

Auditoría De Seguridad Vial Para Motobandas

David Arturo Escobar Ciceri¹, Jhoan Felipe Collazos Rojas¹

¹Pontificia Universidad Javeriana Cali, Facultad de Ingeniería. Cali, Colombia.

Resumen - Una de las principales preocupaciones a nivel mundial es la accidentalidad en vías terrestres. En el año 2015 más de un millón de personas perecieron a nivel mundial debido a accidentes de tránsito, en Colombia murieron alrededor de 6000 personas de las cuales alrededor de 300 fueron en la ciudad de Cali. Una de las vías de gran preocupación en la ciudad es la Avenida Paso Ancho, pues su gran tránsito genera un número significativo de accidentes que involucran principalmente peatones, ciclistas y motociclistas. En Cali, en los últimos años, se han implementado proyectos para contrastar esta problemática, uno de ellos son las motobandas, pero a pesar de ello se siguen presentando accidentes severos.

El objetivo principal de este artículo está enfocado en identificar los resultados de la auditoría de seguridad vial (ASV) realizada con el fin de evaluar en cuestión de seguridad sobre el carril de motobanda implementado sobre la calle 13 (avenida Paso Ancho). Desarrollando la metodología para llevar a cabo la ASV se logró evidenciar diferentes errores o fallas presentes en el tramo evaluado, donde el carril de motobanda no genera seguridad para los motociclistas que transitan por dicho carril viéndose obligados en su mayoría a no usarlo transitando sobre los demás carriles junto con los demás vehículos. Sobre todo el tramo evaluado se identificó un tramo más crítico en el cual se ve la necesidad de implementar un paso peatonal controlado por semaforización sobre el cual se realizó un diseño de señalización y de sección transversal tratando así de mitigar los errores de seguridad encontrados.

Finalmente con los resultados obtenidos se puede concluir que la implementación de la motobanda no genera ningún tipo de seguridad para los usuarios, por lo cual se sugiere principalmente eliminar el carril de motobanda teniendo que implementar nueva señalización.

I. INTRODUCCIÓN.

Debido a la alta accidentalidad que se presenta en la ciudad de Cali – Valle del Cauca, donde en particular muy comúnmente se ven involucrados al menos una motocicleta, en varios de ellos con resultados fatales. Con el fin de mitigar y disminuir los accidentes que se presentan en la ciudad de Cali especialmente sobre el sector sur en la calle 13 entre carreras 66 y 100 se desarrolla una auditoría de seguridad vial (ASV) en la cual se evalúa principalmente los factores que puedan afectar el carril denominado motobanda teniendo en cuenta también los carriles mixtos. El sector cuenta con dos calzadas en las cuales cada una de ellas se compone de tres carriles y un separador central entre ellos.

Con el fin de desarrollar la ASV sobre la calle 13 se siguen diferentes pasos que constan de determinar tramos homogéneos para estudiar en mayor detalle cada uno de ellos por separado, realizar levantamiento o identificación de objetos existentes sobre la vía y estado en el que se encuentran los mismos, realizar estudio de velocidades sobre el tramo en general, listas de chequeo y matrices de riesgo, una vez identificado uno de los tramos más críticos se entra de realizar aforos vehicular y peatonales, estudio del comportamiento de los usuarios y diseños correspondientes.

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

A. Accidentalidad.

La accidentalidad es una de las problemáticas de tránsito, siendo de gran importancia por la cantidad de muertes, heridos y pérdidas económicas. La Organización Mundial de la Salud (OMS), comunica que los accidentes de tránsito producen un millón de muertes y 20 millones de personas lesionadas para una población de orden de 6 millones de habitantes. Los accidentes de tránsito principalmente son ocasionados por imprudencias o errores humanos pero mejorando el sistema vial y los vehículos mismos pueden reducir los errores cometidos. La mayor causa es el exceso de velocidad (puede no ser muy alta), seguido de la invasión de la circulación contraria y finalizando por la imprudencia para manejar estas personas cometiendo infracciones de tránsito [1].

B. Velocidades.

Para el estudio de velocidades en el tramo donde se está desarrollando la ASV se ha considerado conveniente realizar mediciones de velocidad de recorrido por medio del método de vehículo flotante. La velocidad media de recorrido es la media de las velocidades realizadas por cierto número de vehículos que recorren una distancia dada. Se puede calcular como la velocidad media espacial a lo largo de un tramo que es la relación entre la longitud del tramo y el tiempo de marcha del vehículo. Para el método a usar se necesita realizar el recorrido de forma que el vehículo vaya “flotando” en el tráfico, yendo a una velocidad igual al resto de usuarios de la vía. Se determina un punto de inicio y un punto de llegada. Durante el recorrido se mide el tiempo que le tomó al vehículo ir de un punto a otro y la distancia recorrida [2].

Los estudios de velocidad se realizan en horas valle teniendo en cuenta que en dichas horas se puede obtener por los vehículos mayor velocidad debido a mayor fluidez en el tráfico y sabiendo que a mayor velocidad se presentará mayor gravedad en un accidente de tránsito.

Según el Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito [3], para determinar el número mínimo de observaciones o de recorridos necesarios, en estudios anteriores y posteriores a un cambio como es el caso en el que se está analizando la amplitud debe estar entre 2.0 a 5.0 km/h para un error tolerable.

$$\text{Amplitud media} = \frac{\text{Suma de diferencias absolutas entre velocidades}}{\text{número de velocidades de recorrido} - 1} \text{ Ecuación (1), [2]}$$

Teniendo en cuenta la Tabla 1 es posible determinar el número mínimo de recorridos necesario para el estudio de velocidad mínima de recorrido.

Tabla 1: Tamaño de la muestra necesario con nivel de confianza del 95% [2]

Amplitud media de la velocidad de recorrido (km/h)	Número mínimo de recorridos para un error tolerable específico (km/h)			
	2.0	4.0	6.0	8.0
5.0	4	3	2	2
10.0	8	4	3	2
15.0	14	6	4	3
20.0	21	8	5	4
25.0	28	11	6	5
30.0	38	13	8	5

C. Listas de chequeo.

Por medio de las listas de chequeo es posible identificar deficiencias de seguridad que se estén presentando en la vía, para este caso deficiencias en la calle 13 entre carrera 66 y carrera 100 en la ciudad de Cali – Valle del Cauca.

Las listas de chequeo pueden ser modificadas por el auditor según la conveniencia para el caso de estudio, pueden ser utilizadas listas generales o detalladas, con ellas se irá evaluando de forma ordenada tramo a tramo cada uno de los factores que pueden intervenir en la seguridad de la vía hacia los usuarios, pueden existir algunos factores que no se encuentran o no aplican para el tramo estudiado [4].

Para el uso de las listas de chequeo, se debe inicialmente conocer y apropiarse de la vía a auditar. Para esto se realiza un recorrido en diferentes tipos de transporte, para este caso se realizan recorridos en sentido sur –norte y norte – sur mediante transporte público, moto, automóvil y caminando para adquirir diferentes puntos de vista del tramo.

D. Matriz de riesgo.

Las matrices de riesgo son usadas típicamente en las auditorias de seguridad vial como herramienta de ayuda para cuantificar el impacto de los hallazgos que afectan la seguridad en determinado tramo vial. La matriz de riesgo combina el proceso sistemático normal de las ASV con la teoría del riesgo, teniendo en cuenta variables como amenaza, exposición, peligrosidad y vulnerabilidad [5].

- “**Amenaza:** Probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado” [6].
- “**Vulnerabilidad:** Grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo un riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso” [6].
- “**Riesgo:** Grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un evento particular en función de la amenaza y la vulnerabilidad” [6].

Con las matrices de riesgo se logra determinar el porcentaje de riesgo que se presenta en el tramo evaluado, para ello se calcula inicialmente la amenaza, seguido de la vulnerabilidad y por último el porcentaje de riesgo.

$$Amenaza = (A_{EX} + A_C) * FM_J * FM_T \text{ Ecuación (2) [5]}$$

Donde:

A_{EX} = Amenaza por exposición se asocia principalmente a la distribución de personas según la actividad económica que se desarrolle en la zona” [5].

A_C = Amenaza por consecuencia gravedad o magnitud de los efectos ocurridos tras la ocurrencia de un evento. Tiene en cuenta la situación de amenaza” [5].

FM_J = Factor de jerarquía depende del tipo de vía que se está analizando.

FM_T = Factor de tolerancia depende de la gravedad de la afectación.

$$Vulnerabilidad = V_{CGT} + V_{EX} + V_V \text{ Ecuación (3) [5]}$$

Donde:

V_{CGT} = Vulnerabilidad dada por centros generadores de tránsito donde se tiene en cuenta la distancia recorrida caminado por una persona hacia o desde centros generadores de tránsito” [5].

V_{EX} = Vulnerabilidad dada por exposición de los usuarios depende del porcentaje de usuarios presentes en la vía” [5].

V_V = Vulnerabilidad dada por velocidades de operación esperadas donde a mayor velocidad mayor índice” [5].

$$Riesgo (\%) = A * V \text{ Ecuación (4) [5]}$$

Donde:

A = Amenaza

V = Vulnerabilidad

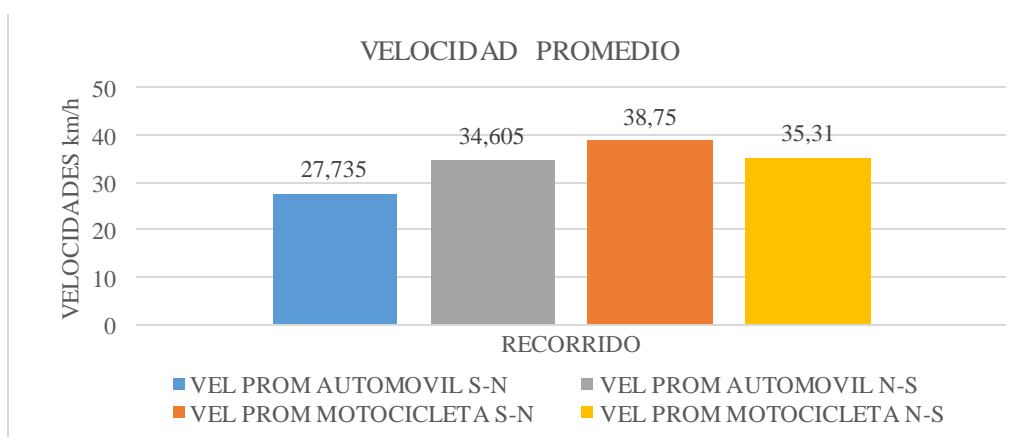
Tabla 2: Escala colorimétrica de riesgo [5].

Riesgo	A x V	Color
Bajo	<30%	TOLERABLE
Medio	>=30% a <70%	MEDIO
Alto	>=70%	INTOLERABLE

III. RESULTADOS.

Una vez realizado cada uno de los pasos de la metodología se determinaron cuatro tramos homogéneos los cuales están separados por intersecciones. De los inventarios realizados en cada uno de los tramos se encontró principalmente señales verticales y horizontales en mal estado, deterioradas o alteradas, exceso de señales verticales referentes al uso del carril motobanda y comportamiento de los motociclistas, existencia de pavimentos rígidos y flexibles donde presentan mal estado en algunos sectores y zonas de parqueo ilegales sobre carril motobanda a lo largo de todos los tramos.

Realizado el estudio de velocidades fueron necesarios cuatro recorridos cumpliendo así con la amplitud necesaria para obtener un error tolerable específico de 2.0km/h para un nivel de confianza del 95%, estudio del cual se encontraron los siguientes datos:



Gráfica 1: Velocidades promedio sobre todos los tramos.

De las listas de chequeo se pudieron encontrar que existen anchos de parqueo insuficientes, bahías de parqueo que no permiten la aproximación y/o salida segura de vehículos y en especial la inexistencia de pasos peatonales seguros y falta de información hacia los usuarios de vehículos de la existencia de paraderos de buses.

Analizado cada uno de los tramos se obtuvo las matrices de riesgo, a continuación en la tabla 3 se presenta el resumen de las matrices.

Tabla 3: Matriz de riesgo obtenida.

ID	ZONA	RM	FMT	ABX	AC	AMBUZA	VCEI	VBX	VV	VULNERABILIDAD	RIESGO(CALIDAD)(%)	CLASIFICACION RIESGO	ID	ZONA	RM	FMT	ABX	AC	AMBUZA	VCEI	VBX	VV	VULNERABILIDAD	RIESGO(CALIDAD)(%)	CLASIFICACION RIESGO
TRAMO1: G-86Y100	1 Entrada peatonal Univalle	1	0.5	4	2	3	5	4	2	11	33	Medio	1 Entrada peatonal Unicentro	1	0.5	3	2	2.5	5	4	2	11	27.5	Medio	
	3 Entrada peatonal Univalle	1	0.5	4	2	3	5	4	2	11	33	Medio	3 Entrada peatonal Unicentro	1	0.5	4	2	3	5	4	2	11	33	Medio	
	12 Entre carrera 100 y entrada principal Univalle	1	0.5	4	5	4.5	5	4	2	11	49.5	Medio	2 Entrada peatonal Unicentro	1	0.5	3	5	4	5	4	2	11	44	Medio	
	2 Entrada peatonal Univalle	1	0.5	4	5	4.5	5	4	2	11	49.5	Medio	5 Todo el tramo	1	0.5	3	1	2	5	4	2	11	22	Medio	
	5 Todo el tramo	1	0.5	4	1	2.5	5	4	2	11	27.5	Medio	6 Todo el tramo	1	0.5	3	1	2	5	4	2	11	22	Medio	
TRAMO2: G-88 Y85	5 Carrera 83	1	0.5	4	2	3	5	4	2	11	33	Medio	5 Intersección carrera 83	1	0.5	3	2	2.5	3	4	2	9	22.5	Medio	
	7 Puente entre carrera 83 y 81	1	0.5	4	2	3	5	4	2	11	33	Medio	5 Todo el tramo	1	0.5	3	1	2	3	4	2	9	18	Medio	
	23 Carrera 83	1	0.8	4	5	6.8	5	4	2	11	74.3	Alto	6 Todo el tramo	1	0.5	3	1	2	5	4	2	11	22	Medio	
5 Todo el tramo	1	0.5	4	1	2.5	5	4	2	11	27.5	Medio														
TRAMO3: G-70Y80	1 A lo largo del tramo, especialmente sobre almacén Olímpica	1	0.8	4	2	4.5	5	4	2	11	49.5	Medio	1 Todo el tramo	1	0.5	4	2	3	5	4	2	11	33	Medio	
	3 A lo largo del tramo, especialmente sobre almacén Olímpica	1	0.5	4	2	3	5	4	2	11	33	Medio	3 Todo el tramo	1	0.75	4	2	4.5	5	4	2	11	49.5	Medio	
	7 Carrera 76	1	0.5	4	5	4.5	5	4	2	11	49.5	Medio	2 Todo el tramo	1	0.75	4	5	6.8	5	4	2	11	74.3	Alto	
	2 A lo largo del tramo	1	0.8	4	5	6.8	5	4	2	11	74.3	Alto	5 Todo el tramo	1	0.5	4	1	2.5	5	4	2	11	27.5	Medio	
	4 Carrera 76	1	0.8	4	5	6.8	5	4	2	11	74.3	Alto	6 Todo el tramo	1	0.5	4	1	3	5	4	2	11	27.5	Medio	
	5 Todo el tramo	1	0.5	4	1	2.5	5	4	2	11	27.5	Medio													
TRAMO4: G-66Y70	5 Carrera 66	1	0.5	5	2	3.5	5	4	2	11	38.5	Medio	1 Todo el tramo	1	0.5	5	2	3.5	5	4	2	11	38.5	Medio	
	2 A lo largo del tramo	1	0.8	5	5	7.5	5	4	2	11	82.5	Alto	3 Todo el tramo	1	0.75	5	2	5.3	5	4	2	11	57.8	Medio	
													2 Todo el tramo	1	0.75	5	5	7.5	5	4	2	11	82.5	Alto	
													6 Todo el tramo	1	0.5	5	1	3	5	4	2	11	33	Medio	

El tramo 3 comprendido entre las carreras 70 y 80 presenta dos porcentajes de riesgo en nivel alto por lo que se escoge dicho tramo para el diseño de solución en señalización y sección transversal. Las afectaciones más importantes que tiene dicho tramo tienen que ver directamente con el carril motobanda y el paso peatonal.

De los aforos realizados sobre el tramo tres se determina que el número de peatones y vehículos es alto, cumpliendo con los mínimos para poder realizar la implementación de semafORIZACIÓN en el sector. También se logra analizar que el comportamiento de los usuarios es totalmente negativo como se puede evidenciar en la gráfica 2.



Gráfica 2: Comportamiento de usuarios.

IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

Con el desarrollo de la ASV se logró evidenciar diferentes factores que pueden afectar directamente a la seguridad vial de todo tipo de usuarios, especialmente se identificó afectación

a los usuarios de motocicletas y peatones. El carril de motobanda no está cumpliendo el uno de los objetivos que tiene que es de salvar la seguridad de los motociclistas, por el contrario genera conflicto entre usuarios especialmente entre motociclistas y vehículos que hacen uso del carril como zona de parqueo, por lo tanto se considera adecuado eliminar dicho carril.

La existencia de pasos peatonales a riesgo sobre el tramo tres genera inseguridad para los usuarios de vehículos como a peatones que constantemente se encuentran cruzando de una calzada a la otra debido a la alta actividad económica que se encuentran en el sector (centros generadores de tránsito) por lo que se propone como solución el diseño de un paso peatonal controlado mediante semaforización generando así seguridad para los peatones quienes podrán cruzar de una calzada a otra sin complicaciones.

V. REFERENCIAS.

- [1] J. Cárdenas Grisales y R. Cal y Mayor Reyes Spíndola, Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y Aplicaciones, México, D.F: Alfaomega, 2007.
- [2] Cal y Mayor y Asociados S.C., *Manual de Planeación y Diseño Para la Administración del Tránsito y el Transporte en Santa Fe de Bogotá*, Bogotá: Secretaría de Tránsito y Transporte del Distrito Capital, 1998.
- [3] P. Box y J. Oppenlander, *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito*, Cuarta Edición ed., México D.F, 1985.
- [4] A. Dourthé Castrillón y J. Salamanca Candia , «Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito,» Marzo 2003. [En línea]. Available: <http://www.conaset.cl/wp-content/uploads/2016/01/Guia-Auditoria-de-Seguridad.pdf>. [Último acceso: 18 Abril 2016].
- [5] D. P. Rodríguez Espinosa y M. F. Alegría Velasco , *La Evaluación de Riesgo Como Herramienta Base Para el Desarrollo de Auditorías de Seguridad Vial en Sistemas de Transporte Masivo*, Bogotá: Conference: Panam - Chile, 2012.
- [6] M. F. Alegría Velasco , «Metodología Simplificada Para la Construcción de Mapas de Riesgo de Accidentes de Tránsito en Zonas Urbanas de Colombia,» Unión Temporal Cali Software S.A-G.P.S S.A, Cali, 2011.