

## Auditoria de Seguridad Vial al Sistema Integrado de Transporte Masivo – MIO de la Ciudad de Cali: Calle 5ta entre las Cra 56 y 34

Claudia Melissa Castro Velasco<sup>1</sup>, Diana Marcela Rincón Ramírez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Estudiante de Ingeniería Civil, Pontificia Universidad Javeriana Seccional Cali*

**Resumen**— Este artículo establece el proceso de Auditoria de Seguridad Vial (ASV) realizada en la troncal de la Calle 5ta entre las Cra 56 y 34, donde actualmente en la ciudad de Cali se ha detectado accidentes que involucran peatones sobre las rutas troncales del Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) – MIO.

La metodología utilizada se basa en realizar un proceso de investigación, análisis y determinación de los factores que están generando los accidentes. De esta manera, se lleva a cabo un inventario vial, estudio de velocidades de los vehículos particulares y de los buses del MIO, matrices de hallazgo y riesgo que permitieron identificar la vulnerabilidad, amenaza y riesgo presente en el sector y estudio de comportamiento de obediencia de los peatones. Finalmente fue posible determinar el tramo más crítico, comprendido en la Calle 5ta entre las Cra 42 y 39 debido a la presencia de falencias en la infraestructura, diversidad de accidentes en dónde son involucrados usuarios con mayor vulnerabilidad como peatones y motociclistas. Es así como surgen una propuesta, en la cual se propone un diseño de señalización y cambios en la sección transversal.

### I. INTRODUCCIÓN

En consecuencia a los altos índices de accidentalidad vial que se han presentado en el país, hecho que ha sido alarmante para la sociedad y las autoridades [1], es necesario el

uso e implementación de herramientas y alternativas eficientes que permitan identificar los actores de la seguridad vial como lo son la infraestructura vial, los vehículos y los usuarios que propicien la aparición de estos, para así plantear posibles soluciones que ayuden a erradicar o reducir la severidad de estos accidentes viales.

Es aquí donde entra a jugar un papel muy importante las auditorías de seguridad vial (ASV), las cuales a partir de una serie de procesos ayudan a reducir significativamente la ocurrencia de incidentes y directamente las cifras de muertes y lesiones mediante el análisis de riesgo de todos los factores implicados en la seguridad de un proyecto. [2] Los objetivos de este artículo para el sector establecido son identificar los sitios de mayor severidad de accidentes, caracterizando los actores de la seguridad vial para así plantear y proponer una solución con diseño que permita el mejoramiento del entorno.

### II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

A continuación, se presentan las bases para la realización de la auditoria de seguridad vial en el tramo de la Calle 5ta entre las Cra 56 y 34.

#### A. *Inventario vial:*

Permitan reconocer detalles técnicos de la vía como la descripción del diseño geométrico y sus componentes, determinando los aspectos que podrían intervenir en las actividades comunes de transporte.

El inventario vial se realiza de manera visual e in situ para establecer de forma presencial la situación actual en que se encuentra, se ejecuta en primer lugar dividiendo los sectores o

tramos que se van a observar para mayor facilidad bien sea por semaforización, terminación de cuadra o cambio de sección transversal. Posteriormente, se debe tener claro los detalles a examinar como intersecciones, sentido de la vía, calzada, obras de drenaje, puentes, estructuras de contención, señalización y demás elementos que hacen parte de la vía para su conservación y seguridad del usuario, determinando operaciones de mantenimiento, control o restablecimiento que conllevan a buenas condiciones de la vía.

#### *B. Listas de chequeo*

Las listas de chequeo brindan una ayuda de manera sistemática y ordenada al auditor permitiendo identificar cualquier tipo de deficiencia de seguridad, además aportan una idea del entorno en que se encuentra la vía en estudio a partir de una serie de preguntas y características generales que podría presentar cualquier tipo de vía, para así en el momento de analizar la documentación y realizar las inspecciones del terreno se definan los ítems y se identifiquen los potenciales problemas de seguridad en sus diseño. [3]

#### *C. Velocidad media de recorrido*

La velocidad de recorrido es aquella que relaciona la distancia total recorrida desde el punto inicio hasta el punto final del viaje y el correspondiente tiempo total empleado para recorrerla. En dicho tiempo total se incluyen todas las paradas ajenas al deseo del conductor como lo son aquellas producidas por el tránsito, elementos viales y dispositivos de control entre otros.

Uno de los métodos que se emplean en el campo de la ingeniería de tránsito en el estudio de velocidades es el del vehículo flotante. Este método consiste en recorrer varias veces el tramo de estudio cronometrando el tiempo de recorrido empleado a lo largo de este, teniendo en cuenta que el vehículo debe viajar aproximadamente a la misma velocidad de todos los vehículos que en ese momento

también circulan por la vía. Los días recomendados para la realización de las mediciones de velocidad son en días típicos de la semana (martes a jueves), con el fin de estudiar el comportamiento normal del tránsito.

Con respecto a lo anterior, para conocer el número de recorridos necesarios para obtener la información adecuada y realizar un estudio que satisfaga en su totalidad las necesidades del proyecto, se deben tener en cuenta dos parámetros importantes, un error tolerable de la media de las velocidades de recorrido dado a partir de las especificaciones y hacia dónde va dirigido el estudio de tránsito y por otro lado la variabilidad que pueden presentar los vehículos en las rutinas de circulación. [4]

#### *D. Accidentalidad*

Los aspectos que conducen a las ocurrencias de accidentes en el sistema de transporte están dados a partir de las acciones de los usuarios (conductores, peatones, ciclistas, pasajeros, etc.), el diseño de la vía (geometría, operación, elementos físicos, etc.) o el incumplimiento de las normas de tránsito. Las causas de un accidente se determinan a partir de una secuencia de actividades que permiten identificar, posicionar y establecer una serie de datos para llevar un control de manera gráfica y coherente de lo ocurrido. [5]

Se realizó un análisis definiendo los eventos de accidentalidad de mayor ocurrencia con respecto al SITM – MIO, en donde se determinaron factores involucrados en este tipo de situaciones, como la tipología de vehículos del sistema, la clase de accidentes, a quién o a qué se afectó, los actores viales que participaron y la cantidad de heridos según dichos actores.

#### *E. Matriz de hallazgo y riesgo*

Para establecer y analizar las diferentes situaciones presentadas en la zona de estudio, se debe realizar las matrices de hallazgo y de riesgo que determinan las amenazas, vulnerabilidades y riesgos dependiendo de las

condiciones del tramo, de esta manera, establecer soluciones que permitan prevenir la aparición de accidentes. [6]

La matriz de hallazgo se realiza a partir de los criterios obtenidos del inventario de vía realizado para cada tramo y la lista de chequeo como una evaluación exhaustiva de los problemas que se pueden presentar tanto del diseño geométrico como de los elementos físicos que la conforman.

La matriz de riesgo depende de los siguientes factores:

- Amenaza por exposición y consecuencia.
- Jerarquización de la vía.
- Factor de modificación por criterio y norma.
- Vulnerabilidad por centros generadores de tránsito, exposición de usuarios y velocidades esperadas.

#### *F. Comportamiento de obediencia*

Este estudio permite identificar y analizar el comportamiento del peatón con respecto a las normas que lo rigen, al uso de los sitios destinados para su circulación y su conducta con los demás usuarios. De manera que para establecer estos criterios se cuantifican algunos parámetros que permiten reconocer la situación como el conflicto peatón – vehículo, entendimiento y obediencia de los dispositivos de control de tránsito y comportamiento exhibido.

Se realiza un aforo peatonal en lugares específicos de mayor circulación que permita establecer el modo en que actúan.

### III. RESULTADOS

En base al procedimiento anteriormente mencionado se obtuvieron los siguientes análisis que permiten identificar en el tramo de estudio aquellas falencias que se vienen presentando con el fin de proponer soluciones que permitan proporcionar seguridad vial.

Del inventario vial y la lista de chequeo se identificaron las siguientes características:

- Los tramos con pavimento rígido presentan una capa de rodadura en un estado ideal para el tránsito de los vehículos, mientras que aquellos con pavimento flexible se observan con frecuencia fisuras longitudinales y pérdidas de agregado.
- El sistema de drenaje tiene consistencia a lo largo de todo el tramo pero presenta deterioro y saturación hasta la mitad de su capacidad debido a la existencia de agua-lodo por la acumulación de basuras y obstrucciones.
- La iluminación se encuentra presente en todo el tramo siendo en su mayoría realmente eficiente, en los casos en los que se ve afectada la claridad se le atribuye al follaje de los árboles que generan zonas oscuras para los peatones.
- Las demarcaciones horizontales están caracterizadas en la mayoría del tramo por su mal estado y la falta de visibilidad de algunas de estas, por lo que se ha propuesto realizar mantenimiento a las líneas de borde.
- Se hizo muy frecuente el cambio de sección transversal del andén disminuyendo el espacio para el tránsito de los ciudadanos, lo que impide su adecuada movilidad.
- La señalización vertical en la mayoría del tramo se encuentra en buenas condiciones, exceptuando pocos casos en los que ha sido deteriorada por efectos del clima (decoloración, desprendimiento) y por causas del vandalismo.
- Se presenta mayor estacionamiento en andenes que en la vía, sucediendo en más de la mitad de los tramos para ambos casos, estos estacionamientos indebidos son frecuentes a lo largo del día.

Posteriormente se determinó los parámetros de velocidad, accidentalidad y riesgo con el fin de establecer el tramo más crítico de la vía en estudio. El mecanismo que se utilizó fue inicialmente determinar a partir del riesgo y la longitud de cada tramo que tanto se ve afectada la vía en cuanto a kilometraje, puesto

que se podría encontrar tramos de largas distancias con valores de riesgo altos lo que significaba una equivalencia a esa longitud.

Tabla 1 Parámetros para selección del tramo crítico

Tramo	Riesgo	Km	Riesgo /Km	Velocidad Recorrido		Accidente		
				Particular	MIO	Daños	Heridos	Fatales
1	342	0,29	1179	35,1	37,4	7	-	-
2	319	0,27	1181	16,9	40,9	-	-	-
3	677	0,20	3385	27,2	11,8	53	19	-
4	699	0,46	1520	34,3	29,9	5	5	1
5	411	0,27	1522	40,0	52,3	-	-	-
<b>6</b>	<b>946</b>	<b>0,27</b>	<b>3504</b>	<b>23,0</b>	<b>32,6</b>	<b>18</b>	<b>7</b>	<b>-</b>
7	568	0,23	2470	34,7	46,3	6	8	-
8	1212	0,61	1987	28,2	51,9	2	7	-
9	463	0,22	2105	16,1	35,3	15	12	-

Fuente: Elaboración propia

Al analizar la tabla anterior se seleccionan tres tramos destacados por los valores de las características que producen irregularidad en su funcionamiento y conllevan a posibles situaciones de accidentalidad.

- Tramo 3: Cra 52 – Cra 50. (Centro comercial Cosmocentro) presenta un riesgo/Km significativamente alto (3385) lo que hace muy atractivo a la hora de estudiar las causas de accidentalidad, pero se debe tener en cuenta que la mayoría de los accidentes (53) presentados en este sector se debe a la colisión entre los buses del sistema de transporte MIO.
- Tramo 4: Cra 50 – Cra 44. (B/El Lido) Este sector es importante debido a la presencia de un accidente fatal, pero en general el riesgo/Km es bajo con respecto a los demás tramos. Sin restarle importancia a este hecho existen otros tramos en que la vida y seguridad del usuario peatón se ve mayor afectada.

- Tramo 6: Cra 42 – Cra 39 (B/Tequendama) El valor de riesgo/Km es el más alto (3504) debido a los problemas en la vía observados en la lista de chequeo y la matriz de hallazgo y riesgos.

Ya determinado el tramo crítico comprendido entre las Cra 42 y 39, se evaluó el comportamiento de los peatones estableciendo la poca cultura, la falta de obediencia frente a las normas de tránsito y el uso inadecuado de los espacios específicos de la infraestructura para el transeúnte. Como resultado se obtuvieron cruces de peatones en semáforo vehicular en rojo, cruces diagonales a través de la intersección, indecisión a la hora de realizar el cruce y salida y entrada de la estación del MIO por las puertas donde descenden y ascienden los usuarios.

#### IV. DISEÑO

A partir de un estudio de accidentalidad, matrices de riesgo y el comportamiento de obediencia se clasificaron las debilidades y amenazas que presenta la Calle 5ta entre las Cra 42 y 39. Por lo tanto, se proponen soluciones de manera que la funcionalidad de la vía se encuentre en condiciones favorables y tanto los peatones como los demás usuarios tengan la disponibilidad de cumplir las normas de tránsito y transitar por los espacios otorgados para cada uno.

- Remoción e instalación de señalización adecuada.
- Mantenimiento en la señalización horizontal (bordes, cebras e intersección).
- Instalación de semáforos peatonales con ayuda auditiva para invidentes.
- Reubicación de los comerciantes ubicados en las aceras, que impiden el paso adecuado de los peatones.
- Instalación de cerramiento del separador entre el carril exclusivo del SITM y el carril mixto.



Figura 1 Esquema de vallas para separadores del SITM-MIO

Fuente: Elaboración propia

- Instalación de vallas peatonales para la canalización del flujo peatonal.

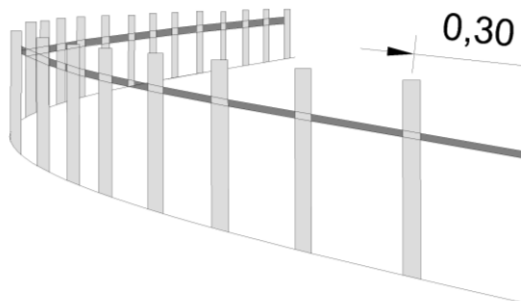


Figura 2 Esquema de las vallas peatonales

Fuente: Elaboración propia

- Instalación de bolardos en sectores con presencia de estacionamiento vehicular en el andén.



Figura 3 Bolardos ubicados en la carrera 86 con calle 16

Fuente: Elaboración propia

#### V. CONCLUSION

- El diseño del tramo de estudio posee estructuras que facilitan y proporcionan seguridad en el momento de circular y moverse por esta vía a los usuarios más vulnerables por sus discapacidades motrices y visuales.
- En la selección del tramo crítico, los parámetros que más incidencia tuvieron fueron la combinación de medios de transporte, el mal estado de la señalización vertical en las vías, el estacionamiento en las aceras que supone un alto riesgo para el peatón, la ausencia de semáforos peatonales con indicadores sonoros y la accidentalidad que involucra a los usuarios ya mencionados.
- El aforo de comportamiento de obediencia realizado en el tramo crítico esclareció la conducta inadecuada de transeúntes que no hacen uso del espacio para su debida circulación, por el contrario toman decisiones como salir de las estaciones por las puertas donde los pasajeros ascienden y descienden de los buses. Los cruces en

las intersecciones están adaptados con accesos peatonales en cada uno de sus ramales para que todo tipo de peatón transite sin ningún obstáculo o preocupación y aun así prefieren atravesar la intersección diagonal, vertical, entre otros, que ponen en peligro la vida misma.

- El diseño estuvo dirigido con mayor fuerza a los peatones, brindándoles seguridad y facilidad para su libre circulación, en los que la aplicación de normas existentes, materiales y metodología actuara en compañía de la ciudad y la población Caleña. Primó la prevalencia de vida (Vallas peatonales y canalizadores), la continuidad estética que ha implementado la ciudad de Cali (Malla de cerramiento) y la intención de ofrecerle espacios a cada uno de los usuarios (bolardos).
- Otro planteamiento de gran importancia es la red de ciclo-rutas que no está dentro del diseño específicamente, pero se adecua al planteamiento municipal que tiene la ciudad para la prolongación de la ciclovía a lo largo de las vías principales, secundarias y locales.

de Seguridad Vial,» CONASET, 2003.

- [4 Cal y Mayor y Asociados, Manual de ] Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte, Bogotá D.C, 1998.
- [5 R. Cal y Mayor y J. Cárdenas G., Ingeniería ] de tránsito. Fundamentos y aplicaciones, México, D.F: Alfaomega, 2007.
- [6 Corporación Fondo de Prevención Vial, ] *Informe final: Análisis de riesgo y planteamiento de recomendaciones*, Santiago de Cali, 2011.

## VI. TRABAJOS CITADOS

- [1 Fondo de protección vial, «¿Como están las ] carreteras de Colombia en seguridad vial?,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.fpv.org.co/images/repositorioftp/FPV-resultados.swf>.
- [2 Ministerio de Transporte, Fondo de ] Prevención Vial, Gobernación del Valle del Cauca, Departamento Nacional de Planeación, «Plan regional de seguridad vial del Valle del Cauca y Cali 2012-2020,» Cali, 2012.
- [3 A. Dourthé Castrillón y J. Salamanca ] Candia, «Guía para Realizar una Auditoría