

# Influencia de los elementos de la infraestructura en la seguridad vial de los usuarios de las carreteras interurbanas. Un estudio de caso

## Influence of the elements of infrastructure in the road safety of users of intercity highway. A case study

**Yefer Asprilla Lara<sup>1</sup>**

**Eladio Rey Gutiérrez<sup>2</sup>**

**Zamir Maturana Córdoba<sup>3</sup>**

*Fecha de recepción: 25 de septiembre de 2014*

*Fecha de aprobación: 20 de noviembre de 2014*

### Resumen

Las diferentes investigaciones realizadas a nivel mundial por expertos en seguridad e instituciones gubernamentales y organismos no gubernamentales inducen a la aceptación de que en los accidentes de tránsito influyen tres factores: el conductor, el vehículo y la infraestructura (carretera). Este artículo se centra exclusivamente en la última causa, que fue objeto de evaluación en cuanto a los diferentes elementos de la infraestructura que influyen en la accidentalidad y seguridad vial de los usuarios de las carreteras interurbanas.

Para lograr el desarrollo del estudio se analizaron las estadísticas de accidentalidad del tramo Guaduas-Villeta, se revisaron las causas asociadas con la infraestructura e identificaron los elementos de la carretera que influyen en la generación de los accidentes y se aplicó una metodología simplificada, tomando como referencia las características utilizadas por el International Road Assessment Programme (IRAP), que permitió establecer, a través de una valoración

con estrellas por inspección visual, el nivel de seguridad vial brindado por la carretera.

**Palabras clave:** seguridad vial, accidentalidad, infraestructura, valoración con estrellas.

### Abstract

Different research implemented by experts in road safety at worldwide level for governmental and nongovernmental organizations induce to the acceptance that in traffic accidents influence three factors: The driver, the vehicle and the infrastructure (road). This article focuses exclusively on the last case (infrastructure), different infrastructure elements that influence accidents and road safety of users in intercity road.

To achieve the development of this study, accident statistics from Guaduas-Villeta length were analyzed the causes associated with the infrastructure were reviewed and the road elements

---

1 Ingeniero Civil. Especialista en Infraestructura Vial y Transporte, M. Sc. en Ingeniería Civil con énfasis en Transporte de la Universidad de los Andes, docente de tiempo completo del Proyecto Curricular de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. yeasla@hotmail.com. (Autor para correspondencia)

2 Economista, M. Sc. Fundateeu Universitaird Luxemburgoih en Ciencias Ambientales, docente de tiempo completo del Proyecto Curricular de Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. megas50@yahoo.com.

3 Ingeniero Topográfico y Especialista en Sistemas de Información Geográfica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y M. Sc en Ingeniería de Transportes de la Universidad Nacional. Profesor de tiempo completo del Proyecto Curricular de Ingeniería Topográfica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. zmaturationa@gmail.com.

that influence the generation of were identified. For this study a simplified methodology was applied taking as a reference the features used by International road assessment Programme – IRAP to permit establishing the level of road safety offers by the highway through a valuation with stars by visual inspection.

**Key words:** road safety, accident, infrastructure, valuation with stars.

## Introducción

La accidentalidad vial se ha convertido en la octava causa de mortalidad a nivel mundial, 1,24 millones de personas mueren y cerca de 50 millones quedan lesionadas cada año en las carreteras de todo el mundo (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2013), y según las proyecciones para el año 2030 de no tomarse medidas en materia de seguridad vial los traumatismos por accidentes de tránsito pasarán a ser la quinta causa de muerte a nivel mundial, después de las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y las infecciones por vías respiratorias. Los accidentes de tránsito son la principal causa de muerte de la población joven comprendida entre los 15 y 29 años de edad y la segunda entre la población de los 5 a los 14 años. La región de las Américas registra un índice de fatalidad por accidentes de tránsito de 16,1 fallecidos por cada 100 000 habitantes, cifra que tiende a aumentar a 31 muertos/100 000 habitantes en 2020.

Los accidentes de tránsito son un problema creciente en materia de salud pública y desarrollo que afecta a todos los países del mundo, especialmente, a los de ingresos medios y bajos (OMS, 2011). Otras de las consecuencias devastadoras que generan los accidentes de tránsito son los traumatismos sociales y psicológicos para las familias y las repercusiones económicas que representan entre el 1 y 3 % del Producto Interno Bruto (PIB) respectivo de cada país<sup>4</sup>. En Colombia, los traumatismos causados por accidentes de tránsito representan la segunda causa de mortalidad y morbilidad en la población joven entre los 15 y 34 años, después de los homicidios, y la primera causa de muerte en niños de 5 a 14 años, convirtiéndose así en un problema social y de salud pública. Según el Ministerio de Transporte, en el año 2013 el número de accidentes de tránsito fue de 177 072 colisiones, lo que dejó como saldo a 6219 personas muertas y más de 41 823 lesionados (Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2013).

La accidentalidad involucra a todos los actores que hacen uso de las vías para movilizarse de un lugar a otro: peatones, ciclistas, motociclistas, pasajeros y conductores de vehículos de cuatro ruedas. En los registros históricos de los siniestros

ocurridos, generalmente, se ha culpado al factor humano (conductor) como el principal responsable de los accidentes de tránsito, debido a un comportamiento inadecuado antes o durante la conducción y a errores de percepción o de reacción provocados por entornos de la vía, que en algunos casos son demasiados complejos y difíciles de entender para el usuario, dejando de lado el peso que tienen los otros dos factores.

Estudios realizados por el Departamento de Transporte de la National Highway Traffic Safety Administration (1973), y otras publicaciones posteriores, coinciden en estimar que el factor humano es causante entre el 70 % y el 90 % de los accidentes; el vehículo, entre el 5 % y el 12 %, y la infraestructura vial, entre el 15 % y el 30 % de las colisiones. Es dominante la tendencia a subestimar o minimizar la influencia que tienen los elementos y las condiciones de la infraestructura vial sobre la ocurrencia de los accidentes de tránsito.

El presente estudio se centró exclusivamente en la vía, que fue objeto de evaluación en cuanto a los diferentes elementos de la infraestructura que influyen en la accidentalidad y seguridad vial de los usuarios de las carreteras interurbanas, a partir del estudio de caso de la autopista Medellín-Bogotá en el tramo Guaduas-Villeta.

## Marco teórico

Durante muchos años, la seguridad de la infraestructura vial ha sido relegada a un segundo plano por los distintos organismos e instituciones responsables del transporte, donde la prioridad de los proyectos viarios es: el costo de construcción, la demanda o tráfico promedio diario (TPD) y los retornos financieros, dejando de lado la seguridad que la carretera debiera brindarles a sus distintos usuarios.

### **Características del diseño de carreteras seguras**

Según Harwood y Hummer (2000), los elementos del diseño geométrico de las vías juegan un papel importante en definir la eficiencia operacional de cualquier camino; estos son clave porque influyen en las operaciones del tránsito y la seguridad vial. Entre los elementos más relevantes tenemos: el número y ancho de carriles, la presencia y ancho de bermas y medianas, el alineamiento horizontal y vertical de la carretera, y la señalización. El diseño de carreteras seguras debe ser centrado en el usuario, buscando siempre minimizar la posibilidad de salirse de la vía y de sufrir choques frontales y laterales. A su vez, debe evitar conflictos entre los diferentes usuarios de la carretera (Ben-Bassata y Shinar, 2011). No obstante, el diseño seguro de la carretera también puede crear una situación en la

4 *Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020* (ONU, 2010).

que los conductores se sienten muy seguros, la cual permite aumentar la velocidad, reducir la atención, y sufrir de aburrimiento y somnolencia. Por lo tanto, el camino debe ser diseñado de una manera que todavía pueda transmitir el riesgo de su conducta a los conductores (Shinar, 2007).

El *Manual de diseño geométrico de vías* de Colombia contempla algunas características que se deben cumplir para que el diseño sea seguro. Dentro de estas se resaltan:

- La superficie del pavimento o capa de rodadura debe ser distinguida por el conductor, así como los obstáculos eventuales a una distancia suficiente para reaccionar adecuadamente.
- El conductor debe poder divisar de manera oportuna los puntos particulares de la carretera como intersecciones, cruces, incorporaciones, entre otros.
- El conductor debe tener una percepción continua de la evolución del trazado, evitando confusiones generadas por interrupciones en la geometría que podrían llevar a respuestas erróneas por parte de este.
- El diseño debe ser agradable para los usuarios, realzando las condiciones estéticas de los sitios de influencia del recorrido, permitiendo con esto una operación menos monótona que, por consiguiente, disminuya el riesgo de accidentalidad asociada al cansancio de los conductores.

Para que una carretera sea segura se debe tratar de segregar a los usuarios vulnerables, de manera que no se mezclen con el tránsito vehicular. Por ejemplo, si se construye una vía de velocidad hay que evitar a los peatones y si la prelación son los peatones, hay que hacer vías de “tráfico calmado” (Bustamante, 2011).

Bustamante resalta algunos elementos que contribuyen a la seguridad en las vías como:

- Evitar los accesos no controlados a sitios como restaurantes, ventas aledañas a la vía, estaderos o entradas a las fincas. El desarrollo tiene que ser con vías de servicio a los costados.
- Establecer zonas libres perdonantes en los terrenos planos; en los escarpados definir el diseño de barreras de contención.
- Suprimir obstáculos fijos, no sembrar árboles aledaños a la carretera. Todo árbol mayor de diez cm de diámetro es peligroso. Colocar postes, luminarias y elementos de señalización quebradizos.
- Suprimir todos los obstáculos naturales que pueden impactar un vehículo, por ejemplo, los accesos a los puentes

deben ser bien diseñados para que no generen el “efecto cuchillo”. Debe haber buenas transiciones entre todos los elementos de la vía.

### **Elementos de las carreteras**

De acuerdo con International Road Assessment Programme (IRAP) (Programa Internacional de Evaluación de Carreteras), para evaluar los elementos que influyen en el nivel de seguridad vial de una carretera, estos deben ser analizados dentro de los siguientes grupos:

- Características de la vía.
- Geometría de la vía.
- Estado de la vía.
- Característica de las intersecciones.
- Severidad.
- Flujos.

*Las características de la vía:* el IRAP evalúa cerca de diecinueve características dentro de las cuales se destacan las siguientes:

- Tipo de área: en esta se evalúa si el área del eje vial está en zona rural, semiurbana o urbana.
- Número de carriles: evalúa cuántos carriles tiene la vía, es decir, si es de uno, dos, tres o más.
- Sentido del tránsito: si el sentido del flujo es bidireccional o unidireccional.
- Acera derecha: evita que los peatones que circulan por este costado no se mezclen con el tráfico.
- Acera izquierda: evita que los peatones que transitan por este costado no se mezclen con el tráfico.
- Uso del suelo: permite conocer las diferentes actividades económicas que se desarrollan aledañas a la carretera.
- Carriles auxiliares: si existen o no en un sentido o en ambos.
- Límite de velocidad: qué restricción tiene la vía en cuanto a los límites de velocidad.
- Ancho del carril: evalúa varios rangos de anchos de carriles.
- Ancho de berma pavimentada: evalúa varios anchos de bermas.

- Ancho de berma sin pavimentar: evalúa los anchos de berma sin pavimentar.
- Fricción lateral: evalúa el nivel bajo, medio o alto de conflictos potenciales a lo largo de la carretera.
- Ciclo vía: si existe ciclo vía o no y si está segregada de la carretera.
- Banda alertadora en berma: permite alertar al conductor de su salida de la vía.
- Mediana: permite conocer si existe o no y qué tipo de mediana tiene la carretera.
- Aquietamiento de tráfico: evalúa la existencia o no de reductores de velocidad.

*Geometría de la vía:* en este aspecto se relaciona el trazado del diseño geométrico donde se evalúan las curvas horizontales y verticales, al igual que la pendiente de la carretera.

*Estado de la vía:* permite conocer las condiciones del estado en que se encuentra la demarcación horizontal y señalización vertical, como también la capa de rodadura o el pavimento.

*Característica de las intersecciones:* pretende evaluar el paso de peatones, la calidad de la intersección (si es adecuada o mala), al igual que el volumen vehicular de la vía interceptada.

*Severidad:* busca establecer los obstáculos fijos como cunetas, postes, árboles, barandas de protección, abismos y taludes existentes en los costados laterales de la carretera, lo mismo que las distancias a las cuales se encuentran.

*Flujos:* en este aspecto se trata de establecer si el flujo de usuarios vulnerables (peatones, ciclistas y motociclistas) es bajo, medio o alto.



Figuras 1 y 2. Flujos de usuarios vulnerables en el corredor vial Guaduas-Villeta

Fuente: elaboración propia.

## Metodología

Para realizar el análisis por inspección visual se utilizó parcialmente la metodología planteada por el IRAP para países

en desarrollo, la cual se adaptó a las necesidades requeridas para el tramo de vía que se definió en el estudio de caso, determinando los parámetros más relevantes a evaluar de los elementos de la infraestructura que influyen en la accidentalidad y seguridad vial de los usuarios de las carreteras interurbanas (ver tabla 1).

Tabla 1. Valoración por estrellas según la metodología del IRAP

Convenciones valoración de la vía con estrellas	Atributo de la vía según el IRAP
	Carretera de una calzada bidireccional con curvas muy cerradas, mala señalización y demarcación, altos conflictos laterales y sin instalaciones para ciclistas ni peatones.
	Carretera de una calzada bidireccional con curvas cerradas, bajos conflictos laterales, señalización y demarcación regular, bermas pavimentadas estrechas, carriles auxiliares, estado regular del pavimento y andén sin pavimentar para ciclistas y peatones.
	Carretera recta de una dirección con laterales libres, algunas bermas pavimentadas, andén pavimentado para bicicletas y senderos peatonales pavimentados.
	Carretera de dos direcciones con barreras en la mediana, intersecciones separadas por niveles y buena señalización, carril separado para bicicletas (ciclorutas) y andenes pavimentados y separados para los peatones.
	Carretera de varios carriles pavimentados (dobles calzadas) separados por medianas, pocas intersecciones a distintos niveles, carriles largos de incorporación, amplias zonas laterales, carriles para bicicletas físicamente separados mediante barreras de protección y con un área peatonal donde se excluye físicamente el tráfico motorizado. Cruces bien señalizados en aquellos puntos por donde el peatón va a cruzar.

Fuente: elaboración propia, a partir de los atributos establecidos por el IRAP.

La tabla 1 describe los atributos que debe tener la vía según el IRAP. Conforme a lo que se verificó en terreno mediante la inspección visual, se asignó la valoración con estrellas a los diferentes segmentos en los cuales se dividió el tramo a evaluar.

### Características de la carretera Medellín-Bogotá (Tramo Guaduas-Villeta)

La Autopista Medellín-Bogotá es una transversal que comunica a dos de las principales ciudades de Colombia, reconocidas como centros de producción, consumo y exportación nacional. Esta vía tiene una longitud total de 414 kilómetros, los cuales atraviesan varios departamentos sobre terrenos planos, ondulados y montañosos, con alturas que varían entre 1500 ms.n.m. y 2600 ms.n.m. El tramo de estudio se encuentra comprendido entre los kilómetros 302 a 336 y se caracteriza por tener una calzada de dos carriles con flujos bidireccionales, sin separadores centrales o medianas. Su trazado atraviesa zonas montañosas, lo que incrementa la presencia de curvas horizontales y verticales en la mayor parte de su recorrido, también es una zona que presenta inestabilidad en el terreno por las múltiples corrientes de agua que rondan el eje vial. Los anchos de los carriles a lo largo del tramo de estudio están entre 3,25 y 3,40 m y la presencia de bermas es muy reducida, al igual que los sobreanchos en las curvas.

Según aforos realizados en el año 2008 por el Instituto Nacional de Vías (Inviás) Territorial Cundinamarca, el Tránsito Promedio Diario (TPD) de este tramo era de 6439 vehículos, compuesto de la siguiente manera: 46% vehículos livianos, 9% buses y 45% camiones, lo que demuestra la importancia de este corredor vial para el transporte de carga e intercambio comercial con ciudades de la Costa Atlántica, el Eje Cafetero, Antioquia y Cundinamarca.

Las poblaciones de Guaduas y Villeta pertenecen al departamento de Cundinamarca, su dinamismo y desarrollo económico depende, en gran parte, de las actividades comerciales derivadas del tránsito que circula por este importante eje vial (ver figura 3).

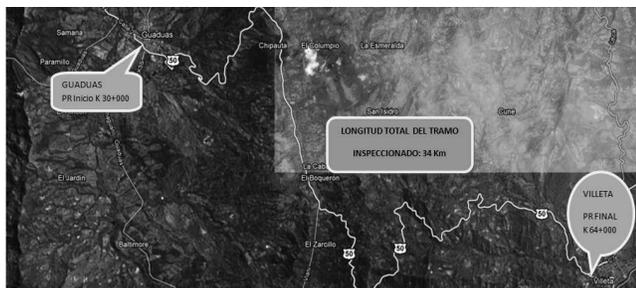


Figura 3. Localización del tramo de estudio Guaduas-Villeta

Fuente: elaboración propia, a partir de imágenes en Google Maps.

### Accidentalidad en el Tramo Guaduas-Villeta

En la carretera que comunica a Medellín con Bogotá, el tramo Honda-Villeta-Tobia Grande es uno de los más accidentados, según estadísticas del Centro de Información Estratégica Vial (CIEV). En el año 2010, este eje vial ocupó el sexto lugar del top 10 de todos los corredores viales del país, con cerca de 84 accidentes, que dejó como saldo 18 muertos y 131 lesionados (tabla 2).

Tabla 2. Accidentalidad en el eje vial Honda - Villeta - Tobia Grande

Descripción	Cundinamarca: Honda - Villeta - Tobia Grande		
	2008	2009	2010
Accidentes	92	92	84
Muertos	10	18	18
Lesionados	152	155	131

Fuente: Ministerio de Transporte (2010).

Precisamente, dentro del eje vial Honda-Villeta-Tobia Grande se encuentra el tramo seleccionado del presente estudio (Guaduas-Villeta), el cual tiene una longitud de 34 km y fue uno de los que más contribuyó en los accidentes de tránsito en los años 2009 y 2010. Según los registros del Programa de Seguridad en Carreteras Nacionales (PSCN), en el 2010 ocurrieron 27 accidentes que ocasionaron la muerte de 2 personas y 51 más quedaron heridas. Lo anterior indica que cerca del 32 % de los accidentes ocurridos en el eje vial Honda - Villeta - Tobia Grande se presentaron en sector de la carretera objeto de estudio (ver tabla 3).

Tabla 3. Accidentalidad tramo Guaduas-Villeta

Descripción	Tramo Guaduas-Villeta		
	2009	2010	2011 <sup>5</sup>
Accidentes	32	27	11
Muertos	5	2	3
Lesionados	59	51	16

Fuente: Inviás (2011).

5 Datos suministrados por el Programa de Seguridad en Carreteras del Inviás, a corte del mes de septiembre de 2011.

**Causas asociadas de los accidentes en el tramo Guaduas-Villeta**

En la tabla 4, se resumen las causas probables de todos los accidentes registrados en el tramo de estudio durante el año 2010.

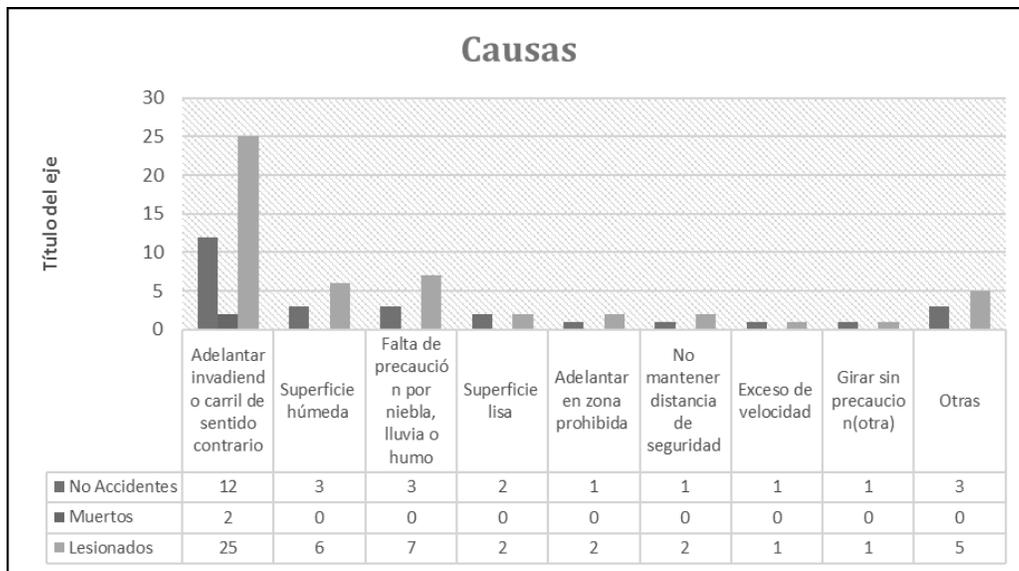
Teniendo en cuenta estas estadísticas de accidentalidad del tramo Guaduas-Villeta, suministradas por el PSCN del Inviás, la causa probable que más se registró fue la de adelantar invadiendo el carril de sentido contrario con un número

de doce sucesos, dejando como saldo 2 personas muertas y 25 lesionadas, que representa el 44% de los accidentes sucedidos en el tramo de estudio. La gravedad de este tipo de siniestro se debe a que se presenta “choque o colisión frontal” que deja como resultado víctimas fatales o personas con lesiones de por vida. La segunda causa probable de accidente en el tramo estudiado fue la falta de precaución por neblina o lluvia, seguida de la superficie húmeda, fenómenos asociados a condiciones climatológicas y sistemas de drenaje de la carretera.

**Tabla 4.** Posibles causas de los accidentes 2010

Causas	Nº Accidentes	Muertos	Lesionados
Adelantar invadiendo el carril contrario	12	2	25
Superficie húmeda	3	0	6
Falta de precaución por niebla, lluvia o humo	3	0	7
Superficie lisa	2	0	2
Adelantar en zona prohibida	1	0	2
No mantener distancia de seguridad	1	0	2
Exceso de velocidad	1	0	1
Girar sin precaución	1	0	1
Otras	3	0	5
Total	27	2	51

Fuente: elaboración propia, a partir de datos del PSCN (Inviás, 2011).



**Figura 4.** Posibles causas asociadas a los accidentes de 2010

Fuente: elaboración propia, con base en datos suministrado por el Inviás.

**Segmentos de mayor accidentalidad del tramo Guaduas-Villeta**

Los segmentos de mayor accidentalidad son los puntos más críticos del corredor vial en el estudio. Para identificar estos puntos se toma como referencia la base de datos suministrada por el PSCN del Invías de los años 2009, 2010 y 2011.

**Tabla 5.** Segmentos de mayor accidentalidad

Segmentos de referencia	Accidentes por año			Total
	2009	2010	2011	
km 35 -km 36	3	5	1	9
36-37	2	0	1	3
38-39	2	4	1	7
39-40	3	0	0	3
52-53	1	4	0	5
54-55	3	1	0	4
55-56	2	3	0	5
59-60	2	1	1	4

Fuente: elaboración propia, a partir de datos del PSCN. (Invías, 2011).

La tabla anterior muestra que la mayoría de los accidentes sucedieron en los segmentos comprendidos entre los kilómetros 35 - 36 y los kilómetros 38 - 39 del tramo en estudio.

**Inspección visual del estado de los elementos de la carretera**

Para realizar la inspección visual, el tramo de estudio se subdividió en once segmentos, cada uno de 3 km de longitud, lo cual permitía una mejor inspección visual de los elementos de la infraestructura que influyen en la seguridad vial de los usuarios de las carreteras interurbanas. Acto seguido, se realizó el recorrido en ambos sentidos de circulación por todo el corredor vial seleccionado, verificando las condiciones de los elementos más relevantes de la infraestructura. El trabajo se adelantó utilizando cámara fotográfica y de video, lo que permitió evaluar y evidenciar los atributos más relevantes que debe tener una vía según el IRAP.



**Figuras 5 y 6.** Características de la vía. Carretera de una calzada, con dos carriles, sin mediana (separador) bidireccional

Fuente: elaboración propia. Fotografías tomadas en octubre de 2011.



**Figuras 7 y 8.** Geometría de la vía. Curvas horizontales y verticales cerradas en pendientes y sin demarcación adecuada

Fuente: elaboración propia. Fotografías tomadas en octubre 2011.

**Tabla. 6.** Matriz de evaluación por inspección visual. Tramo Guaduas-Villeta

Agrupaciones según IRAP	Atributos de la vía	Criterios evaluados	Tramos del corredor vial - longitud total: 34 km										
			K30 a K33	K33 a K36	K36 a K39	K39 a K42	K42 a K45	K45 a K48	K48 a K51	K51 a K54	K54 a K57	K57 a K60	K60 a K64
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Característica de la vía	Tipo de área	Rural											
		Urbana											
		Interurban	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x
	Número de carriles	Uno											
		Dos	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x
		Tres											
	Sentido del tránsito	Unidireccional											
		Bidireccional	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x
	Carriles auxiliares	No existe	x	x	x				X	x	x	x	x
		En un sentido				x	x	x					
		En ambos											
	Límite de velocidad (km/h)		50	30	50	30	30	50	30	30	50	50	50
	Ancho carriles	> 3,25 m	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x
		<3,25											
		2.75-3,25											
	Ancho de bermas pavimentadas	No existe											
		>=2,4											
		1-2.4					x						
		<1,0	x	x	x	x		x	X	x	x	x	x
	Ancho de bermas sin pavimentar	No existe											
		>=2,4											
		1-2,4						x	X	x		x	
		<1,0	x	x	x	x	x				x		
	Acera	No existe	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x
		Derecha											
		Izquierda											
	Conflictos laterales	Bajo			x	x	x					x	
		Medio		x				x		x			
		Alto	x						X		x		x
	Ciclovia	Segregado sin barreras											
Sobre la vía													
No existe		x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	
Mediana	Sin mediana	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x	
	Con mediana												
Aquietamiento tráfico	Reductores velocidad	x	x				x	X	x	x	x	x	
	Ninguno			x	x	x							

			Tramos del corredor vial - longitud total: 34 km										
Agrupaciones según IRAP	Atributos de la vía	Criterios evaluados	K30 a K33	K33 a K36	K36 a K39	K39 a K42	K42 a K45	K45 a K48	K48 a K51	K51 a K54	K54 a K57	K57 a K60	K60 a K64
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Geometría de la vía</b>	Curvas horizontales	Muy cerrada	x	x						x			
		Cerrada			x			x	X		x	x	
		Moderada				x	x						x
	Curvas verticales	Cóncava						x	X				
		Convexa	x			x	x		X	x	x		x
	Pendiente	Plano											
		Ondulado	x			x		x					x
Montaño			X	x		x		X	x	x	x		
<b>Estado de la vía</b>	Demarcación pavimento (señalización horizontal)	Buena											
		Regular			x	x	x	x			x		x
		Mala	x	x					X	x		x	
	Señalización vertical	Buena											
		Regular		x	x	x	x	x		x	x		x
		Mala	X						X			x	
	Estado del pavimento	Bueno								x		x	
		Regular					x				x		x
		Malo	x	x	x	x		x	X				
<b>Severidad</b>	Distancias I-D obstáculos	Obstáculo 0-5m	x	x	x	x	x	x	X	x	x	x	x
		Obstáculo 5-10 m											
		> a 10 m											
		Baranda de protección	x	x		x	x		X	x	x	x	x
		Taludes			x			x	X	x	x		x
		Cunetas	x	x		x	x	x	X	x	x	x	x
		Árboles	x		x								x
		Precipicio		x	x	x	x	x		x			
<b>Flujos</b>	Peatones	Ninguno											
		Densidad B,M,A	Alto	Me	Bajo	Med	Bajo	Bajo	Alt	Baj	Bajo	Me	Alt
	Ciclista	Ninguno											
		Densidad B,M,A	Alto	Me-dio	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Me-dio	Bajo	Bajo	Me-dio	Alto
	Motociclistas	Ninguno											
Densidad B,M,A		Alto	Baj	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Me	Baj	Bajo	Baj	Alt	
<b>Valoración por inspección visual con estrellas para cada tramo</b>			★	★	★	★★	★★	★★	★	★	★	★	★

Fuente: elaboración propia, tomando como base los atributos establecidos por el IRAP.

## Resultados

Teniendo en cuenta los criterios de evaluación aplicados por el IRAP en la valoración por estrellas del nivel de seguridad vial de cada uno de los elementos inspeccionados en el tramo seleccionado (Guaduas-Villeta) de la carretera Medellín-Bogotá, y una vez realizado el análisis de la matriz (tabla 5) de los once segmentos en los cuales se subdividió el eje vial, se logra evidenciar como resultado que ninguno de los tramos alcanza a tener calificación de cinco, cuatro o tres estrellas para los distintos usuarios de la vía.



**Figuras 9 y 10.** Estado de la vía. Curvas horizontales y verticales cerradas en pendientes y sin demarcación adecuada

Fuente: elaboración propia. Fotografías tomadas en octubre de 2011.

**Tabla 7.** Resultados finales de la inspección visual y calificación con estrellas

Convenciones valoración de la vía	Atributo de la vía según IRAP	Resultado
	Carretera de una calzada bidireccional con curvas muy cerradas, mala señalización y demarcación, altos conflictos laterales y sin instalaciones para ciclistas ni peatones.	73,5% 25 km
	Carretera de una calzada bidireccional con curvas cerradas, bajos conflictos laterales, señalización y demarcación regular, bermas pavimentadas estrechas, carriles auxiliares, estado del pavimento regular y con arcén sin pavimentar para ciclistas y peatones.	26,5% 9 km

Fuente: elaboración propia, tomando como base a los atributos establecidos por IRAP.

La tabla 7 muestra los resultados finales de la valoración realizada por inspección visual, en esta se muestra que solo tres tramos logran tener una calificación de dos estrellas, equivalente a 9 km de la longitud total inspeccionada de la carretera (34 km), que representa el 26,5% de esta. Los 25 kilómetros restantes, es decir, el 73,5% del corredor vial obtuvo calificación de una estrella. Lo anterior indica que los elementos evaluados de la infraestructura no les garantizan a los diferentes usuarios una buena seguridad vial para movilizarse por este corredor. Estos resultados se obtuvieron teniendo en cuenta la evaluación de solo seis atributos de la vía, que se consideraron como los más relevantes en el estudio, tales como carriles auxiliares, ancho de bermas, conflictos laterales, señalización y demarcación, geometría de las curvas horizontales y estado del pavimento.

## Conclusiones

- El nivel de seguridad vial de una y dos estrellas, que brindan los elementos de la infraestructura, requiere con urgencia que las entidades responsables de la infraestructura vial del país (Invias, Agencia Nacional de Infraestructura [ANI], Ministerio de Transporte o Concesionarios) apropien los recursos requeridos para que se realicen las intervenciones necesarias al tramo de estudio y, de esta manera, contribuir a mejorar la seguridad vial que le debe brindar la carretera a sus diferentes usuarios, y así mismo buscar reducir los índices de accidentalidad que registra este importante eje vial del país.
- Los resultados obtenidos de la calificación simplificada (valoración con estrellas) por inspección visual del tramo Guaduas-Villeta son desalentadores en términos de seguridad vial, en donde el 73,5% (25 km de los 34 km evaluados) no pasa de una estrella. Lo anterior nos da una idea preliminar del nivel de seguridad que brindan los elementos de la infraestructura vial en las carreteras colombianas, debido a que la mayoría de ellas tienen características de diseño y construcción muy parecidas.
- Las condiciones topográficas y la manera en la que se desarrollaron las carreteras en nuestro país, en donde lo que primaba eran los costos de construcción, antes que la seguridad que estas debieran brindarle al usuario, pueden ser una de las causas del nivel de seguridad vial que tiene el tramo al cual se le realizó el presente estudio.

## Referencias

- Al-Masaeid, H. R. (1997). Impact of pavement condition on rural road accidents. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 24(4), 523-531.

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASTHO). (2010). *Highway safety manual*. Washington: AASTHO.
- Ben-Bassat, T. & Shinar, D. (2011). Effect of shoulder width, guardrail and roadway geometry on driver perception and behavior. *Accident Analysis & Prevention*, 43, 2142-2152.
- Bocarejo, J. P. (2010). Curso Seguridad Vial, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.
- Bustamante, A. F. (2011). *Parámetros de una vía segura*. Popayán: Universidad del Cauca.
- Cárdenas, G. J. (2000). *Diseño geométrico de vías* (segunda edición). Colombia: ECOE Ediciones.
- Corporación Fondo de Prevención Vial. (2012). *Guía técnica para el diseño de zonas laterales para vías más seguras*. Recuperado de [http://fpv.org.co/images/repositorioftp/Guia\\_zona\\_lateral\\_enero19.pdf](http://fpv.org.co/images/repositorioftp/Guia_zona_lateral_enero19.pdf)
- Department of Transport National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). (1973). Factores que intervienen en los accidente Transito. Washington: NHTSA.
- Harwood, D. W. & Hummer, J. E. (2000). Operational and safety effects of highway geometrics at the turn of the millennium and beyond. *Transportation Human Factors Journal Impact Factor & Information*, 2, 265-278.
- International Road Assessment Programme (IRAP). (2009). *Estableciendo el IRAP en su país. Una guía para ayudar a las organizaciones en países de bajos y medianos ingresos*. Recuperado de [www.irap.net/library](http://www.irap.net/library)
- Instituto Nacional de Vías (Invías). (2008). *Manual de diseño geométrico de carreteras*. Bogotá: Invías.
- Instituto Nacional de Vías (Invías). (2011). *Programa de seguridad en carreteras nacionales*. Bogotá: Invías.
- Instituto Nacional de Vías (Invías). (2011). *Informe administración vial carretera Honda - Villeta*. Bogotá: Dirección Territorial de Cundinamarca.
- Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2010). *Datos para la vida*. Recuperado de <http://www.medicinalegal.gov.co>
- Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses. (2013). *Comportamiento de muertes y lesiones por accidente de transporte*. Bogotá: Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses.
- International Road Assessment Program (IRAP). (2009). *Calificación por estrellas para vías más seguras*. Recuperado de [www.irap.org/library](http://www.irap.org/library)
- Ministerio de Transporte (2004). *Manual de señalización y dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas*. Bogotá: Ministerio de Transporte.
- Ministerio de Transporte. (2010). *Estadísticas de accidentalidad en carreteras nacionales*. Bogotá: Centro de Información Estratégica Vial (CIEV).
- Ministerio de Transporte. (2013). *Transporte en cifras. Informe estadístico*. Recuperado de <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?idFile=11527>
- Ministerio de Transporte. (2014). *Plan nacional de seguridad vial 2013-2021*. Recuperado de <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=3348>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2009). *Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Es hora de pasar a la acción*. Recuperado: [www.who.int/violence\\_injury\\_prevention](http://www.who.int/violence_injury_prevention)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2011). Unidos para frenar las muertes y los traumatismos causados por el tránsito [Comunicado de prensa]. Recuperado [http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2011/road\\_safety\\_20110506/es/](http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2011/road_safety_20110506/es/)
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2013). *Resumen informe sobre la situación mundial de la seguridad vial*. Recuperado de [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2013/report/summary\\_es.pdf](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/summary_es.pdf)
- Organización de Naciones Unidas (ONU). (2010). *Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2011 – 2020*. New York: ONU.
- Shinar, D. (2007). *Traffic safety and human behavior*. England: Oxford University.
- World Road Association. (2013). *Road safety manual*. Recuperado de <http://www.piar.org/en/knowledge-base/road-safety/safety-manual/>