente la geografía no siempre permite que existan condiciones ideales en una vía de alta transitoriedad. Las medidas de mitigación a implementar serían:

- Remoción de obstáculos.
- Relocalización de obstáculos.
- Señales verticales que adviertan del peligro.



Figura 39. Aviso de señalización.

Zonas laterales con obstáculos de avisos de señales de tránsito muy cerca de la carretera, y además con muros de resalto en concreto sobre el pavimento.

Escaleras de ascenso al puente peatonal ubicadas muy cerca al borde de la carretera:



Figura 40. Escaleras de ascenso.

Son estructuras diseñadas y construidas como obstáculos peligrosos para los ocupantes de vehículos, en este caso, al seleccionar e implementar la medida de mitigación, se considera que se debe realizar relocalización de las escaleras de manera que no se convierta en trampa de accidentes y en lo peor foco de muertes por accidentes de tránsito en vías diseñadas sin zonas laterales de acuerdo como se exige por parte manual del Instituto Nacional de Vías.

En conclusión, para observar los obstáculos peligrosos en zona lateral de la zona en estudio, utilizaron los datos obtenidos en terreno en visitas de campo. Considerando que todos los índices analizados convergen en accidentes, se analizaron los efectos de los factores despeje, barreras, talud, drenajes, alcantarillas, postes, árboles y avisos publicitarios, sobre la peligrosidad evaluada

en terreno. Se seleccionó este modelo debido a que incorpora de manera simple las características físicas de las Zonas Laterales, y la geometría de la carretera representada a través solo de rectas y curvas. Esto facilita el trabajo de levantamiento de información en terreno. Asimismo, el modelo considera indirectamente las características generales del terreno donde se emplaza la carretera a través de la categoría de diseño. Para el análisis se utilizó la regresión lineal generalizada, ya que permite obtener modelos aditivos con variables categóricas y binarias, aplicar funciones de transformación.

9. Propuesta de modelo o zona lateral

La vía en estudio entre Girón y Bucaramanga es considerada una vía primaria porque es uno de los accesos a la capital del departamento de Santander, cumpliendo la función básica de integración de las zonas de producción y consumo y además conectan las fronteras con los puertos de comercio internacional.

De acuerdo al trabajo realizado se recomienda implementar en la vía en estudio zonas laterales con especificaciones técnicas brindadas por el ministerio de transporte, INVIAS estipuladas en la Guía Técnica para el Diseño de Zonas Laterales. Como se evidencia en la siguiente figura.

Diseño de la vía contando con un:

- Ancho total: mínimo 26,00 m
- Separador central: mínimo 3,00 m

- Ancho andén: mínimo 3,50 m
- Número de carriles tráfico: mínimo 2(según diseño)

Mapa de vía y vía

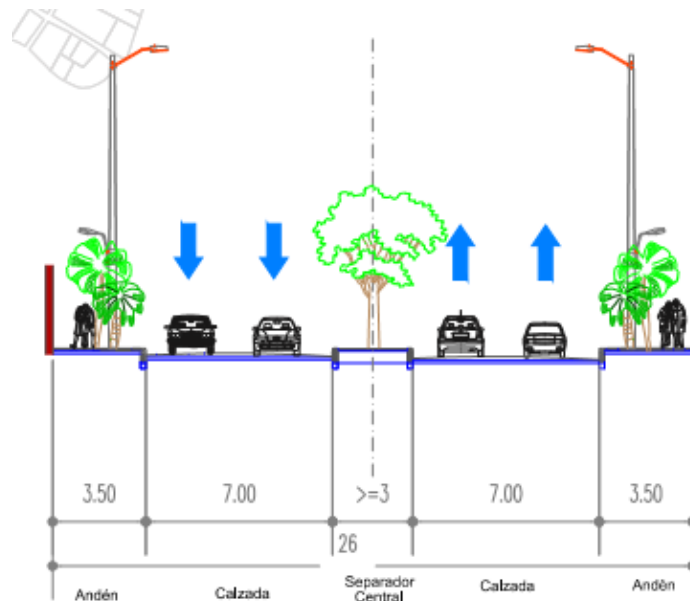


Figura 41. Perfil vial tipo 8. Adaptado de Plan maestro de movilidad, Giron 2011 -2030. Universidad Industrial de Santander y Area Metropolitana de Bucaramanga.

Al realizar el diagnóstico de la vía en estudio nos permitió identificar los factores (obstáculos peligrosos) de mayor riesgo para los usuarios de la vía y a su vez plantear planes que prioricen las inversiones en zonas laterales en materia de seguridad en la carretera, en este caso las contramedidas recomendadas es la eliminación el riesgo toda vez que sea posible, como son árboles, barrancos, terraplenes, y la relocalización de postes de servicios públicos, alcantarillas, avisos publicitarios, comercios muy cercanos a la vía.



Figura 42. Árboles dentro de la Zona Lateral. Adaptado de Manual para el Tratamiento de Zonas Laterales de Zonas Laterales en Carreteras Colombianas.

Los elementos muy cercanos a la vía deberán ser removidos o eliminados toda vez que sea posible. Para el caso de árboles y postes, se consideran realmente peligrosos al ser mayores a 10 cm de espesor, pudiendo causar lesiones graves o incluso la muerte a cualquier persona involucrada en un accidente de tránsito que culmine en la colisión contra alguno de estos elementos, de no conseguir su eliminación, se deberá proveer de infraestructura segura que amortigüe los daños en caso de impacto.



ANTES

Figura 43. Poste de Alumbrado Público dentro de la Zona Lateral. Adaptado de Manual para el Tratamiento de Zonas Laterales de Zonas Laterales en Carreteras Colombianas.

**DESPUÉS**

Figura 44. Retiro del poste de alumbrado público dentro de la Zona Lateral. Fuente: Manual para el Tratamiento de Zonas Laterales de Zonas Laterales en Carreteras Colombianas.

Pero a medida que avanzamos nos encontramos con espacios físicos (barrancos y alcantarillas) insuficientes para la construcción de las zonas laterales, a lo cual recomendamos la construcción de barreras laterales flexibles a base de cables y postes flexibles, gran parte del beneficio de este tipo de medidas es la reducción en la severidad del accidente. De no ser posible evitar el accidente, existe una mayor probabilidad de que el impacto con la barrera perjudique menos a los usuarios que el impacto que pudiera darse contra el objeto que protege la barrera. De aquí nace la importancia de analizar la ubicación de esta contramedida y determinar si su implementación pudiera ser beneficiosa o no.

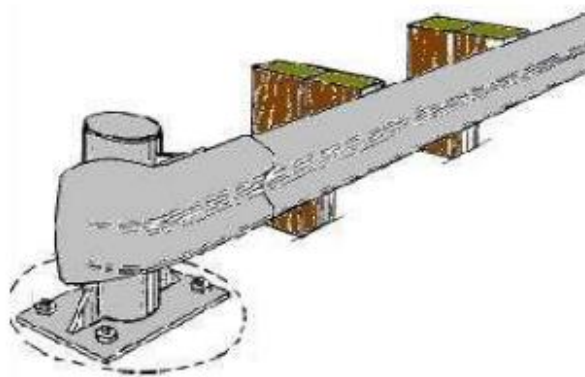


Figura 45. Anclaje Tipo Pernos. Fuente: Manual para el Tratamiento de Zonas Laterales de Zonas Laterales en Carreteras Colombianas.

La adecuada delineación del centro y orillas de la vía ayudan a los usuarios a mantener su posición dentro del carril de circulación, así como proveer información sobre las condiciones que le esperan adelante. La delineación es además una herramienta fundamental en aquellos lugares donde la visibilidad puede ser reducida debido a fuertes lluvias o neblina. Existen varias alternativas para el mejoramiento de esta condición en términos de seguridad vial, y éstas deberán ser constantes a lo largo de la vía o tramo analizado. Algunos ejemplos de este tipo de mejoramiento son:

- **Líneas Longitudinales.** Posiblemente el más común y de menor costo. Consiste en la demarcación con líneas pintadas sobre el pavimento y se utilizan para la división de carriles y delimitar los bordes extremos de la vía donde se permite la circulación vehicular. Se pueden implementar bandas alertadoras o demarcaciones elevadas en las orillas. Demarcadores retroreflectivos para pavimento. Se utilizan, por lo general, junto con la demarcación pintada para advertir a los conductores de cualquier cambio en el alineamiento que se aproxima. Son muy útiles en zonas oscuras donde la visibilidad del usuario se ve reducida.
- **Postes indicadores.** Colocación de postes de 1 metro de alto aproximadamente y ubicados a 1 metro del borde de la vía. Estos elementos ayudan a guiar al usuario por la vía, especialmente en curvas verticales y horizontales, además, pueden ser equipados con reflectores y deberán estar hechos de un material ligero, frágil y durable que no represente un peligro al costado de la vía.

- Señales de advertencia y señales de velocidad sugerida. Informan a los conductores de la naturaleza de un peligro que se aproxima, incluyendo los límites de velocidad sugeridos que indican a los conductores cómo salvar el peligro con seguridad.



Figura 46. Condiciones ideales de una Zona Lateral.. Fuente: Manual para el Tratamiento de Zonas Laterales de Zonas Laterales en Carreteras Colombianas.

10. Conclusiones

Entre los principales problemas identificados que afectan a conductores usuarios de la vía en estudio entre el Municipio de Bucaramanga y el Municipio de San de Juan de Girón en ambos tramos (carretera de dos carriles), están los obstáculos continuos y discontinuos en zonas laterales. En la vía entre San Juan de Girón y Bucaramanga el riesgo de accidentalidad es bajo, pues en este sector existen solo obstáculos discontinuos como señales de tránsito, árboles, postes de

servicio público y cabezal de alcantarilla, los cuales se evidenciaron (identificación visual en trabajo de campo) que se encuentran ubicados después del ancho de la zona lateral, esto quiere decir, que en esta parte de la vía para su construcción se tuvo en cuenta las consideraciones y criterios estipulados por la Corporación Fondo de Prevención Vial.

Mientras que el tramo contrario, entre Bucaramanga y San Juan de Girón presenta en mayor proporción ambos tipos de obstáculos, continuos (cuneta o berma cuneta, bordillo, otros) y discontinuos (árboles, postes de alumbrado energético, cabezal de alcantarillado, pilas, estribos de puente), en algunos tramos no hay andenes y en otras si, las cunetas de aguas lluvias están al borde de la carretera, en algunos trayectos el peatón debe caminar sobre la línea blanca de demarcación de la vía, entre otros (árboles, elementos de señalización, avisos publicitarios). En este sector no se tuvo en cuenta las normas estipuladas en la Corporación Fondo de Prevención Vial. Debido a la distancia entre la berma y todos estos obstáculos presentes en las zonas laterales de la vía en estudio, que no existe en este carril superficies disponibles para la recuperación del control de vehículos, siendo estos aspectos los que han incidido en el incremento del índice de peligrosidad y accidentalidad entre estos dos Municipios Santandereanos.

11. Recomendaciones

La vía no cuenta con zonas laterales donde se dé aplicabilidad a lo estipulado en el Manual de Tratamiento de Zonas Laterales en Carreteras de Colombia, se recomienda que el diseño moderno de zonas laterales sean libres de obstáculos laterales, reconocemos que para los gobiernos de turno, lograr implementar este modelo para reducir el índice de accidentalidad resulta bastante costoso en aspectos económicos y ambientales, pero se hace necesario realizar modificaciones a

la estructura de la vía, es decir, se debe remover el peligro, rediseñar el peligro, relocalizar el peligro, reducir la severidad del impacto, blindar el peligro con sistemas de contención vehicular diseñados para contener y re direccionar el vehículo y/o usando amortiguadores de impacto y delinear el peligro si las anteriores estrategias no son apropiadas. Estos como retirar arboles ubicados al pie de la carretera, postes de servicios públicos, avisos publicitarios, barrancos y modificar las cunetas de aguas lluvias. Todo esto para solucionar factores que inciden en la accidentalidad. Si en estos momentos no se cuenta con los recursos necesarios para la construcción de las zonas laterales en esta vía se recomienda proporcionar la señalización adecuada para advertir a los conductores de los peligros existentes, colocar reductores de velocidad en zonas críticas (donde haya existencia de árboles, postes y otros) demasiados cerca de la carretera, modificar terraplenes o barrancos. Las soluciones pueden incluir combinaciones de estrategias; por ejemplo, si un gran muro - cabezal de alcantarilla transversal está dentro de la zona despejada, una combinación de acciones correctivas podría ser: mejorar la berma, agregar una buena demarcación, extender el muro hacia el exterior de la zona-despejada, y rediseñar el muro para hacerlo lo menos agresivo posible.

Referencias bibliográficas

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2006) Roadside Design guide, Appendix A, Washington, DC.

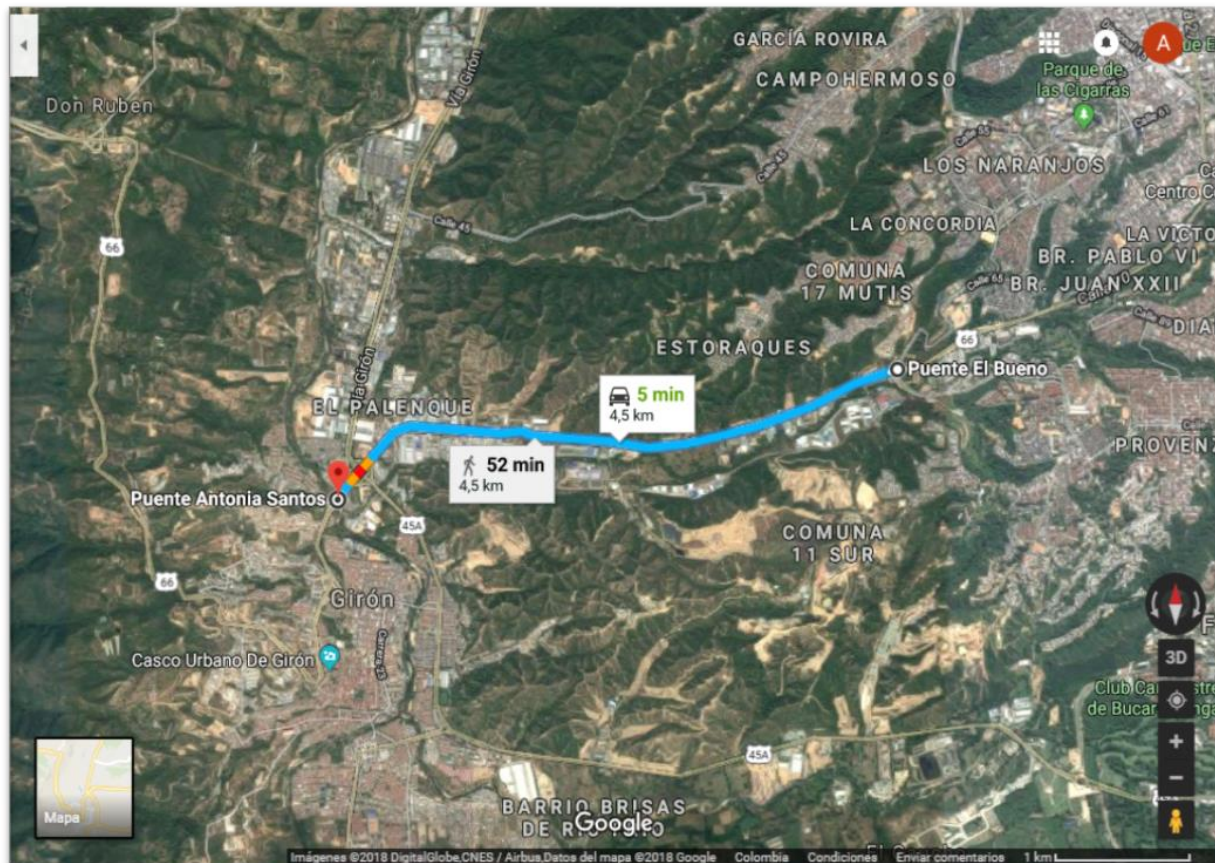
Corporación Fondo de Prevención Vial. (2012). Guía Técnica para el Diseño de las Zonas Laterales, para Vías más Seguras. Bogotá. D.C. HOF CONSULTORES S.A.S.

Decreto 2976. Diario Oficial 47793. Bogotá, Colombia, 6 de agosto de 2010, p.3

- INVIAS. (2013). Glosario de Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Recuperado de <https://www.invias.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/glosario/130-glosario-manual-diseno-geometrico-carreteras/1080-glosario-de-manual-de-diseno-geometrico-de-carreteras>
- Ley 769. Diario Oficial 44.893. Bogotá, Colombia, 7 de agosto de 2002. Artículo 4° del Código Nacional de Tránsito.
- Ley N°769. Diario Oficial No. 44.932. Bogotá, Colombia, 13 de septiembre de 2002, p.4
- Lozano, A., Torres, V. & Antún, P. (2003). Tráfico Vehicular en Zonas Urbanas. Ciencias, (070). Recuperado de <http://revistas.unam.mx/index.php/cns/article/viewFile/11887/11209>
- Márquez, G. & James, H. (2008). Comparación de Métodos de Asignación en una Red Prototipo para distintos Volúmenes de Tránsito.
- Márquez, G. (2011). Modelación de la Demanda de Transporte con TransCAD.
- McFadden, D. (2001). Economic choices. American economic review, 91(3), 351-378.
- Ministerio De Transporte. (2015) Manual de Señalización Vía: Dispositivos Uniformes para la Regulación de Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclorrutas de Colombia. Bogotá: Ministerio de Transporte.
- Sheffi, Y. (1985). Urban Transportation Networks: Equilibrium Analysis with Mathematical Programming Methods (New Jersey: J. Prentice Hall, England Cliffs).
- Universidad Industrial de Santander y Area Metropolitana de Bucaramanga. (2011). Plan maestro de movilidad, Giron 2011 -2030.

Apéndices

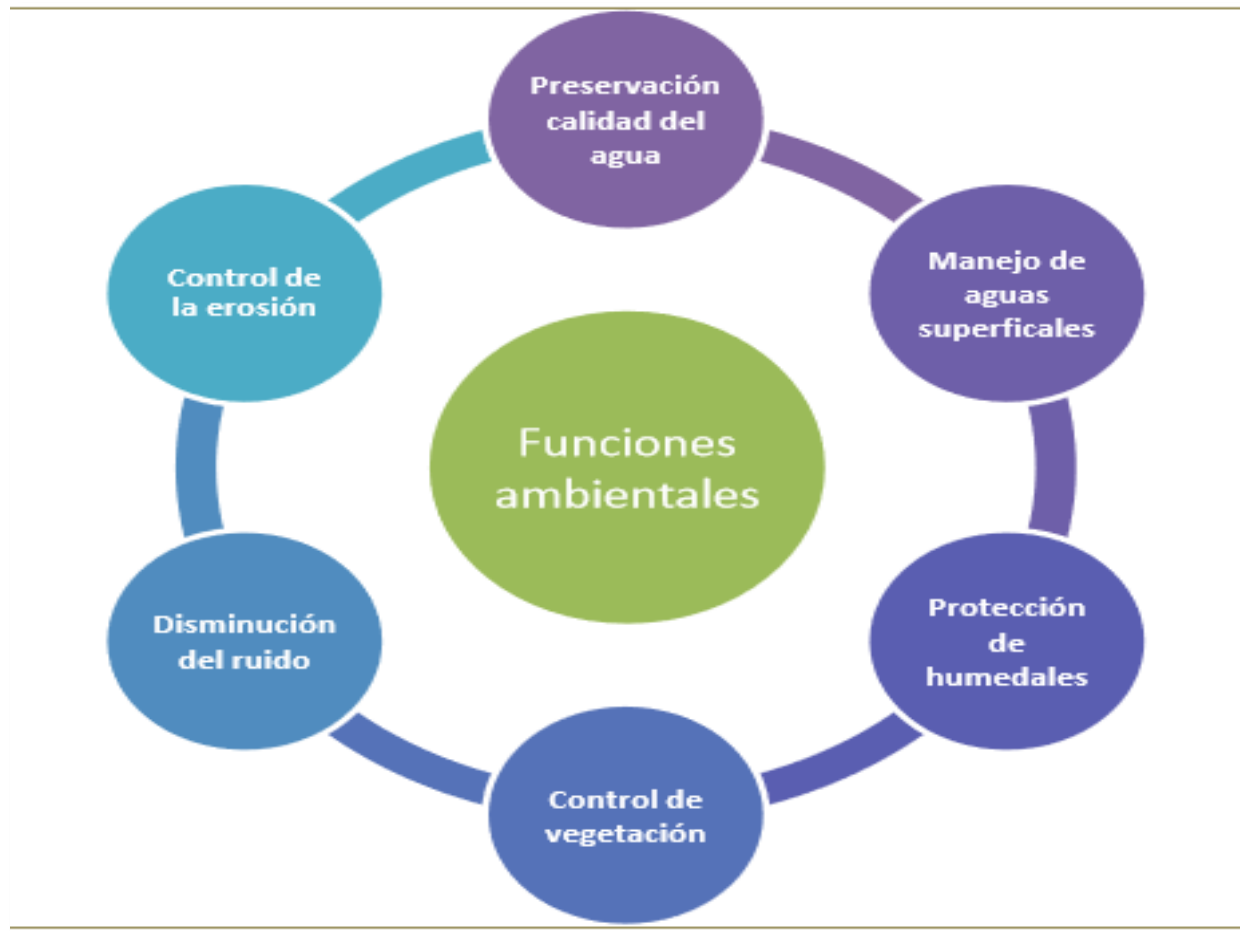
Apéndice A. Tramo a investigar. Bucaramanga, Puente El Bueno y Girón, Puente Antonia Santos.

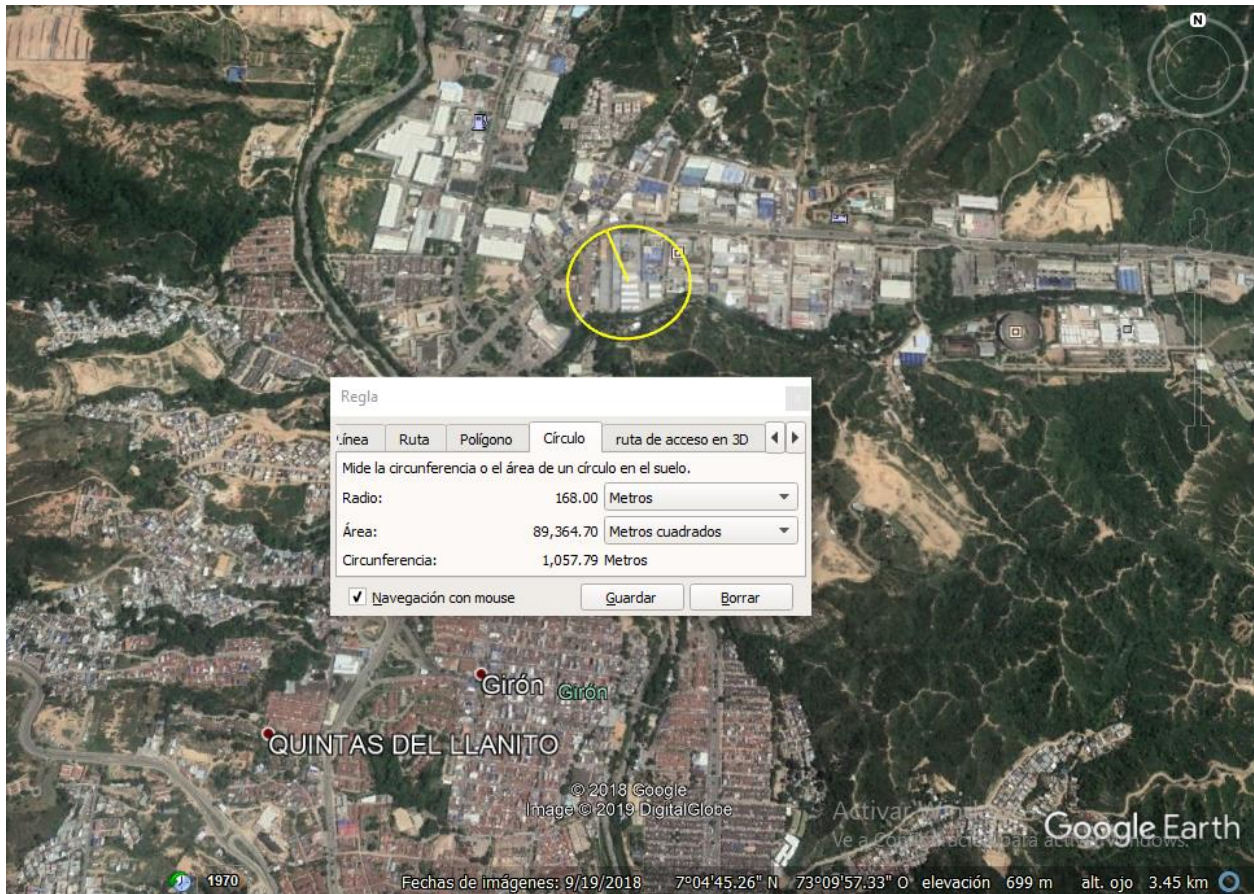


Fuente: Adaptado de Google maps.

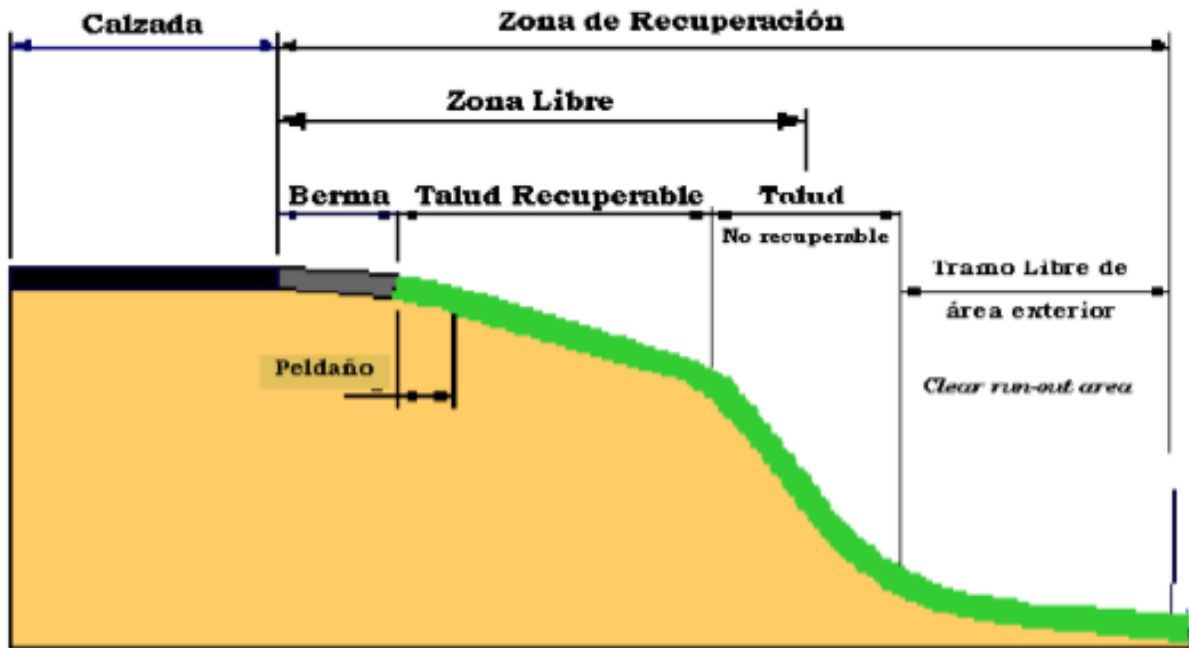
Apéndice B. Objetivos de diseño de las funciones operacionales de las zonas laterales de las carreteras.



Apéndice C. Funciones ambientales de las zonas laterales de las carreteras.

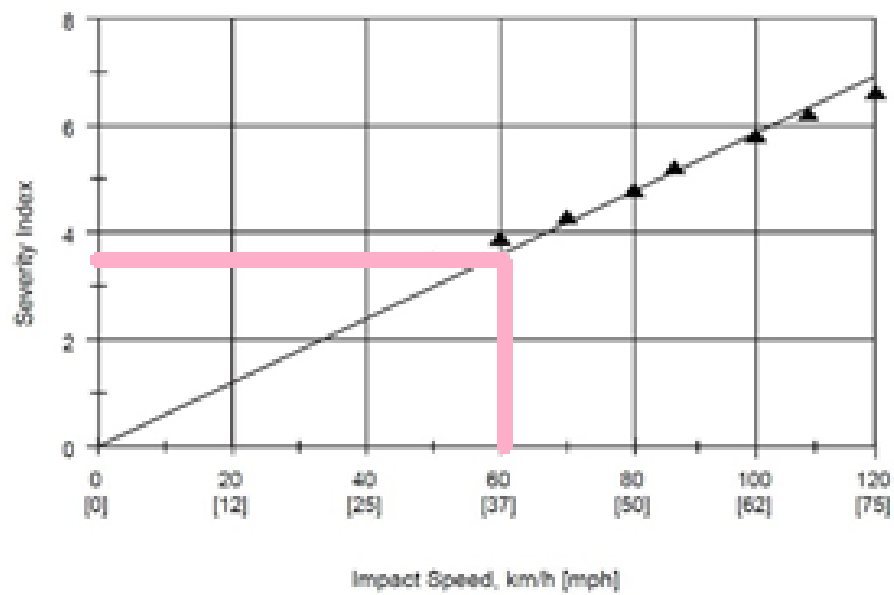
Apéndice D. Radio de Curvatura.

Apéndice E. Diseño de Zona Libre.



Apéndice F. Serie histórica y composición del Tránsito Promedio Diario. Municipio de Girón-Bucaramanga.

ESTAC. No.	SECTOR	CODIGO VIA	LONGITUD. (KM).	SERIE HISTÓRICA Y COMPOSICIÓN DEL TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO TERRITORIAL SANTANDER					
				2013	2014	2015	2016	2017	2018
1018	GIRON- BUCARAMANG A		9	37.950	42.767	27.694	30.190	30.110	48.354
				79-10- 11	76-10- 14	64-17- 19	71-14- 15	65-16- 19	78-8-14

Apéndice G. Velocidad vs Índice de Severidad.

Apéndice H. Lista para verificación en campo de los obstáculos en la zona lateral de la vía la valoración de riesgo en OBSTÁCULOS CONTINUOS.

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA											
Longitud del tramo de análisis	500 m										
Tramo de análisis	1										
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total [m]	FL	Distancia transversal [m]	FP	FV	Subtotal riesgo	RP	
Otros 1											
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS											
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm											
									0,00		
OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA											
Longitud del tramo de análisis	500 m										
Tramo de análisis	2										
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total [m]	FL	Distancia transversal [m]	FP	FV	Subtotal riesgo	RP	
Otros 1											
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS											
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm											
									0,00		
OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA											
Longitud del tramo de análisis	500 m										
Tramo de análisis	3										
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total [m]	FL	Distancia transversal [m]	FP	FV	Subtotal riesgo	RP	
Otros 1											
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS											
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm											
									0,00		
OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA											
Longitud del tramo de análisis	500 m										
Tramo de análisis	4										
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total [m]	FL	Distancia transversal [m]	FP	FV	Subtotal riesgo	RP	
Otros 1											
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS											
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm											
									0,00		
OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA											
Longitud del tramo de análisis	500 m										
Tramo de análisis	5										
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total [m]	FL	Distancia transversal [m]	FP	FV	Subtotal riesgo	RP	
Otros 1											
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS											
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm											
									0,00		

G: Gravedad - **FG:** Factor de Gravedad - **FL:** Factor de Longitud - **FP:** Factor de Proximidad - **FV:** Factor de Velocidad - **RP:**

Apéndice I. Lista para verificación en campo de los obstáculos en la zona lateral de la vía la valoración de riesgo en OBSTÁCULOS DISCONTINUOS.

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	1	Límite de velocidad con señal						
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito								
Árboles de más de 15 cm de diametro								
Postes de Servicios Públicos								
Cabezal de Alcantarilla								
Otros 2								
								0

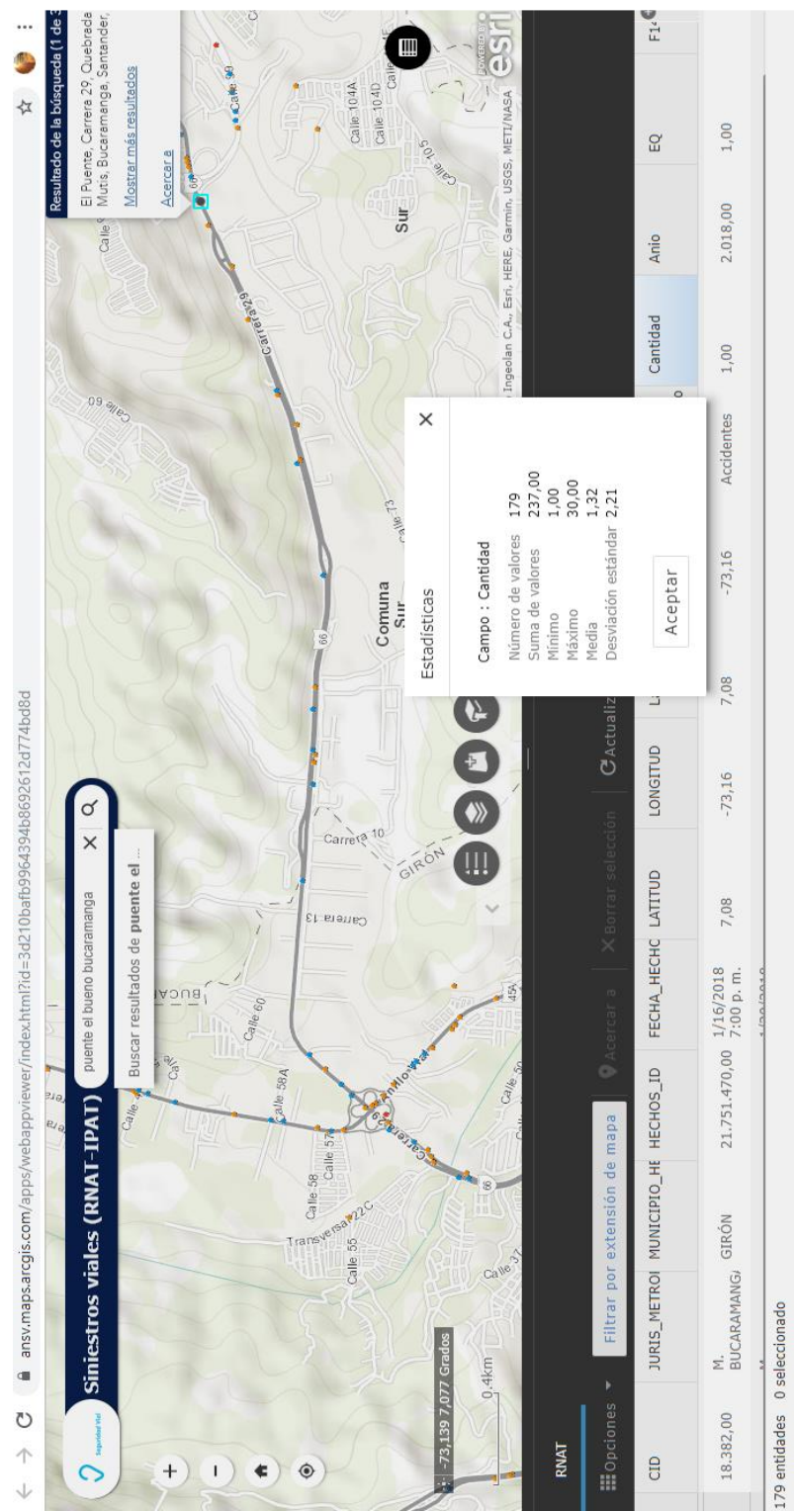
OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	2	Límite de velocidad con señal						
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito								
Árboles de más de 15 cm de diametro								
Postes de Servicios Públicos								
Cabezal de Alcantarilla								
Otros 2								
								0

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	3	Límite de velocidad con señal						
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito								
Árboles de más de 15 cm de diametro								
Postes de Servicios Públicos								
Cabezal de Alcantarilla								
Otros 2								
								0

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	4	Límite de velocidad con señal						
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito								
Árboles de más de 15 cm de diametro								
Postes de Servicios Públicos								
Cabezal de Alcantarilla								
Otros 2								
								0

G: Gravedad - **FG:** Factor de Gravedad - **Fc:** Factor de corrección - **FP:** Factor de proximidad - **FV:** Factor de Velocidad

Apéndice J. Estadísticas de accidentalidad en el tramo vial seleccionado, tomado del Observatorio Nacional de Seguridad Vial.



Apéndice K. Inventario de obstáculos continuos y subtotal de riesgo del sistema vial comprendido entre PUENTE EL BUENO (Bucaramanga) – PUENTE ANTONIA SANTOS (Girón).

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de analisis	1									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	5,45	54,45	0,5	1	1	0,6	0,80	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0,44	4,4	0,25	0,95	1	0,6	0,06	0
									0,86	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de analisis	2									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,86	8,6	0,25	0,9	1	0,6	0,11	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0,09	0,9	0,25	0	1	0,6	0,01	0
									0,12	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de analisis	3									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	4,10	41	0,25	1,1	1	0,6	7,96	15
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	6,205	62,05	0,5	1	1	0,6	0,91	0
									8.88	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de analisis	4									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	7,00	70	0,5	1	1	0,6	15,44	15
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
									15.44	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de analisis	5									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
									0.00	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	6									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,20	1,99	0,25	1	1	0,6	0,03	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0,158	1,58	0,25	0	1	0,6	0,02	0
									0,05	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	7									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	1,238	12,38	0,25	1,2	1	0,6	0,16	0

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	8									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0,35	3,5	0,25	0,5	1	0,6	0,05	0
									0,05	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	9									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	5,285	52,85	0,5	0,4	1	0,6	0,78	0
									0,78	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	10									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
									0,00	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	11									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	1				Límite de velocidad con señal			
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	1	0,5	0,83	1	0,6	0,147
Cabezal de Alcantarilla	M	0,07	1	0,5	0,5	1	0,6	0,147
Otros 2	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
								0,294

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	2				Límite de velocidad con señal			
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	2	0,5	0,9	1	0,6	0,294
Cabezal de Alcantarilla	M	0,07	2	0,5	0,3	1	0,6	0,294
Otros 2	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
								0,588

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de análisis	3				Límite de velocidad con señal			
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Cabezal de Alcantarilla	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Otros 2	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
								0

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de análisis	4				Límite de velocidad con señal			
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito	M	0,07	5	0,5	1	1	0,6	0,735
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Cabezal de Alcantarilla	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Otros 2	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
								0,735

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	5			Límite de velocidad con señal				
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Cabezal de Alcantarilla	M	0,07	1	0,5	1,3	1	0,6	0,147
Otros 2	M	0,07	4	0,5	0,3	1	0,6	0,588
								0.735

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	10				Límite de velocidad con señal			
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito	M	0,07	3	0,5	0,1	1	0,6	0,441
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	2	0,5	0,1	1	0,6	0,294
Cabezal de Alcantarilla	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Otros 2	M	0,07	1	0,5	0,15	1	0,6	0,147
								0,882

Apéndice M. Inventario de obstáculos continuos y subtotal de riesgo del sistema vial comprendido entre PUENTE ANTONIA SANTOS (Girón) – PUENTE EL BUENO (Bucaramanga).

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	1									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
									0,00	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	2									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
									0,00	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	3									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
									0,00	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	4									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
									0,00	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	S									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de análisis	6									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
									0,00	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA										
Longitud del tramo de análisis	500 m									
Tramo de analisis	7									
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS										
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0
									0.00	

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA											
Longitud del tramo de análisis	500 m										
Tramo de análisis	8										
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP	
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0	
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS											
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0	
									0,00		

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA											
Longitud del tramo de análisis	500 m										
Tramo de análisis	9										
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP	
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0	
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS											
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0	
									0,00		

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA											
Longitud del tramo de análisis	500 m										
Tramo de análisis	10										
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP	
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0	
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS											
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0	
									0,00		

OBSTACULOS CONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA											
Longitud del tramo de análisis	500 m										
Tramo de análisis	11										
OBJETOS FIJOS CONTINUOS	G	FG	Sub tramos	Longitud total m	FL	Distancia transversal m	FP	FV	Subtotal riesgo	RP	
Otros 1	M	0,07	0,00	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0	
ELEMENTOS DE DRENAJE CONTINUOS											
Cuneta o berma cuneta H>= 15 cm	M	0,07	0	0	0,25	0	1	0,6	0,00	0	
									0,00		

Apéndice N. Inventario de obstáculos discontinuos y subtotal de riesgo del sistema vial comprendido entre PUENTE ANTONIA SANTOS (Girón) – PUENTE EL BUENO (Bucaramanga).

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	1				Límite de velocidad con señal			
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito	M	0,07	1	0,5	1,2	1	0,6	0,14
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	1	0,5	1	1	0,6	0,14
Cabecal de Alcantarilla	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Otros 2	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
								0,294

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	2				Límite de velocidad con señal			
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Tránsito	M	0,07	3	0,5	0,7	1	0,6	0,44
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Cabezal de Alcantarilla	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Otros 2	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
								0,441

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	3	Límite de velocidad con señal						
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Cabezal de Alcantarilla	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Otros 2	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
								0

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	4	Límite de velocidad con señal						
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito	M	0,07	2	0,5	1	1	0,6	0,294
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Cabezal de Alcantarilla	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Otros 2	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
								0,294

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	5	Límite de velocidad con señal						
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito	M	0,07	3	0,5	0,7	1	0,6	0,44
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Cabezal de Alcantarilla	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Otros 2	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
								0,441

OBSTACULOS DISCONTINUOS DE LA INFRAESTRUCTURA								
Longitud del tramo de análisis	500 m							
Tramo de analisis	10	Límite de velocidad con señal						
OBJETOS DISCONTINUOS	G	FG	Cantidad	Fc	Distancia Transversal (m)	FP	FV	Subtotal Riesgo
Señales de Transito	M	0,07	2	0,5	1	1	0,6	0,294
Árboles de más de 15 cm de diametro	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Postes de Servicios Públicos	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Cabezal de Alcantarilla	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
Otros 2	M	0,07	0	0,5	0	1	0,6	0
								0.294