



**EVALUAR EL EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL
EN CINCO ZONAS ESCOLARES DE BOGOTÁ**

**ANDREA ÁLVAREZ GARZÓN
PAULA ANDREA LÓPEZ AGUDELO**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ, D.C.**

2014



**EVALUAR EL EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL
EN CINCO ZONAS ESCOLARES DE BOGOTÁ**

ANDREA ÁLVAREZ GARZÓN

PAULA ANDREA LÓPEZ AGUDELO

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director

ANA PATRICIA HERRERA MEDINA

INGENIERA CIVIL – MAGÌSTER EN TRANSPORTE

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ, D.C.

2014

AGRADECIMIENTOS

Por medio de este trabajo queremos expresar nuestros sinceros agradecimientos para el desarrollo de este, como resultado de un esfuerzo de varias personas que leyeron, opinaron, orientaron, revisaron, corrigieron, nos dieron ánimo y nos acompañaron en los momentos de crisis.

Agradecemos a cada uno de los integrantes de nuestras familias por su apoyo, y por habernos brindado la oportunidad de formarnos como profesionales.

Agradecemos a la Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil, por permitirnos adquirir los conocimientos necesarios para la formación como ingenieras.

Agradecemos a Ana Patricia Herrera Medina por la confianza, la paciencia y la dirección de este trabajo ya que por sus consejos, apoyo y ánimo, logramos llevar a cabo un buen trabajo investigativo.

Y por último queremos agradecer a la Secretaria Distrital de Movilidad por la valiosa información suministrada para el desarrollo del presente estudio.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	16
1.2 OBJETIVOS.....	18
1.2.1 Objetivo general	18
1.2.2 Objetivos específicos	18
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 ACCIDENTALIDAD VIAL EN ZONAS ESCOLARES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ	19
2.2 INFORMACIÓN REGISTRADA EN EL INFORME POLICIAL DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO	22
2.3 FACTORES DE RIESGO QUE INCIDEN EN LA ACCIDENTALIDAD VIAL EN ZONAS ESCOLARES.....	23
2.4 EFECTO DE LA VELOCIDAD EN LA ACCIDENTALIDAD.....	25
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	27
3.1 REVISIÓN DE MANUALES INTERNACIONALES	27
3.2 ESTUDIOS A NIVEL MUNDIAL.....	35
3.3 REVISIÓN MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL DE COLOMBIA	40
3.3.1 Señales Verticales.....	40
3.3.2 Señalización Horizontal.....	41
3.3.3 Semáforos	42
3.4 ESTUDIOS A NIVEL NACIONAL.....	45
4. METODOLOGÍA	48
4.1 ESTADO DEL ARTE.....	48
4.2 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	48
4.3 SELECCIÓN DE ZONAS ESCOLARES	49
4.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS ESCOLARES DE ESTUDIO.....	50
4.4.1 Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	51
4.4.2 Centro Educativo Pinardi.....	52
4.4.3 Colegio Filadelfia para Sordos	53

4.4.4 Colegio Distrital Heladia Mejia IED	55
4.4.5 Colegio San Damián.....	56
4.5 INVENTARIO DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRÁFICO	57
4.6 MEDICIÓN DE VOLÚMENES VEHICULARES EN LAS ZONAS ESCOLARES DE ESTUDIO.....	58
4.7 DISEÑO DEL TAMAÑO DE MUESTRA	62
4.8 MEDICIÓN DE VELOCIDAD ANTES Y DESPUÉS DE INSTALAR DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN EN LAS ZONAS ESCOLARES DE ESTUDIO.....	65
4.9 CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS USUARIOS.....	69
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS	74
5.1 ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD A PARTIR DE LOS IPAT	74
5.2 COMPARACIÓN DE VELOCIDAD ANTES Y DESPUÉS DE LA SEÑALIZACIÓN EN LAS ZONAS ESCOLARES DE ESTUDIO	92
5.2.1 Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	92
5.2.2 Centro Educativo Pinardi.....	96
5.2.3 Colegio Filadelfia para Sordos	100
5.2.4 Colegio Distrital Heladia Mejía.....	103
5.2.5 Colegio San Damián.....	107
5.3 COMPORTAMIENTO DE LOS USUARIOS FRENTE A LOS DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN EN LAS ZONAS ESCOLARES DE ESTUDIO	111
5.3.1 Comportamiento Peatones	112
5.3.2 Comportamiento Conductores	118
5.4 ALTERNATIVAS DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN	127
CONCLUSIONES.....	134
RECOMENDACIONES	137
BIBLIOGRAFÍA.....	140
LISTA DE TABLAS.....	6
LISTA DE GRÁFICAS	7
LISTA DE IMÁGENES	9
LISTA DE ECUACIONES	11
LISTA DE ANEXOS	12

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen estrategias de eficacia probada para prevenir los traumatismos causados por el tránsito en los niños.	15
Tabla 2. Población en edad escolar (0-19 años) por localidades para Bogotá.....	20
Tabla 3. Accidentes de tránsito de niños menores de 18 años, por localidades de Bogotá.	20
Tabla 4. Distribución por tipo de accidentes de tránsito en niños menores de 18 años, 2009 – 2012.....	21
Tabla 5. Manuales México y Perú.	28
Tabla 6. Manuales Ecuador y Paraguay.....	29
Tabla 7. Manuales Chile y España.....	30
Tabla 8. Manual Estados Unidos.	34
Tabla 9. Inventario de señalización en las zonas escolares.....	57
Tabla 10. Desviaciones normales de velocidades de punto para la determinación del tamaño de la muestra.	63
Tabla 11. Constante correspondiente al nivel de confiabilidad.	64
Tabla 12. Contingencia resultado o daño.....	68
Tabla 13. Valores de k más utilizados y sus niveles de confianza correspondientes.....	70
Tabla 14. Número de encuestas a implementar en peatones por colegio.	70
Tabla 15. Información IPAT – Base de datos de accidentalidad 2009 – 2013.	77
Tabla 16. Información IPAT – Base de datos de accidentalidad 2009 – 2013.....	79
Tabla 17. Información IPAT – Base de datos de accidentalidad 2009 – 2013.....	80
Tabla 18. Información IPAT – Base de datos de accidentalidad 2009 – 2013.....	82
Tabla 19. Información IPAT – Base de datos de accidentalidad 2009 – 2013.....	84
Tabla 20. Resumen Análisis Estadístico – Calle 28 (E-W)	92
Tabla 21. Resumen análisis estadístico – Calle 24C (E-W).	96
Tabla 22. Resumen análisis estadístico – Calle 59 (E-W).....	100
Tabla 23. Resumen análisis estadístico – Calle 65 (S-N)	104
Tabla 24. Resumen análisis estadístico – Calle 78 (E-W).	107
Tabla 25. Cálculo del riesgo relativo	111
Tabla 26. Resumen efectos de estudios de medidas de pacificación del tráfico.....	130
Tabla 27. Comparación de costos, diseño # 1 - diseño # 2.....	132

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Muertes por accidente de tránsito en función del tipo de usuario, Bogotá 2012.	19
Gráfica 2. Aforos composición vehicular en cada zona escolar.	61
Gráfica 3 Composición vehicular mixtos Intersección semaforizada..	62
Gráfica 4. Clase de Accidente.....	85
Gráfica 5. Choque contra.....	85
Gráfica 6. Clase de Vehículo.	86
Gráfica 7. Tipo de Servicio.....	87
Gráfica 8. Características de la Vía - Controles.....	88
Gráfica 9. Rango de Edades - Conductores	90
Gráfica 10. Género – Conductores	90
Gráfica 11. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 28 (E-W) Jornada Mañana.....	95
Gráfica 12. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 28 (E-W) Jornada Tarde	95
Gráfica 13. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 28 (E-W) Día Atípico – Sábado	96
Gráfica 14. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 24C(E-W) Jornada Mañana.	99
Gráfica 15. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 24C(E-W) Jornada Tarde.....	99
Gráfica 16. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 24C(E-W) Sábado.....	100
Gráfica 17. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 59 (S-N) Jornada Mañana.....	102
Gráfica 18. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 59 (S-N) Jornada Tarde	103
Gráfica 19. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 59 (S-N) Sábado	103
Gráfica 20. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 65 (S-N) Jornada Mañana.....	106
Gráfica 21. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 65 (S-N) Jornada Tarde	106
Gráfica 22. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 65 (S-N) Sábado	107
Gráfica 23. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 78 (E-W) Jornada Mañana.....	109
Gráfica 24. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 78 (E-W) Jornada Tarde	109
Gráfica 25. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 78 (E-W) Sábado	110
Gráfica 26. Distribución de encuestas por zona escolar , peatones ANTES-DESPUÉS.....	113
Gráfica 27. Distribución por genero en cada zona escolar , peatones ANTES-DESPUÉS.....	113
Gráfica 28. Distribución por edades en cada zona escolar , peatones ANTES – DESPUÉS....	114
Gráfica 29. ¿Cuándo está transitando por una vía, usted identifica en qué momento se encuentra en una Zona Escolar? Peatones ANTES – DESPUÉS.	115

Gráfica 30. ¿Qué precauciones tiene cuando transita por una vía? Peatones ANTES – DESPUÉS.	116
Gráfica 31. Califique de 1 a 5 el estado de la señalización en esta zona escolar. Peatones ANTES – DESPUÉS.	118
Gráfica 32. Distribución de encuestas por zona escolar. Conductores ANTES – DESPUÉS.	119
Gráfica 33. Distribución por genero en cada zona escolar. Conductores ANTES – DESPUÉS.	120
Gráfica 34. Distribución por edades en cada zona escolar. Conductores ANTES – DESPUÉS.	121
Gráfica 35. Cuándo está transitando por una vía, usted identifica en qué momento se encuentra en una Zona Escolar? Conductores ANTES – DESPUÉS.....	122
Gráfica 36. ¿Qué precaución tiene cuando conduce por una Zona Escolar? Conductores ANTES – DESPUÉS.	123
Gráfica 37. Califique de 1 a 5 el estado de la señalización en esta zona escolar. ANTES – DESPUÉS.	125

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Distribución de las defunciones debido a lesiones en niños de 0 a 17 años según la causa.....	14
Imagen 2. Distancias de reacción y de frenado para diferentes velocidades.	25
Imagen 3. Señalización Vertical SP-47 - SR-30 - SR-28.	40
Imagen 4. Demarcación de zona escolar.....	41
Imagen 5. Semáforos para zonas escolares.....	42
Imagen 6. Demarcación alternativa para cruces escolares.....	43
Imagen 7. Pictograma zona escolar.....	43
Imagen 8. Señal preventiva, SP-47 A ZONA ESCOLAR.....	43
Imagen 9. Señal preventiva SP-47 B ZONA ESCOLAR.	44
Imagen 10. Señal preventiva SP-47 C ZONA ESCOLAR.	44
Imagen 11. Ejemplo de implementación de señalización alternativa en zonas escolares.....	44
Imagen 12. Localización espacial zonas escolares.	50
Imagen 13. Perfil sección vial Tipo V-6, V-7 y V-8.....	51
Imagen 14. Señalización Antes (Izquierda) y Después (Derecha) Calle 28 (E-W).....	52
Imagen 15. Señalización Antes (Izquierda) y Después (Derecha) Carrera 42 (N-S).	53
Imagen 16. Señalización Antes (Izquierda) y Después (Derecha) Calle 59 (W-E).....	54
Imagen 17. Señalización Antes (Izquierda) y Después (Derecha) Calle 28 (E-W).....	55
Imagen 18. Señalización Antes (Izquierda) y Después (Derecha) Calle 78 (E-W).....	56
Imagen 19. Radar Falcon HR.....	65
Imagen 20. Ejemplo resultados arrojados por el software Radar Data Loger.	66
Imagen 21. Ángulo de incidencia entre la trayectoria del vehículo y la visual del radar.	69
Imagen 22. Mapa de Accidentalidad por Clase de Accidente - Calle 28 - Carrera 5.	76
Imagen 23. Mapa de Accidentalidad por Clase de Accidente - Calle 24C- Carrera 40.....	78
Imagen 24. Mapa de Accidentalidad por Clase de Accidente - Calle 59 - Carrera 14A.	79
Imagen 25. Mapa de Accidentalidad por Clase de Accidente - Calle 65 - Carrera 15A.	81
Imagen 26. Mapa de Accidentalidad por Clase de Accidente - Calle 78 - Carrera 62.	83
Imagen 27. Esquema velocidad media y desviación – Calle 28	93
Imagen 28. Esquema velocidad media y desviación – Calle 24C	97
Imagen 29. Esquema velocidad media y desviación – Calle 59	101

Imagen 30. Esquema velocidad media y desviación – Calle 65	105
Imagen 31. Representación velocidad media y desviación – Calle 78	108
Imagen 32. Comportamientos conductores y peatones.....	126
Imagen 33. Ejemplo de bolardos a lo largo de una vía, para evitar el estacionamiento.	128
Imagen 34. Resaltos Portátiles.....	130
Imagen 35. Implementación de dispositivos para regular la velocidad, ejemplo Galerías, Bogotá.....	131
Imagen 36. Diseño tipo de señalización Zona Escolar (diseño # 1)	131
Imagen 37. Diseño con reemplazo de 2 bandas de estoperoles por resaltos portátiles (diseño # 2)	132
Imagen 38. Ejemplo de señalización dinámica.....	133

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Tamaño mínimo de la muestra.....	62
Ecuación 2. Tamaño mínimo de la muestra estadístico.....	62
Ecuación 3. Prueba de Significancia.....	67
Ecuación 4. Número mínimo de encuestas.....	70

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Formato IPAT

Anexo B. Planos AutoCAD de señalización. [CD]

Anexo C. Formato volúmenes vehiculares – Composición vehicular.

Anexo D. Formato velocidades puntuales.

Anexo E. Levantamiento de croquis IPAT. [CD]

Anexo F. Análisis estadístico velocidades puntuales [CD]

Anexo G. Datos velocidades puntuales radar (.txt) [CD]

INTRODUCCIÓN

La señalización vial es uno de los factores más importantes al hablar de accidentalidad; las altas velocidades con las que transitan los conductores por las vías, la mala señalización y la desobediencia de los usuarios frente a estas, ha generado que a lo largo de los años se registren eventos de accidentes de tránsito, donde las principales víctimas que se presentan son peatones, y entre estos, se destaca la participación de los menores de edad, siendo una población altamente vulnerable a la accidentalidad asociada a los entornos donde se concentran en mayor proporción, como lo son su escuela o colegio, jardín, universidad, instituto de educación formal, etc.

Según la Secretaria Distrital de Movilidad en su informe de Análisis Estadísticas Menores Muertos, Hospitalizados y Valorados en la Ciudad de Bogotá entre los años 2007 y 2012 (Secretaría Distrital de Movilidad, 2013), el 70% de los accidentes de tránsito, involucran al peatón, seguido de pasajeros y ciclistas con 14% y 11% respectivamente. Por otro lado se registraron un total de 35.602 accidentes de tránsito, donde 2.156 son accidentes que involucran menores de 18 años, es decir que el 6.05% es la población infantil - menores de edad - que se ven implicados en la accidentalidad vial de Bogotá.

Para las zonas escolares el Ministerio de Transporte de Colombia, en su Manual de Señalización Vial (MSV) adoptado mediante la Resolución 1050 de 2004, describe una serie de dispositivos que regulan e indican a los usuarios las precauciones que se deben tener en cuenta para transitar, ya que estas zonas son espacios críticos de accidentalidad donde se debe tener especial precaución, porque se están exponiendo vidas en su mayoría de menores de edad; por esta razón es importante que cada zona escolar de Colombia implemente estos dispositivos, con el objetivo de disminuir el riesgo de accidentalidad.

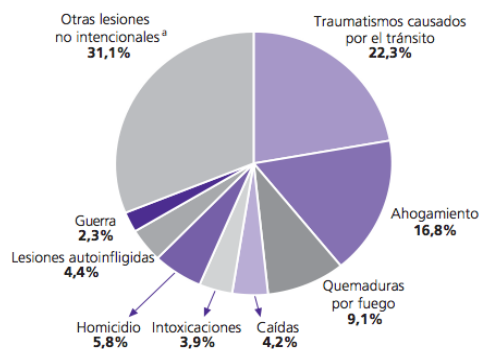
Este estudio busca medir, evaluar las velocidades de los vehículos y caracterizar el comportamiento de los conductores que transitan por una zona escolar, antes y después de la implementación de los diferentes dispositivos de señalización vial descritos en el MSV, con el objetivo de determinar si estos dispositivos están cumpliendo su función específica de acuerdo a cada tipo de señal. Y de esta manera poder precisar o no, el correcto funcionamiento de la señalización vial en tales zonas, para finalmente proponer medidas generales que ayuden a mitigar el riesgo asociado a la accidentalidad.

1. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

Ofrecer a los niños un entorno seguro reduce el número de lesiones derivadas de los accidentes de tráfico, y del mismo modo, una política de transporte que promueva el uso de la bicicleta y el hábito de caminar también tiene otros beneficios para la salud y para el medio ambiente (“OMS | Informe Europeo sobre prevención de lesiones en la población infantil”, 2008)

Según el Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial, la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que las lesiones causadas por el tránsito son la octava causa mundial de muerte (“OMS | Informe Sobre La Situación Mundial de La Seguridad Vial”, 2013). Considerando así que para el 2004, los traumatismos causados por el tránsito fueron la segunda causa de muerte para niños entre 5-14 años y la primera para jóvenes entre 15-19 años, como se observa en la Imagen 1., se pone en evidencia que las lesiones son una de las principales causas de muerte en la población infantil, por lo que se podría pensar que los entornos de cada uno de los países están creados para los adultos y no para los niños, por lo que la población infantil puede no estar respondiendo de forma adecuada en las situaciones en las que se ven expuesto ante cualquier actividad a desarrollar, por otro lado es la población masculina la que más víctimas tiene, dado que son los más dados a afrontar situaciones de riesgo. Sin embargo, aunque se tomen medidas en las que se note un descenso en el número de víctimas y muertes por accidentes de tráfico, las tendencias actuales indican que para el año 2030, los accidentes de tránsito se convertirán en la quinta causa de muerte en el mundo (“OMS | Informe Sobre La Situación Mundial de La Seguridad Vial”, 2013).

Imagen 1. Distribución de las defunciones debido a lesiones en niños de 0 a 17 años según la causa.



¹ En el apartado de "otras lesiones no intencionales" se incluye el ahogamiento, la asfixia, el atragantamiento, las mordeduras de serpientes u otros animales, la hipotermia y la hipertermia.

Fuente: “OMS | Informe Mundial Sobre Prevención de Las Lesiones En Los Niños”, 2013.

Al mismo tiempo, entre una de las estrategias eficaces probadas que se establecen para prevenir los traumatismos causados por el tránsito en los niños se encuentra: “Imponer la reducción de la velocidad alrededor de las escuelas, áreas residenciales y zonas de juego”. La Tabla 1 muestra esta y otras estrategias que propone la Organización Mundial de la Salud.

Tabla 1. Resumen estrategias de eficacia probada para prevenir los traumatismos causados por el tránsito en los niños.

ESTRATEGIAS	EFICACES
Promulgar leyes relativas a los límites mínimos de edad para el consumo de alcohol y velar por su aplicación.	✓
Definir una tasa de alcoholemia menor en el caso de los conductores principiantes y velar por su aplicación, y aplicar una tolerancia nula con los infractores.	✓
Utilizar dispositivos de retención infantil y cinturones de seguridad apropiados.	✓
Usar cascos de ciclista y motociclista.	✓
Imponer la reducción de la velocidad alrededor de escuelas, áreas residenciales y zonas de juego.	✓
Separar a los diferentes usuarios de la vía pública.	✓
Instaurar la obligación de conducir las motocicletas con las luces encendidas incluso de día y velar por su cumplimiento.	✓
Instaurar sistemas de concesión gradual de permisos de conducción para motocicletas.	✓
Instaurar sistemas de concesión gradual de permisos de conducción para motocicletas.	✓

Fuente: “OMS | Informe Mundial Sobre Prevención de Las Lesiones En Los Niños”, 2013.

Existen diversos factores que intervienen en la causa de accidentalidad, siendo los niños los que mayor riesgo corren de sufrir traumatismos afectados por la edad, sexo, influencia de los compañeros, el entorno vial, comportamientos arriesgados y el entorno social; los niños de bajos recursos son los más vulnerables a sufrir algún tipo de accidente de tránsito, por lo cual se hace necesario explorar diferentes maneras de prevenir y reducir el número de accidentes causadas por el tránsito mediante el diseño y aplicación de intervenciones que resulten pertinentes a solucionar el problema.

En Colombia, según un estudio realizado en el 2011, se ha identificado que alrededor del 25% de los viajes realizados por los niños tienen el propósito de estudio (Fondo de Prevención Vial, 2011). Lo cual implica que los viajes escolares aportan significativamente al nivel de exposición de los niños, y por lo tanto contribuyen a aumentar el riesgo de sufrir un accidente de tránsito durante sus recorridos. Los accidentes de tránsito en Colombia, representan la segunda causa de muerte en el país, que ha permanecido en este lugar durante la serie de datos del 2008 al 2011 con un promedio del 20,25% del total de las muertes en el país y que dejan en evidencia el problema que se vive en el país.

Se ha presentado un aumento en las cifras de mortalidad y morbilidad, en comparación con el 2010, lo cual se ve reflejado en el crecimiento poblacional y en el mercado automotor. Para el

año 2010, el número de víctimas totales fue de 44.777 de las cuales 5.502 víctimas fatales y 39.275 heridos, los actores más afectados fueron los peatones y motociclistas, que representaron el 76,3% de los muertos y 74,6% de los heridos (Fondo de Prevención Vial, 2011).

El propósito de esta investigación se contextualiza en la información anteriormente expuesta, de tal forma que se pretende identificar la funcionalidad de los reductores de velocidad en las áreas de influencia del colegio o zona escolar. De esta forma se podrán proponer acciones de prevención y mitigación contra los riesgos identificados.

1.1 JUSTIFICACIÓN

Dado que la accidentalidad vial es un tema que requiere acciones concretas desde el punto de vista de la prevención por tratarse de un problema de salud pública, esta investigación busca evaluar las velocidades vehiculares y el comportamiento de los usuarios ante la señalización vial en zonas escolares. Al realizar la revisión bibliográfica para documentar el tema de análisis, se encontró que diferentes estudios se enfocan principalmente en analizar la accidentalidad en eventos que involucran peatones. La mayoría de éstos se centran en una caracterización de la conducta del factor humano, el entorno y el vehículo, que intervienen en la ocurrencia de accidentes de tránsito en diferentes zonas de estudio; entre estos están Lassarre *et al.* (2007), Sze y Wong (2007), Moudon *et al.* (2011), Harruff, Avery, y Alter-Pandya (1998), de igual manera algunos autores se basan en estudios que relacionan la accidentalidad con la infraestructura y la señalización vial, entre estos Harruff, Avery, y Alter-Pandya (1998), Gitelman *et al.* (2012).

Los siguientes autores desarrollaron estudios realizados en zonas escolares, como referencias principales para adelantar nuestro proyecto: Rosenbloom *et al.* (2008) evalúa la contribución del programa *crossing guard* (*guardia de cruce*) y compara los conocimientos y actitudes de los estudiantes en torno a la zona de estudio, con respecto a la seguridad vial. Ipingbemi y Aiworo (2013) analiza la accidentalidad que se presenta variando el modo de transporte usado por los estudiantes para la llegada al colegio, proponiendo que se mejore la política de transporte. Por último Kattan, Tay, y Acharjee (2011) se basa en el cumplimiento de las velocidades vehiculares por parte de los conductores que transitan por cierta zona específica de estudio, generando medidas de reducción de velocidad por medio de dispositivos de control de tráfico.

La principal consideración para desarrollar este proyecto es justamente la falta de análisis sobre el estudio de velocidades vehiculares, involucrando los diseños de señalización vial que se implementan en zonas escolares, como un factor determinante en la prevención de accidentes de tránsito que involucran específicamente a los menores de edad, afectados en gran medida por la no reducción de velocidad por parte de los vehículos que transitan en la zona escolar y la falta de señalización, que obedece a que muchos conductores sigan una misma conducta. Muchos de estos estudios solo consideran los indicadores de accidentalidad, sin hacer una distinción entre la edad del usuario afectado o su condición como actor de la vía (peatón, pasajero, conductor, ciclista, etc.). La reducción de la velocidad vehicular es esencial para proteger la seguridad de los niños, (Kattan, Tay, y Acharjee, 2011), para de esta manera disminuir la accidentalidad asociada a la hipótesis de causa probable de exceso de velocidad. Mesa Mateus (2007) hace un estudio del tipo de señalización vial que se debe cumplir en algunas zonas de alta peligrosidad, entre ellas “zonas escolares” que son un parámetro determinante al momento de hacer estudios de accidentalidad afectados por la velocidad y el tipo de señalización vial en la zona de estudio.

Es una realidad que los accidentes de tránsito se han convertido año tras año en una de las principales causas de mortalidad entre niños, niñas y adolescentes de la ciudad de Bogotá, ante lo cual es importante preguntarse: ¿Es la velocidad y el comportamiento de los usuarios un factor determinante en la ocurrencia de accidentes de tránsito en entornos escolares, involucrando la señalización vial?, dado que se ha evidenciado que aunque existan diseños de señalización en estos entornos se siguen presentando problemas de accidentalidad.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Realizar un estudio del efecto de la implementación de la señalización vial en cinco zonas escolares de Bogotá.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar factores de riesgo de accidentalidad en las zonas escolares de estudio, de acuerdo con la información registrada en el Informe Policial de Accidentes de Tránsito (IPAT), para la serie de registros comprendidos entre los años 2007 y 2013.
- Determinar el efecto de la implementación de la señalización vial en las zonas escolares de estudio, sobre la velocidad vehicular medida antes y después de instalar los dispositivos.
- Caracterizar el comportamiento de los usuarios antes y después de la implementación de los dispositivos de señalización vial en las zonas escolares de estudio.
- Establecer alternativas de uso de dispositivos de señalización vial en zonas escolares.

2. MARCO TEÓRICO

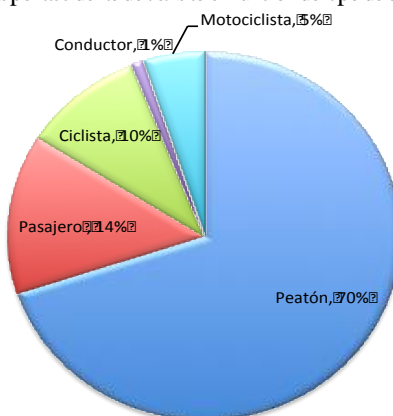
A continuación se presenta información de contexto sobre los principales conceptos utilizados para el desarrollo de la investigación, así como información general de la población escolar en la ciudad de Bogotá como referente para el desarrollo del proyecto de grado adelantado.

2.1 ACCIDENTALIDAD VIAL EN ZONAS ESCOLARES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

La accidentalidad en Colombia ha venido aumentando significativamente al pasar de los años, por ejemplo, Antioquia es el departamento a nivel nacional que presenta mayor porcentaje de accidentes de tránsito, en el año 2011 ocurrieron 60.652 accidentes que representan el 31.31%, seguido de Bogotá y el Valle del Cauca con 34.377 (17.95%) y 29.776 (15.37%) respectivamente (Fondo de Prevención Vial, 2011).

De igual manera los accidentes de tránsito han sido la principal causa de muerte en Bogotá, los peatones con el 70% son los más vulnerables, seguidos de pasajeros y ciclistas con 14% y 11% respectivamente (Secretaría Distrital de Movilidad, 2013) como se observa en la Gráfica 1.

Gráfica 1. Muertes por accidente de tránsito en función del tipo de usuario, Bogotá 2012.



Fuente: Elaboración propia. Datos Secretaría Distrital de Movilidad.

La población que se ha visto altamente afectada por tal fenómeno, es la población menor de edad, estimada en 2.454.772 millones de niños en edad escolar entre 0 y 18 años para el 2014, y con una estimación de esta misma para el año 2015 de 2.448.956 millones; como se puede ver en la Tabla 2.

Tabla 2. Población en edad escolar (0-19 años) por localidades para Bogotá.

LOCALIDADES	AÑOS	
	2014	2015
USAQUEN	126.065	124.830
CHAPINERO	27.200	26.630
SANTA FE	34.430	33.878
SAN CRISTOBAL	144.177	141.658
USME	167.870	168.594
TUNJUELITO	64.939	63.770
BOSA	231.558	235.074
KENNEDY	340.446	339.465
FONTIBON	109.301	110.140
ENGATIVA	246.374	243.945
SUBA	350.153	353.071
BARRIOS UNIDOS	56.298	55.588
TEUSAQUILLO	29.770	29.237
LOS MARTIRES	26.660	26.098
ANTONIO NARIÑO	33.040	32.427
PUENTE ARANDA	69.424	68.213
LA CANDELARIA	6.051	6.000
RAFAEL URIBE	125.386	123.269
CIUDAD BOLIVAR	263.185	264.639
SUMAPAZ	2.445	2.430
TOTAL BOGOTÁ	2.454.772	2.448.956

Fuente: Elaboración propia. Datos Secretaría Distrital de Planeación.

En la ciudad de Bogotá durante el período comprendido entre 2009 y 2012, se registró un total de 7.927 accidentes de tránsito, en los cuales se vieron involucrados menores de 18 años de edad, la ocurrencia de estos eventos se presenta desagregada por localidades en la Tabla 3.

Tabla 3. Accidentes de tránsito de niños menores de 18 años, por localidades de Bogotá.

LOCALIDADES	AÑOS				TOTAL	%
	2009	2010	2011	2012		
USAQUEN	137	184	148	123	592	7,47
CHAPINERO	52	50	67	50	219	2,76
SANTA FE	53	57	38	55	203	2,56
SAN CRISTOBAL	138	133	117	110	498	6,28
USME	72	96	115	89	372	4,69
TUNJUELITO	59	63	66	88	276	3,48
BOSA	113	159	165	189	626	7,90
KENNEDY	190	260	243	248	941	11,87
FONTIBON	59	79	95	74	307	3,87
ENGATIVA	139	180	188	196	703	8,87
SUBA	144	231	243	255	873	11,01
BARRIOS UNIDOS	56	69	59	56	240	3,03
TEUSAQUILLO	49	54	49	59	211	2,66
LOS MARTIRES	34	59	48	53	194	2,45
ANTONIO NARIÑO	30	38	37	49	154	1,94
PUENTE ARANDA	49	78	99	106	332	4,19
LA CANDELARIA	12	7	9	14	42	0,53
RAFAEL URIBE	95	98	83	131	407	5,13
CIUDAD BOLIVAR	129	160	238	209	736	9,28
SUMAPAZ	1	0	0	0	1	0,01
TOTAL BOGOTÁ	1611	2055	2107	2154	7927	100

Fuente: Elaboración propia. Datos Secretaría de Movilidad de Bogotá, 2013.

Con base en esta información, se observa que la localidad donde se registró el mayor número de accidentes de tránsito, involucrando menores de 18 años entre 2009 y 2012, fue Kennedy con un total de 941 (11.87%) registros, seguida de Suba y Ciudad Bolívar con 873 (11.01%) y 736 (9.28%) respectivamente. De igual manera, se evidencia que durante el período de estudio

evaluado, la proporción de registros de accidentalidad en algunas de las localidades aumentan, lo cual es preocupante, dado que desde el año 2007 a la fecha, la Administración Distrital ha invertido grandes esfuerzos en implementar estrategias en educación en seguridad vial enfocadas hacia los menores de 18 años.

Otra manera de estudiar la accidentalidad es su distribución por clase de accidente, la Tabla 4 , muestra que los atropellos, seguidos de los choques con vehículos y la caída ocupante fueron los tipos de accidente de tránsito que involucran niños, niñas y adolescentes menores de 18 años, que con mayor frecuencia ocurrieron en Bogotá entre los años 2009 a 2012. (Secretaría Distrital de Movilidad, 2013).

Tabla 4. Distribución por tipo de accidentes de tránsito en niños menores de 18 años, 2009–2012.

CLASE ACCIDENTE	AÑO				TOTAL	%
	2009	2010	2011	2012		
Atropello	811	1041	1073	1139	4064	51,19
Choque con Vehículo	622	792	847	819	3080	38,80
Caída Ocupante	81	96	75	73	325	4,09
Otro	35	35	42	49	161	2,03
Volcamiento	15	24	20	23	82	1,03
Choque con Objeto Fijo - Muro	16	14	14	19	63	0,79
Choque con Objeto Fijo - Poste	6	12	6	9	33	0,42
Choque con Objeto Fijo - Vehículo Estacionado	14	11	12	8	45	0,57
Choque con Objeto Fijo - Inmueble	3	10	6	3	22	0,28
Choque con Objeto Fijo - Árbol	7	6	3	1	17	0,21
Autolesión		7	4	5	16	0,20
Choque con Objeto Fijo - Baranda		3	1	3	7	0,09
Sin Información	2	8		2	12	0,15
Choque con Objeto Fijo - Valla, Señal			3	1	4	0,05
Choque con Semoviente		2	1	1	4	0,05
Choque con Objeto Fijo - Semáforo	1	1		1	3	0,04
Choque con Tren		1			1	0,01
TOTAL	1613	2063	2107	2156	7939	100

Fuente: Elaboración propia. Datos Secretaría de Movilidad de Bogotá.

Por otro lado se observa que año tras año la tendencia de los diferentes tipos de accidentes, ha tenido un crecimiento, aumentando la probabilidad de que los niños, niñas y adolescentes menores de 18 años, se encuentren involucrados en un accidente de tránsito en la ciudad de Bogotá.

Según la Secretaria Distrital de Movilidad (2013), la ocurrencia de accidentes de tránsito para los años entre 2007 a 2012 corresponde a hipótesis de causa probable asociadas a la infraestructura vial, discriminada por tramos de vía e intersecciones; la mayor frecuencia de eventos registrados ocurre en tramos de vía con 9.753 (78.86%) accidentes, y en las intersecciones se presentaron 2.615 (21.14%) accidentes de tránsito involucrando menores de 18 años.

De otra parte, la accidentalidad vial en zonas escolares en ocasiones está asociada con el estado de la señalización de la infraestructura vial, que es un elemento básico para la regulación del flujo vehicular, ya que por medio de estas se transmite al conductor, peatón y pasajero la información relacionada con las normas de circulación y las características de la vía, advirtiéndoles de peligros y proporcionándoles orientación sobre la presencia de zonas escolares o afluencia de peatones en el sector, logrando de esta forma que la circulación se desarrolle en forma segura y ordenada (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2002). Por el simple hecho de no observar los elementos de señalización y hacer caso omiso de estos, es que ocurren los accidentes de tránsito, que muchas veces tienen consecuencias fatales.

2.2 INFORMACIÓN REGISTRADA EN EL INFORME POLICIAL DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO

En Colombia cuando ocurre un accidente de tránsito, es obligación de la autoridad que se encuentre presente en el accidente, levantar un informe descriptivo del hecho, para ello el Ministerio de Transporte en el 2012 creó el Manual de Diligenciamiento del Informe Policial de Accidentes de Tránsito (IPAT), con el objetivo de mejorar la identificación de las hipótesis probables de los accidente de tránsito y contar con registros estandarizados de la ocurrencia de este tipo de eventos en el territorio nacional y así poder proponer acciones que garantice una movilidad segura.

La definición que adopta el IPAT de accidente de tránsito, es la generada en el artículo segundo de la Ley 769 de 2002 – Código Nacional de Tránsito – donde describe que el accidente de tránsito es un *“evento, generalmente involuntario, generado al menos por un vehículo en movimiento, que causa daños a personas y bienes involucrados en él, e igualmente afecta la normal circulación de los vehículos que se movilizan por la vía o las vías comprendidas en el lugar o dentro de la zona de influencia del hecho”*.

El IPAT es un formulario que fue diseñado para registrar la información técnica y legal más importante en un accidente de tránsito, para que mediante su análisis, y el de posibles investigaciones posteriores al accidente, se puedan establecer correctivos que permitan reducir el número de accidentes, al igual manera que su gravedad, tanto en zonas rurales como urbanas en todo el país.

El IPAT consta de un Formato General, que se divide en una primera parte donde se diligencia la información general del accidente, tal como: descripción del lugar de los hechos, circunstancias de modo y tiempo, características de la vía, diseño vial e identificación de los conductores, vehículos y propietarios; una segunda parte donde se diligencia la información del segundo vehículo involucrado: las víctimas, hipótesis, testigos y observaciones y la tercera parte donde se realiza un bosquejo correspondiente con la tabla de medidas de identificación de puntos de referencia, como también los datos de quien conoce del accidente. Este formulario fue diseñado para registrar información de una víctima, diferente al conductor, dos vehículos, dos conductores, dos propietarios, daños materiales del vehículo y descripción de lesiones, de esta manera cuando en el accidente intervengan más de dos vehículos o existan varias víctimas, se deberá utilizar y diligenciar el Anexo N° 1 Conductores, Vehículos, Propietarios: donde se registrara la información e identificación de los conductores y sus lesionados, vehículos y descripción de daños, lugar de impacto, propietarios, hipótesis del accidente, testigos, observaciones, autoridad de tránsito que conoció el accidente y la autoridad que le correspondió el hecho, y/o el Anexo N° 2 Víctimas: Pasajeros, Acompañantes o Peatones, que se utilizará si existe más de un lesionado o muerto, diferente a los conductores, este anexo permite registrar e identificar un máximo de seis (6) víctimas, como también las observaciones que se consideren importantes para el desarrollo de la investigación del accidente. (Ministerio de Transporte, 2012). Ver Anexo A.

2.3 FACTORES DE RIESGO QUE INCIDEN EN LA ACCIDENTALIDAD VIAL EN ZONAS ESCOLARES

La Organización Mundial de la Salud (OMS), en su Informe Mundial sobre Prevención de los Traumatismos Causados por el Tránsito, define que los principales factores que inciden en la ocurrencia de un accidente de tránsito son: la velocidad inadecuada o excesiva, la presencia de alcohol, medicamentos o drogas, fatiga o cansancio que conduce a errores humanos, defectos en el diseño y mantenimiento de las vías y la mala aplicación de las normas de tránsito.

El error humano es uno de los factores más frecuentes en la ocurrencia de accidentes de tránsito, incluyendo, la mala visibilidad en la noche, la determinación de la velocidad y la distancia, la lenta reacción a situaciones riesgosas, y factores físicos, como la edad y el sexo.

Por otro lado se encuentran las bajas especificaciones geométricas de las vías, en la mayoría de los países la infraestructura del transporte está diseñada para los vehículos, dejando a un lado la infraestructura de los peatones, los cuales son los que se encuentran en mayor riesgo de accidentalidad. (“OMS | Informe Mundial Sobre Prevención de Los Traumatismos Causados Por El Tránsito”, 2014)

Los principales riesgos de accidentalidad asociados a menores de edad, en zonas donde se desarrollan, según la OMS y UNICEF, en su Informe Mundial sobre Prevención de las Lesiones en los Niños, se relacionan con sus capacidades físicas y mentales, su grado de dependencia, el tipo de actividades que realizan y comportamiento arriesgado frente a diferentes situaciones.

Los riesgos mortales y no mortales varían según la edad, según sus características físicas; su pequeño tamaño aumenta el riesgo en las vías, ya que son menos visibles y, cuando son golpeados por un vehículo, la probabilidad de sufrir un traumatismo es mayor que en los adultos. Por otro lado los niños tienen dificultad para ver más allá de un vehículo, al igual que poder calcular la velocidad y la distancia de los vehículos que transitan por la vía a cruzar. Los niños no comprenden los conocimientos, las aptitudes y el grado de concentración necesarios para comprender de seguridad vial.

Otro de los factores que inciden en la accidentalidad es el sexo, los niños tienen a sufrir más lesiones de alta gravedad, que las niñas, ya que los niños tienen mayor grado de actividad y se comportan de manera más impulsiva; por otro lado los niños se socializan más abiertamente que las niñas, por lo que los padres son más confiados y permisivos.

El nivel socioeconómico que rodea a los niños se ve altamente asociado al riesgo de accidentalidad, factores como ingresos familiares, escolaridad de los padres, el número de personas en la familia y el tipo de vivienda, generan que el riesgo aumente sustancialmente; los niños que viven en pobreza se encuentran expuestos a entornos peligrosos, existiendo tráfico denso y rápido, viéndose limitado el espacio. (“OMS | Informe Mundial Sobre Prevención de Las Lesiones En Los Niños”, 2013).

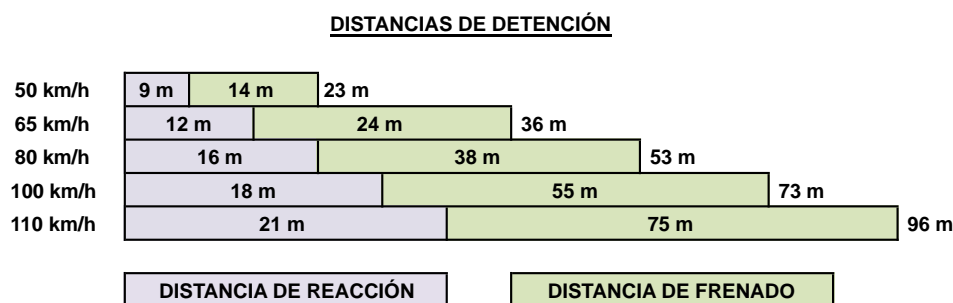
2.4 EFECTO DE LA VELOCIDAD EN LA ACCIDENTALIDAD

Según la Corporación Fondo de Prevención Vial (2014), el factor que más contribuye a la accidentalidad en Colombia es el exceso de velocidad; por ejemplo, en un choque entre un vehículo y un peatón, si el vehículo va a 30 km/h, existe un 15% de probabilidad de que este accidente sea fatal, pero en cambio si la velocidad del vehículo es 60 km/h, la probabilidad de que el accidente sea fatal, aumenta a un 80%; es decir la velocidad es responsable del 40% de las muertes por accidente de tránsito.

El exceso de velocidad es una de los factores que más influye en la accidentalidad, al aumentar la distancia de frenado, existe menos tiempo para reaccionar ante situaciones de emergencia, lo cual aumenta el riesgo de accidente, y al mismo tiempo aumenta enormemente la probabilidad de lesión grave o muerte. (Torres y Paz, s.f).

La velocidad influye de distintas maneras en la ocurrencia de accidentes de tránsito, tal como aumenta la distancia de recorrido por el vehículo desde el momento en que el conductor detecta una emergencia hasta que reacciona, aumenta la distancia necesaria para detener el vehículo desde que se reacciona ante una emergencia como se puede observar en la Imagen 2, la severidad del accidente aumenta exponencialmente con la velocidad del impacto y en choques a altas velocidades se reduce la efectividad de los dispositivos de seguridad. (Williams, Kyrychenko, y Retting, 2006)

Imagen 2. Distancias de reacción y de frenado para diferentes velocidades.



Fuente: Elaboración propia. Datos "Características de los reductores de velocidad" (Williams, Kyrychenko, y Retting, 2006).

El principal beneficio que se le da a la velocidad es el costo atribuido a que el tiempo de viaje se reduce, sin embargo esta ventaja se descompensa por el aumento en el número de accidentes de tránsito.

Los límites de velocidad son los medios habituales de control de las velocidades de los vehículos en condiciones libres, su eficacia depende del control policial y el tamaño de visibilidad de estas. (Aljanahi, Rhodes, y Metcalfe, 1999).

Los límites de velocidad son conocidos por ser ampliamente burlados, generando percepciones sobre el aumento en la aceleración cuando son vistos por la gente. Se han hecho diferentes estudios acerca de los reductores de velocidad, reflejando resultados tales que, por lo menos un tercio de los conductores, han afirmado que superaron el límite de velocidad en las diferentes carreteras por donde circulan, el aumento es de 10 km/h por encima del permitido. Las velocidades se han incrementado últimamente gracias a la publicidad que pone en relieve el poder, potencia y rendimiento del vehículo, y lo laxo que ha sido la aplicación de los límites de velocidad y la oportuna intervención de los policías. (Williams, Kyrychenko & Retting, 2006).

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



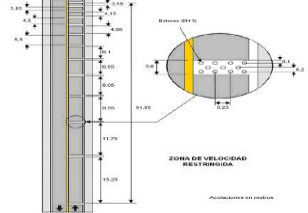
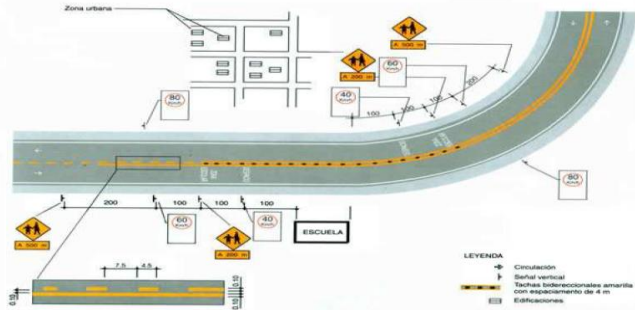
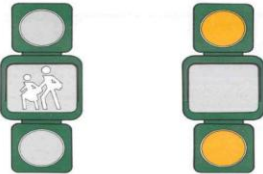
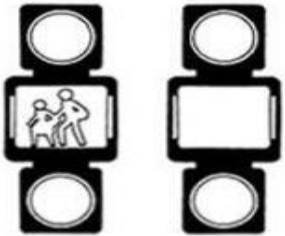
3.1 REVISIÓN DE MANUALES INTERNACIONALES

Se presenta la revisión de los manuales internacionales en una tabla comparativa por cada país.

Los manuales que se consultaron fueron los de:




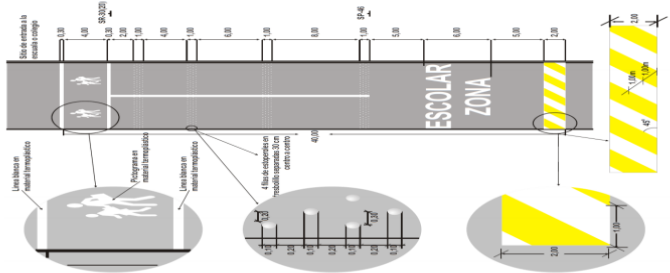
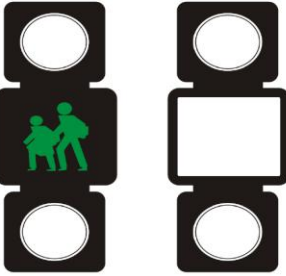
- México, Manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras.
- Perú, Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.
- Ecuador, Manual Básico de señalización vial.
- Paraguay, Manual de carreteras del Paraguay. Normas para señalización y seguridad vial. Tomo 5, Volúmenes I y II.
- Chile, Manual de señalización de tránsito.
- España, Normas de carretera, señales verticales y horizontales.
- Estados Unidos, Manual of uniform traffic control devices for street and highway: Part 7 “*Traffic control of school areas*” (MUTCD).

Tabla 5. Manuales México y Perú.

		MEXICO	PERU
		Manual de Dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras.	Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.
SEÑALIZACION	V E R T I C A L	<p>Señal preventiva SP-32 PEATONES: indica proximidad a lugares frecuentados por peatones, o bien un cruce especialmente destinado a ellos.</p> 	<p>Señal preventiva SP-33 ESCOLARES: indica proximidad a lugares frecuentados por escolares, o bien un cruce especialmente destinado a ellos.</p> 
	H O R I Z O N T A L	<p>La Norma Oficial Mexicana NOM - 034 - SCT2 - 2010 , Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras y Vialidades Urbanas, establece que se deben utilizar rayas con espaciamiento logarítmico (M-9), que son útiles en zonas escolares ya que se debe disminuir la velocidad de los vehículos, estas deben ser complementadas con los botones (DH-3).</p> 	
	S E M Á F O R O S /	<p>Se instalará un semáforo en las zonas escolares siempre y cuando el volumen de los peatones que cruzan por esta intersección sea mayor de 250 en las horas pico y además el tránsito de vehículos sea mayor a 800. Durante el tiempo que no exista movimiento escolar, estos dispositivos deberán estar fuera de operación</p> 	<p>Dentro de los semáforos para pasos peatonales, se encuentran los de zonas escolares en específico, usados con el propósito de prevenir al conductor de la presencia de un cruce peatonal, que resultan necesarios cuando: el volumen-horario de peatones que cruza la calle principal pasa de 250 durante dos horas y el volumen de vehículos excede de 600 en cada una de ellas o no existe ningún semáforo dentro de un radio de 300 metros.</p> 




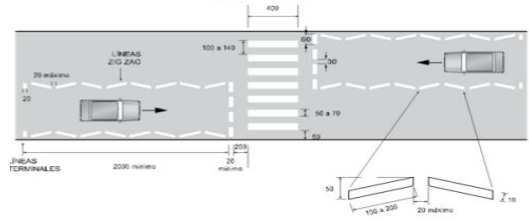

Fuente: Elaboración propia. Datos Manual de dispositivos para el control de tránsito en calles y carreteras – Manual de dispositivos para el control de tránsito automotor para calles y carreteras.

Tabla 6. Manuales Ecuador y Paraguay.

		ECUADOR	PARAGUAY
		Manual Básico de Señalización Vial.	Manual de Carreteras del Paraguay. Normas para Señalización y Seguridad Vial Tomo 5 Volumen I y II.
SEÑALIZACION	VERTICAL	<p>Las señales de zonas escolares se dividen en los siguientes grupos: Serie de advertencia anticipada de zona escolar (E1), Serie de placas complementarias (E2), Serie de control de velocidad en zonas escolares (ER1), Serie paradas de bus en zonas escolares (ER2) y Serie de fin de zona escolar (ER3).</p>	<p>SERIE DE ADVERTENCIA ANTICIPADA DE ZONA ESCOLAR (E1):</p>  <p>SEÑAL DE ADVERTENCIA ANTICIPADA DE ESCUELA (E1-1) Esta señal previene al conductor del vehículo de la proximidad a una zona donde se encuentran centros educativos. Debe estar acompañada de una placa complementaria con la leyenda XXX METROS.</p> <p>PLACAS COMPLEMENTARIAS E2-1, E2-2, E2-3, E2-4, E2-5</p> <p>SERIE DE CONTROL DE VELOCIDAD (ER1)</p> <p>SEÑALES DE VELOCIDAD MÁXIMA DE ESCUELA (ER1-1, ER1-2) Esta señal se utiliza para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía, sus límites están establecidos en la Ley de Tránsito y Transporte Terrestre y su Reglamento General de Aplicación. Su instalación requiere de un estudio previo de dicho tramo, que considere el tipo de vía.</p> <p>PARADA DE BUS EN ZONA ESCOLAR (ER2) Indica el inicio del paradero de bus en una zona escolar y sus restricciones, debe ser instalada al inicio de la zona escolar.</p> <p>FIN DE ZONA ESCOLAR (ER3) Indica la finalización de una zona escolar y sus restricciones, debe ser instalada al final de la zona escolar (fin de radio de influencia).</p>
	HORIZONTAL	<p>ZONA DE ESCUELA, este símbolo advierte la probable presencia de escolares en a vía.</p>  <p>RESALTO (REDUCTOR DE VELOCIDAD): este dispositivo podrá utilizarse ne zonas escolares, en intersecciones con altos índices de accidentalidad: en cruces donde es necesario proteger el flujo peatonal y en diversos tipos de vías donde sea indispensable disminuir la velocidad, aproximadamente a no más de 25 km/h.</p> 	<p>La demarcación horizontal se divide entre pictogramas, 4 filas de esoperoles y resaltos virtuales, esta señalización es exactamente la misma que se implementa en Colombia.</p> 
	SEMÁFOROS /	<p>Los semáforos en zonas escolares resultarán necesarios cuando: el volumen horario de peatones que cruza la calle principal pasa de 250 durante dos horas y en cada una de ellas el volumen de tránsito de vehículos excede de 600 o no existe otro semáforo dentro de un radio de 300 metros.</p>	

Fuente: Elaboración propia. Datos Manual Básico de señalización vial – Manual de carreteras del Paraguay. Normas para señalización y seguridad vial. Tomo 5, Volúmenes I y II.

Tabla 7. Manuales Chile y España.

		CHILE	ESPAÑA	
		Manual de Señalización de Tránsito.	Norma de Carreteras: Señales Verticales y Horizontales	
SEÑALIZACIÓN	V E R T I C A L	<p>Señal reglamentaria RPI-3 PARE NIÑOS: obliga a conductor a detener totalmente su vehículo, de modo que se permita el paso seguro de escolares.</p>  <p>PARE NIÑOS RPI - 3</p>	<p>Señal de Advertencia PO-9 y PO-10 ZONA DE ESCUELA Y NIÑOS JUGANDO: advierte la posible presencia de escolares en la vía donde la velocidad máxima sea igual o menor a 60 km/h, de lo contrario la velocidad debe ser previamente reducida, modificado el diseño de la vía.</p>  <p>ZONA DE ESCUELA PO - 9 NIÑOS JUGANDO PO - 10</p>	<p>Señal de advertencia de peligro P-21 NIÑOS: peligro por la proximidad de un lugar frecuentado por niños, tales como escuelas, zona de juegos, etc.</p> 
	H O R I Z O N T A L	<p>La demarcación se establece como pasos peatonales, entre estos los regulados por semáforos y las cebras.</p>		<p>Señal de prohibición o restricción R-301 VELOCIDAD MÁXIMA: prohibición de circular a velocidades superiores, en kilómetros por hora, a la indicada en la señal.</p> 
	S E M Á F O R O S /	<p>La semaforización se justifica en función de flujos vehiculares, peatonales y en función del nivel de accidentalidad, para este se debe cumplir con condiciones tales como: 2 o más personas fallecidas en los últimos 5 años, 5 o más accidentes con lesionados, cualquiera que sea su gravedad, como promedio anual durante los últimos 5 años.</p>		

Fuente: Elaboración propia. Datos Manual de señalización de tránsito—Normas de carretera, señales verticales y horizontales.

Para el Manual de Estados Unidos, se investigó más a fondo encontrando cartillas sobre el uso del guardia de cruce, a continuación se hace un resumen de lo encontrado en este manual:

A diferencia de los otros Manuales consultados, éste trae un capítulo completo de señalización vial en entornos escolares; generando así complementos para los diferentes problemas que se dan en Colombia.

El capítulo de “*Control de tráfico para las zonas escolares*”, se centra en controlar el tráfico de los peatones, ciclistas y conductores que estén próximos a una zona escolar.

Existe una variedad de señales y placas para las zonas escolares que muestra cual debería ser el comportamiento de los peatones, ciclistas y vehículos en dicha zona, se pueden combinar señales con placas para ser más explícito en cuanto a cuál debería ser este comportamiento; las señales se utilizan para advertir a los usuarios que se están acercando a una zona escolar, también nos demarcan el comienzo y fin de la zona escolar designada. Las placas ilustran los días de la semana que existe la restricción de zona escolar, placas que muestran el comienzo o fin de poder ser multado.

Específicamente para los cruces de peatones en zonas escolares se debe poner una serie de señales que muestran a los vehículos la proximidad a este, para que de esta manera reduzcan su velocidad y si es pertinente paren su vehículo, cada zona escolar podrá utilizar esta señalización como lo vea pertinente.

De igual manera podrán hacer uso de guardias de cruce, para proporcionar brechas entre el tráfico vehicular y el cruce de peatones y ciclistas; el manual señala una serie de requisitos que debe cumplir la persona que vaya estar a cargo de ser el guardia de cruce tales como, tener inteligencia media, tener un buen estado físico, tener buena capacidad de moverse y que pueda reconocer rápidamente situaciones de tráfico potencialmente peligrosas para poder prevenir y evitar el peligro con los vehículos, capacidad para comunicar instrucciones de manera clara, firme y cortés, entre otras como el aspecto, buen carácter, etc.

Este modelo de guardia de cruce es muy utilizado en los diferentes estados, generado estos una serie de manuales propios sobre cómo poner en práctica lo indicado en el MUTCD.

Estos manuales muestran la importancia del adulto guardia de cruce en las zonas escolares, estos guardias de cruces además de ayudar a pasar a los peatones los cruces peligrosos, también alertan a los conductores vehiculares la presencia de peatones en el sitio, este documento describe las normas federales y recomendaciones que un adulto guardia de cruce debe tener para desarrollar su papel de la manera más óptima posible. Entre los objetivos principales del guardia de cruce están el fomentar el comportamiento seguro por todos los peatones en los cruces escolares, debe hacer uso adecuado de las señales que el MUTCD impone para las zonas escolares, debe alertar a los conductores que los peatones se encuentran en proceso de cruce, debe observar y reportar cualquier incidente que represente un riesgo potencial para la seguridad de los peatones de las zonas escolares, el guardia de cruce escolar debe estar entrenado como oficial de control de tráfico de lo contrario no podrá ejercer su labor. Se debe identificar la ubicación que necesita la presencia de un guardia de cruce, esta depende del tráfico, la edad de los estudiantes que están cruzando, el ancho de la calle y el número de carriles que los estudiantes deben cruzar, la distancia de visibilidad en el cruce, las brechas de seguridad que se tienen en dicha intersección y la presencia de los dispositivos de control de tráfico tales como señalización vertical y horizontal. Entre la señalización vertical está la de los límites de velocidad, que estas depende de donde se encuentren las intersecciones, el MUTCD señala que esta debe ser de 20 Millas por Hora (MPH).

Entre los estados que han desarrollado estos manuales sobre el guarda de cruce y los diferentes tipos de señalización descritos por el MUTCD están:

Departamento Transporte de Carolina del Norte, desarrollando la guía: *Adult School Crossing Guard Guideline (Lineamientos para los adultos que dirigen los cruces en los colegios)*.

Departamento de Transporte de Arizona, desarrollando la guía: *Traffic Safety for School Areas Guidelines (Lineamientos de seguridad vial para zonas escolares)*.

Departamento de Transporte de Oregon, desarrollando la guía: *A Guide to School Area Safety* (Guía de seguridad para zonas escolares).

Departamento de Transporte de Alberta, desarrollando la guía: *Guidelines for School and Playground zones and areas* (Lineamientos para zonas escolares y áreas de juego).

El Departamento de Transporte de California en su Manual de Trafico, incorpora un capitulo completo: *School Area Pedestrian Safety* (Seguridad peatonal en áreas escolares) en donde se explica manejo y disposición de la señalización vial en zonas escolares que describe le MUTCD.

El Departamento de Transporte de Texas, desarrollo una investigación acerca de la planificación que se deben tener en cuenta a la hora del diseño sobre los accesos peatonales, señalización vertical y horizontal, y especial cuidado en lo relacionado con el tráfico vehicular cerca de las zonas escolares, para establecer así operaciones seguras y eficientes, para ello se estudia el *Precious Cargo Program* (Programa de carga valiosa) que tiene como objetivo establecer y mantener una comunicación efectiva y permanente entre los colegios y el departamento de transporte de los diferentes estados, con el fin garantizar la mayor seguridad posible en las zonas escolares en cuanto a tráfico vehicular y cruces peatonales. Los resultados de esta investigación muestran que una de las soluciones a la accidentalidad asociada a zonas escolares, es el buen uso que se da a la señalización vial y la buena conducta tanto de peatones como de conductores; el uso del guardia de cruce es esencial para manejar esta buena conducta. (Scott A. Coorner. et al., 2004).

Tabla 8. Manual Estados Unidos.

		ESTADOS UNIDOS	
		Manual of Uniform Traffic Control Devices for Street and Highway: Part 7 "Traffic Control fo School Areas".	
SEÑALIZACION	VERTICAL	<p>Las señalización vertical se utilizan para advertir a los usuarios que se estan acercando a una zona escolar, demarcan el comienzo y fin de la zona escolar designada. Las lacas ilustran los días de la semana que existe la restricción de zona escolar. De igual manera la señalización ilustra la reducción de velocidad de los vehículos y cuando es pertinent parar.</p>	
	HORIZONTAL		
	SEMÁFOROS /	<p>Guardia de cruce: son utilizados para proporsionar brechas entre el tráfico vehicular y el cruce de peatones y ciclistas, el manual señala una serie de requisitos quedebe cumplir la persona que vaya a estar a cargo e ser el guradia de cruce tales como, tener inteligencia media, tener buen estado fisico, tener buena capacidad de moversey pueda reconocer rápidamente situaciones de tráfico potencialmente peligrosas para poder prevenir y evitar el peligro con los vehículos, debe tener capacidad para comunicar instrucciones de manera clara, firme y cortes, entre otras como el aspecto, buen carácter etc.</p>	

Fuente: Elaboración propia. Datos MUTCD.

3.2 ESTUDIOS A NIVEL MUNDIAL

Se encontraron algunas investigaciones relacionadas con estudios que determinan los principales factores que intervienen en la accidentalidad de niños, metodologías que apuntan a reducir el número de accidentes asociados a menores de edad, y estudios acerca de la educación, comportamiento y seguridad vial infantil en diferentes partes del mundo.

En Israel se hizo un estudio detallado sobre la ocurrencia de accidentes de tránsito y su relación con la infraestructura, condiciones del entorno, vehículos, día, hora, lugar, especificaciones geométricas de la vía, personas involucradas en tales accidentes, entre otras variables, para de esta manera mapear la conducta de los peatones. Este estudio analizó 603 peatones que se vieron involucrados en accidentes de tránsito fatales entre los periodos comprendidos entre 2003 y 2006, de igual manera se utilizó un análisis multivariable de modo multifacético utilizando el algoritmo matricial “Kohonen”, donde combina muchas variables que se consideran importantes, con el fin de obtener mejores resultados.

Los resultados evidenciaron que la causa principal de accidentalidad en las vías es por la imprudencia de los conductores (58,7%), en cuanto a las muertes que involucran peatones, el 60,7% son hombres, el 36,7% son ancianos y 18,7% son niños y adolescentes.

De igual manera se encontró que son cinco los casos específicos de peatones que presentan mayor riesgo de ocurrencia de accidentes fatales, (i) peatones ancianos cruzando en intersecciones de zonas urbanas, (ii) peatones que cruzan de lugares ocultos o de repente colisionando con vehículos de dos ruedas, (iii) peatones masculinos que cruzan en la noche colisionando con vehículos de cuatro ruedas, (iv) peatones hombres jóvenes que cruzan en la noche en intersecciones en zonas urbanas y rurales y (v) niños y adolescentes cruzando vías en zonas rurales. (Prato, Gitelman y Bekhor, 2012).

Otro estudio realizado en Israel trato de describir los comportamientos viales de los niños que cruzan una intersección peatonal cercana a una zona escolar, ya que una de las explicaciones de que sean una de las poblaciones más vulnerables al riesgo de estar involucrados en un accidente de tránsito, es su incapacidad para evaluar de manera correcta la situación del tráfico a la que se van a enfrentar.

El estudio se realizó de acuerdo a observaciones discretas en tres intersecciones de cruce peatonal en 269 niños con edades entre 7 y 11 años, 185 niños cruzaron solos y 84 acompañados por un adulto, 20 de estos cruzaron tomados de la mano del adulto; se realizó una matriz donde se combinaban las diferentes opciones de cruce y cuatro comportamientos indebidos, (a) No detenerse en la acera, (b) No mirar antes de cruzar, (c) Intentar cruzar cuando un vehículo se está acercando y (d) Cruzar corriendo a través de la vía.

Los resultados mostraron que 82 niños no cometieron ningún comportamiento inseguro al cruzar, 117 niños cometieron por lo menos un comportamiento inseguro de los anteriormente mencionados, y tan solo 1 niño cometió todos los comportamientos inseguros. Los comportamientos inseguros que más se observaron fueron no mirar antes de cruzar (134), seguido de no detenerse antes de cruzar (103), de igual manera se realizó una prueba Chi-Cuadrado que arrojó que las conductas de riesgo más frecuentes son la combinación de no mirar y no parar, seguido de no parar antes de cruzar.

En cuanto a la compañía de un adulto, los resultados revelan que en promedio los niños que cruzan de la mano de un adulto cometen conductas peligrosas, a diferencia de los que no lo hacen. Se encontró que los niños no llevan a cabo un comportamiento seguro cuando deben cruzar una intersección peatonal, de igual manera el estudio observó que los padres no educan a sus hijos sobre los diferentes comportamientos que se deberían tener en estas situaciones. (Rosenbloom, Ben-Eliyahu y Nemrodov, 2008).

En Tel-Aviv, Israel se realizó un estudio sobre el comportamiento y el conocimiento de las normas de seguridad vial en niños que van a cruzar la calle en intermediaciones de su escuela, donde se implementa la ayuda de guardia de cruce; la metodología que se llevó a cabo para el fin último de este estudio fue escoger a niños de dos escuelas diferentes, ubicadas en estratos de mayor y bajo estatus socio-económicos, se aplicó una encuesta sobre el conocimiento en normas de seguridad vial a 180 alumnos y posteriormente un examen de simulación con marionetas, el fundamento de estas dos pruebas es que lo teórico debe ir ligado a lo práctico.

Los resultados arrojaron que los alumnos en donde se implementa el guardia de cruce, tiene mayor conciencia de las normas sobre seguridad vial que los alumnos de la otra escuela, ya que uno de los objetivos del guardia de cruce además de permitir y ayudar al cruce, es

enseñar e impartir las diferentes normas de seguridad vial para de esta manera evitar accidentes donde se vean involucrados alumnos, otras de las variables que involucra el buen uso y conocimiento sobre las normas de seguridad vial son el género de los alumnos y el estatus socio-económico donde se encuentre ubicada la escuela; generando así mayor conciencia entre estudiantes de género femenino, que se encontraban en escuelas de mayor nivel socio-económico que cualquier otra población encuestada. (Rosenbloom et al, 2008).

Zeedyk & Kelly (2003), realizaron un estudio observacional del comportamiento de 123 grupos de peatones conformados por parejas de un adulto y un niño al cruzar por una intersección, de igual manera se discriminaron los resultados en género y edad; este estudio se realizó en la ciudad de Dundee, Escocia en cuatro cruces peatonales con características geométricas diferentes, la señalización con respecto a la velocidad existente en estos sitios era de 30 km/h, con una variación desde 289 hasta 1.642 vehículos por hora, el método observacional fue el utilizado para recopilar los datos para el estudio, el observador debía registrar el comportamiento que mostraban los peatones cuando se debía enfrentar al cruce, este estudio se realizó en dos horas del día, en un total de 20 secciones para los cuatro puntos de estudio; las codificaciones que se tuvieron en cuenta fueron: cruzar en el punto marcado, parar en la acera, adulto dando instrucciones orales al niño, pulsa el botón para operar el semáforo, comprobación del tráfico mirando a su izquierda, como derecha antes de cruzar y tomados de la mano mientras atravesaban.

El objetivo principal de este estudio fue codificar el comportamiento de los padres adultos - niños, los resultados arrojaron que en general los adultos son un buen ejemplo al cruzar las calles, ya que casi todos los padres adultos - niños optaron por cruzar por el paso de peatones que se encontraba marcado (98%), al igual que detenerse en la acera (98%) y mirar a ambos lados antes de cruzar (81%). Una falla observada es que los adultos rara vez, utilizan el evento de cruce como oportunidad para instruir a sus hijos en el aprendizaje o educación sobre seguridad vial (adultos no hablan con sus hijos antes de cruzar (6%)), lo que genera que no se proporcionen bases para la formación de conciencia de los niños, al igual que la comprensión de la conducta del cruce seguro.

Se han realizado varios estudios con respecto a la conducta de los conductores en Atlanta (Georgia), este estudio se centra especialmente en los efectos de estos comportamientos

cuando se encuentran en una zona escolar, el estudio se basó en recopilar datos que describen el comportamiento de los conductores para de esta manera determinar el efecto que estos tienen en la ocurrencia de accidentes aledaños a zonas escolares; los datos recolectados se hicieron mediante técnicas de teledetección, esta tecnología es similar a la utilizada en los vuelos, comúnmente llamada “caja negra”, de esta manera los autores estudiaron el comportamiento de los conductores a través de todo el viaje de una manera discreta.

Los investigadores instalaron grabadoras de datos en 100 vehículo, las cuales proporcionan información tal como velocidad, aceleración y ubicación del mismo, para determinar cuál sería la zona de influencia a estudiar los autores tuvieron en cuenta factores como: (i) ubicación dentro del conjunto de coordenadas dadas, (ii) zona escolar representativa, (iii) ausencia de señales de tránsito y (iv) un número significativo de viajes en las horas representativas del estudio por la zona escolar; después de realizar los diferentes filtros encontraron que solo 2 escuelas cumplían con las anteriores especificaciones; las conclusiones a la que los investigadores llegaron fue que la velocidad media del vehículo no es significativa, pero si es una gran amenaza para los peatones, ya que el comportamiento de los conductores no se rige por la zona, ni la señalización por la que estén transitando, sino que está medida por las especificaciones geométricas de las vías. (Elizabeth J. Young & Karen K. Dixon, 2003).

Un estudio realizado en la ciudad de Guangzhou, China sobre comportamiento de seguridad vial, tenía como objetivo analizar diferentes tipos de usuarios con edades que variaban entre 0 y 17 años; fueron seleccionadas 6 zonas al azar: 3 urbanas y 3 rurales, para ellos escogieron zonas tales como un jardín infantil, una escuela primaria y una escuela secundaria; utilizaron un cuestionario como metodología que incluía información demográfica, viajes al día y comportamientos relacionados con seguridad vial.

La encuesta fue realizada sobre una muestra de 7.034 niños, discriminados por edades, 816 de 0 a 2 años, 1.148 de 3 a 5 años, 2.410 de 6 a 11 años y finalmente 2.660 de 12 a 17 años, para complemento de las encuestas utilizaron información secundaria tal como observaciones sobre las categorías de viaje, caminar, montar bicicleta, viajar en transporte público y viajar en transporte privado, otra información adicional fue la recopilación de

expedientes médicos relacionados con la accidentalidad asociada a menores de edad en periodos de tiempo comprendidos entre 2005 a 2009, y por último informes policiales relacionados con accidentes de tránsito en niños menores de 17 años durante 2007 a 2010.

Se pretendía desarrollar el Índice de Comportamiento de Seguridad Vial (RSBI por sus siglas en inglés), con 18 preguntas divididas entre los diferentes medios de transporte, las preguntas hacían referencia a la frecuencia, a los tiempos, e igualmente se realizaba la comparación con la información secundaria, para de esta manera determinar que existe una diferencia significativa en la conducta de seguridad vial de los niños entre los diferentes grupos de edad y medios de transporte; los niños y niñas de 6 a 11 años obtuvieron puntajes significativamente altos con respecto a los niños en edades entre 0 y 5 años, pero aun así, la información secundaria arrojó que las edades de los niños que más presentan reportes policiales sobre accidentes de tránsito son los niños de 5 a 9 años paradójicamente. (Yu et al, 2012).

Se realizó un estudio similar al que se pretende con este, en Calgary, Alberta sobre el exceso de velocidad en intermediaciones a escuelas y zonas de juego, investigando el cumplimiento de la velocidad media en tales zonas. Se realizó un muestreo en 11 escuelas y 16 parques, en horarios no picos, para la obtención de la velocidad de los vehículos utilizaron un radar, midiendo así 4.580 velocidades entre las dos zonas, que dependían de otras características observadas tales como, presencia o ausencia de niños, vías de 2 o 4 carriles, con o sin señalización de límite de velocidad y si la intersección está controlada o no. Para estas zonas el límite de velocidad permitido es de 30 km/h y debe estar señalizado al principio y al final de las zonas de estudio.

Los resultados mostraron que la velocidad media fue de 31,96 km/h, superando el límite permitido, de igual manera el 54,43% de los vehículos circulaban a una velocidad mayor a la permitida para estas zonas, pero solo el 10% circulaba por encima de 10 km/h permitidos. Por otra parte los resultados también mostraron que la velocidad media en los sitios donde existía señalización de límite velocidad fue inferior a las medidas en los sitios donde no existían tales. La conclusión más importante a la que llegan los autores, es que la aplicación de los dispositivos de control de límite de velocidad reduce significativamente las velocidades en los vehículos que transitan por zonas escolares y de recreo. (Kattan, Tay & Acharjee, 2011).

3.3 REVISIÓN MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL DE COLOMBIA

A continuación se describe las diferentes clases de señalización de zonas escolares para Colombia.

El “*Manual de Señalización Vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia*”, adoptado mediante la Resolución 1050 de 2004 del Ministerio de Transporte, establece las especificaciones para el diseño, ubicación y aplicación de los diferentes dispositivos que regulan el tránsito; este contiene información acerca de señalización vertical, horizontal, de calles y carreteras afectadas por obras, otros dispositivos para la regulación del tránsito, señalización de ciclorrutas, semáforos, especificaciones técnicas y ejemplos típicos de señalización, para este estudio en específico se hará énfasis en las señalización utilizada en zonas escolares. (Ministerio de Transporte, 2004).

3.3.1 Señales Verticales

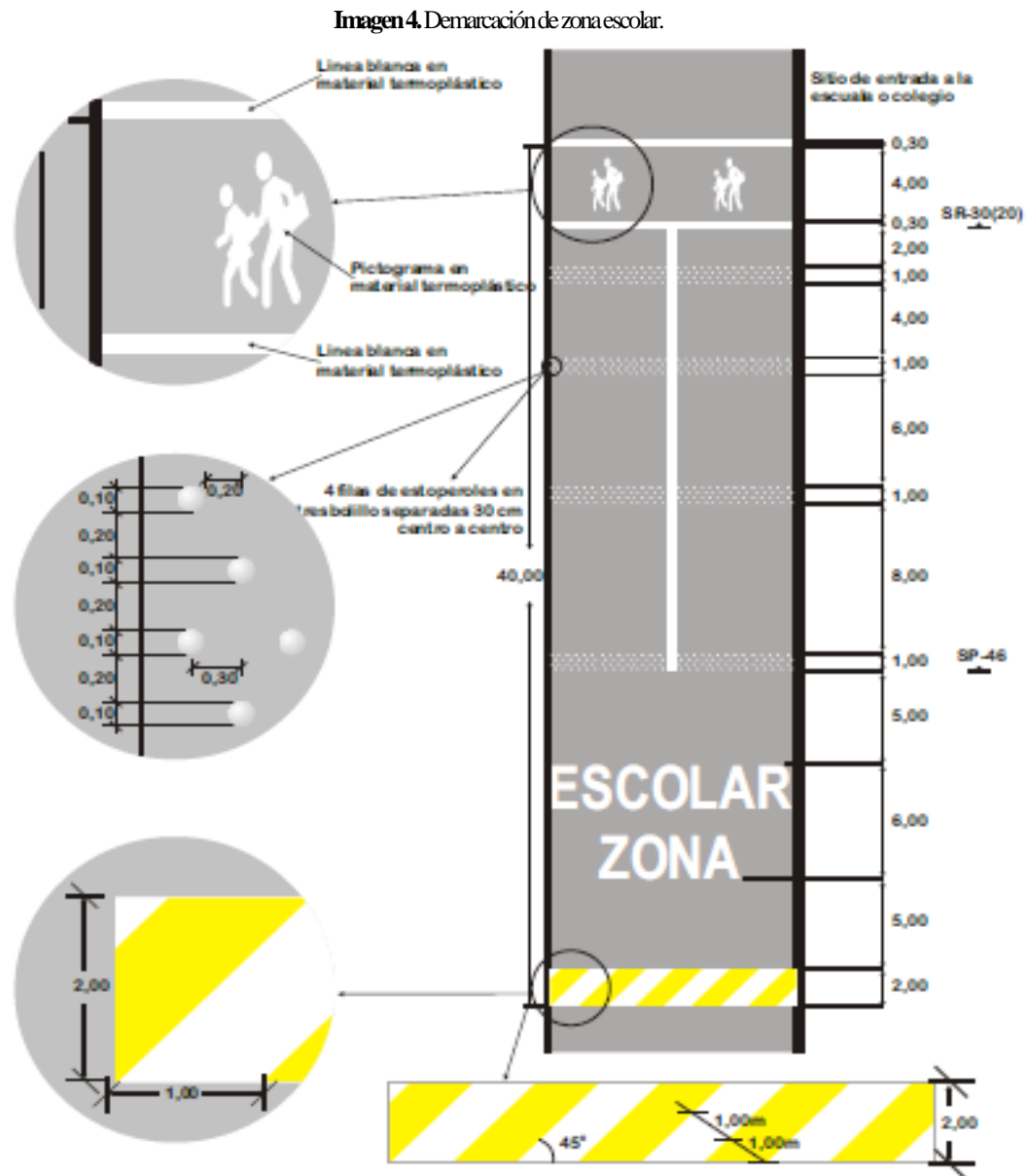
SP-47 ZONA ESCOLAR: esta señal preventiva se empleará para advertir al conductor la proximidad a una zona de actividad escolar, en la cual puede existir un cruce especial destinado a los escolares. Deberá complementarse con las señales reglamentarias como la **SR-30 VELOCIDAD MÁXIMA:** que se empleará para notificar la velocidad máxima a la que se puede circular (velocidad de operación), para el caso de zona escolar es 30 km/h y la **SR-28 PROHIBIDO PARQUEAR:** que se empleará para notificar al conductor la prohibición para estacionar su vehículo en determinado tramo de la vía, ya que impide la visibilidad de los escolares. (Ministerio de Transporte, 2004).



Fuente: Manual de Señalización Vial: dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia.

3.3.2 Señalización Horizontal

En este caso el manual solo ilustra cómo deberían ser los pictogramas en el pavimento, y los estoperoles a implementar que estén próximos a una zona escolar, indicando las medidas y los colores, como se observa en la Imagen 4.



Nota 1: Si en la zona aledaña al colegio no existen casas de habitación deberá cambiarse las baterías de estoperoles por bandas sonoras en agregados peñeros de 3 cms de altura.

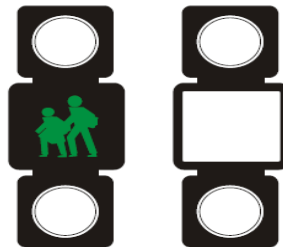
Nota 2: Este modelo se ubica en los estoperoles cerámicos o políester h=2,5 cms

Fuente: Manual de Señalización Vial: dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclomutas de Colombia.

3.3.3 Semáforos

Los semáforos en zonas escolares, son dispositivos especiales que se colocan en cruces establecidos en los centros educativos con el propósito de prevenir al conductor de la presencia de un cruce peatonal. Se justifica la implementación de éste siempre y cuando el volumen horario de peatones que cruzan la calle principal pasa de 250 durante dos horas y en cada una de ellas el volumen de tránsito de vehículos no excede de 600, o no exista ningún otro semáforo dentro de un radio de 300 metros. Cuando los semáforos en estas zonas están adecuadamente localizados y operados, los costos iniciales y de operación, a lo largo de varios años, representará una importante economía comparándolos con vigilancia policial u otros elementos similares. Como complemento al uso, no se deberá permitir el estacionamiento de vehículos en los 30 metros anteriores a un cruce escolar ni en los 10 metros siguientes y durante los lapsos en los que no exista movimiento de escolares en el día y en los períodos inhábiles de los centros escolares, estos dispositivos deberán estar fuera de operación. (Ministerio de Transporte, 2004).

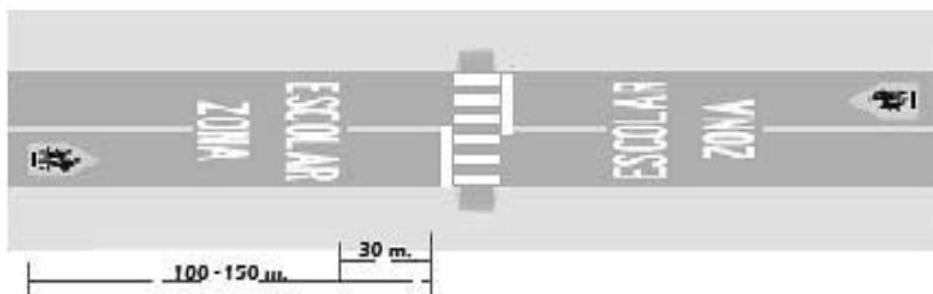
Imagen 5. Semáforos para zonas escolares.



Fuente: Manual de Señalización Vial: dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia.

Para complemento de la señalización vial en zonas escolares, el 25 de Abril de 2013 se emitió la Resolución 1236 *por la cual se adiciona señales alternativas al “Manual de Señalización Vial – Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia”*; esta resuelve para la señalización horizontal: demarcación alternativa para cruces escolares, adoptar el pictograma que se muestra en la Imagen 6. se debe implementar al inicio de la zona escolar en cada sentido del tránsito, el pictograma con color de fondo amarillo y símbolos de color negro, además se debe demarcar cubriendo todos los carriles, con la leyenda “ZONA ESCOLAR”. (Ministerio de Transporte, 2013).

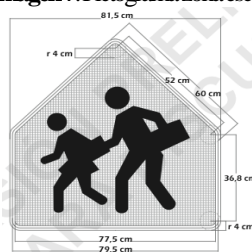
Imagen 6. Demarcación alternativa para cruces escolares.



Fuente: Ministerio de Transporte, Resolución Número 1236 del 25 de Abril de 2013.

Si implementa el pictograma que se muestra en la Imagen 7, el cual reemplaza el pictograma que muestra la Imagen 4. para zonas escolares,

Imagen 7. Pictograma zona escolar.



Fuente: Ministerio de Transporte, Resolución Número 1236 del 25 de Abril de 2013.

Por otro lado, se adiciona al capítulo de “señales preventivas”, en la sección de “señales verticales”, la señal **SP-47A ZONA ESCOLAR**: con funcionalidad de advertir al conductor la posible presencia de escolares en la vía, debiendo ubicarse en las proximidades de establecimientos escolares. (Ministerio de Transporte, 2013).

Imagen 8. Señal preventiva, SP-47 A ZONA ESCOLAR.



Fuente: Ministerio de Transporte, Resolución Número 1236 del 25 de Abril de 2013.

SP-47B ZONA ESCOLAR: esta señal advierte la proximidad de un cruce escolar, de preferencia esta señal deberá estar acompañada de una placa indicando el horario durante el cual tiene aplicación. (Ministerio de Transporte, 2013).

Imagen 9. Señal preventiva SP-47 B ZONA ESCOLAR.



Fuente: Ministerio de Transporte, Resolución Número 1236 del 25 de Abril de 2013.

SP-47C ZONA ESCOLAR: esta señal indica al conductor el sitio mismo de ubicación de un cruce escolar. (Ministerio de Transporte, 2013).

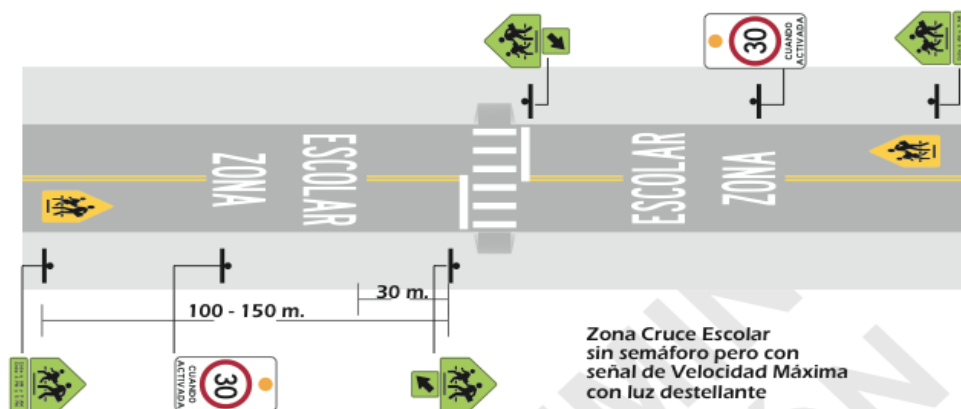
Imagen 10. Señal preventiva SP-47 C ZONA ESCOLAR.



Fuente: Ministerio de Transporte, Resolución Número 1236 del 25 de Abril de 2013.

Para el capítulo de “señales reglamentarias” en la sección de “señales verticales” se debe adicionar la señal **SR-30A MÁXIMA VELOCIDAD:** se empleará para notificar al conductor la velocidad máxima a la que podrá circular por la zona escolar, adicional llevará una placa con el período de restricción, según los horarios de entrada y salida de los estudiantes del establecimiento educativo, el horario debe coincidir con el indicado en la señal SP-47B (Ministerio de Transporte, 2013).

Imagen 11. Ejemplo de implementación de señalización alternativa en zonas escolares.



Fuente: Ministerio de Transporte, Resolución Número 1236 del 25 de Abril de 2013.

Este esquema de señalización no considera los resaltos físicos ya que su presencia implica la restricción de velocidad de manera permanente, dado que esta nueva señalización tiene el horario de restricción de velocidad, como se muestra en la Imagen 11. (Ministerio de Transporte, 2013).

3.4 ESTUDIOS A NIVEL NACIONAL

En Colombia, no se han realizado estudios acerca de la accidentalidad asociada a la señalización en entornos escolares como tal, pero si se han desarrollado una serie de estudios sobre accidentes de tránsito que involucran a menores de edad y seguridad vial infantil, para este trabajo se encontró una tesis de maestría de la Universidad de los Andes sobre la seguridad vial infantil en viajes de transporte escolar, el autor quiso proponer e implementar una metodología que permitiera evaluar la seguridad vial de los viajes que hacen los niños de la casa a la escuela y viceversa.

La metodología que propuso permitió identificar riesgos presentes y potenciales en los viajes escolares que realizan los niños a diario, ya que estos riesgos están asociados a las características propias de cada colegio, como lo son señalización, especificaciones geométricas de las vías entre otras.

Este estudio propuso evaluar la seguridad vial en la zona de influencia del colegio por medio de 5 indicadores independientes, para obtener dicha información realizaron encuestas a estudiantes, entrevistas a las directivas del colegio y una inspección visual. Los indicadores a medir fueron: (i) Infraestructura y señalización externa (pasos a nivel, intersecciones, tramos de vía, pasos a desnivel – puentes peatonales, riesgos por tipos de vía, ciclorutas y andenes), (ii) Infraestructura y señalización interna definiendo dos tipos: cicloparqueaderos y estacionamiento para vehículos, (iii) Nivel de exposición discriminándolo en modo de viaje, tiempo de viaje, ubicación del colegio y recorrido de viaje de la ruta escolar, (iv) Percepción de la seguridad vial en el viaje y (v) Gestión en seguridad vial evaluándolo en cuanto a gestión real en seguridad vial por parte del colegio y percepción de los estudiantes sobre la gestión en seguridad vial; estos indicadores se midieron de acuerdo a: no aplica, deficiente, malo, regular y bueno, según fuera calificado.

Se aplicó esta metodología en dos casos de estudio, es decir dos colegios de la ciudad de Bogotá; para el Colegio La Giralda se realizaron un total de 432 encuestas a estudiantes, distribuidas entre primaria, básica y bachillerato; y para el Colegio Liceo del Caribe se realizaron 361 encuestas a estudiantes divididas de igual manera que el Colegio La Giralda.

Los resultados que arrojó este estudio en el Colegio La Giralda fueron, en cuanto al indicador (i) se presentó una calificación de 4 estrellas con algunas observaciones como, la instalación de un cruce semaforizado, construcción o adecuación de ciclorutas, pero en términos generales este indicador se encuentra en buenas condiciones, el (ii) indicador solo se llevó 3 estrellas, con observaciones sobre los parqueaderos de los vehículos y la no existencia de cicloparqueaderos, el (iii) indicador obtuvo 3 estrellas con observaciones sobre el modo de transporte de los estudiantes, ya que la mayoría de estos (90%) realiza el viaje de la casa al colegio y del colegio a la casa a pie, para el (iv) indicador el autor obtuvo de nuevo 3 estrellas ya que la percepción de los estudiantes sobre sufrir un accidente de tránsito es de 60%, mostrando así que los estudiantes no se sienten seguros en la vías de entorno del colegio y por último el (v) indicador obtuvo 4 estrella ya que las directivas del colegio se han preocupado por la seguridad vial de sus estudiantes, desarrollando así iniciativas para seguir alimentando y educando esta.

En cuanto al Colegio Liceo del Caribe los resultados sobre los indicadores fueron, para el (i) obteniendo 3 estrellas ya que la señalización existente se encuentra en muy mal estado, generando un mal uso de esta además que la infraestructura vial está deteriorada, el (ii) indicador obtuvo de nuevo 3 estrellas, a consecuencia de la no existencia de estacionamientos tanto vehiculares como cicloparqueaderos, para el (iii) indicador se obtuvo 4 estrellas es decir es bueno, para el (iv) indicador los resultados arrojaron 4 estrellas, ya que más de la mitad de los estudiantes (60%), perciben que no están en riesgo de sufrir algún accidente de tránsito y por último el resultado que obtuvo el (v) indicador fue 4 estrellas ya que las directivas del colegio si se preocupan por la seguridad vial, ya que observaron que el colegio se encuentra en una zona aparentemente segura.

Las conclusiones que el autor menciona son en conjunto para los dos colegios, ya que encontró deficiencia en cuanto a la no implementación de semáforos, inexistencia de ciclorutas, se presenta una preocupación alta en cuanto a la educación en seguridad vial, ya

que los colegios en Bogotá muestran indiferencia frente a este tema, y por último recomienda proponer el estudio más a fondo sobre seguridad vial en colegios, con campañas que se vienen desarrollando actualmente en la Secretaria Distrital de Movilidad, como el programa “*Pactos Por La Movilidad*”, que tiene por objetivo fortalecer los diferentes aspectos de la movilidad escolar y de esta manera se incentivará la implementación y estudio sobre la seguridad vial infantil. (Téllez Rojas, Jeison F., 2013).

4. METODOLOGÍA

La metodología que se lleva a cabo en el estudio es investigativa de tipo descriptiva, la cual busca representar el fenómeno estudiado a partir de sus características. Este capítulo comprende los diferentes pasos que se llevaron a cabo para el desarrollo de la investigación, mediante los cuales se logró recopilar la información relevante para el análisis cualitativo y cuantitativo del trabajo; a continuación se describe la metodología paso a paso.

4.1 ESTADO DEL ARTE

Revisión de manuales de señalización vial de Colombia y de otros países. Consulta de material bibliográfico de investigaciones que se hayan efectuado sobre este tema (tesis e investigaciones de otros países, artículos de revista e internet, textos en inglés y español) en las bases de datos de la Pontificia Universidad Javeriana, páginas de internet y documentos proporcionados por la Ingeniera Ana Patricia Herrera.

4.2 FUENTES DE INFORMACIÓN

Por medio de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, se obtuvo la información correspondiente al desarrollo del estudio.

- Se suministraron las bases de datos de accidentes de tránsito registrados en la ciudad de Bogotá como archivos de Excel (.xlsx) comprendidos entre los años 2007 y 2013. Cada una de estas bases contiene tres archivos:
 - Información general del accidente.
 - Información correspondiente al conductor y al propietario del vehículo involucrado en el accidente de tránsito.
 - Información correspondiente a las víctimas involucradas en el accidente de tránsito.
- Mapas de accidentalidad vehicular (.pdf) reportada desde el año 2007 hasta el año 2013 en cada una de las zonas escolares de estudio, en los que se pueden identificar por año el número de accidentes reportados y el punto exacto de ocurrencia del accidente discriminado por clase (choque, autolesión, caída ocupante, volcamiento, atropello y

otro).

- Aforos vehiculares en intersecciones semaforizadas (.xlsx), en las cuales se registran los volúmenes vehiculares direccionales correspondientes a la intersección. Estos nodos o puntos, se seleccionaron teniendo en cuenta el más cercano correspondiente a cada zona escolar, con el que se lograra hacer una caracterización del comportamiento vehicular.
- Informe Policial de Accidentes de Tránsito, IPAT (.pdf), registrados correspondientes a cada uno de los accidentes reportados en las zonas de estudio, reportados desde el año 2007 al 2013.
- Planos AutoCAD (.dwg), correspondientes al diseño de señalización horizontal y vertical a implementar en cada una de las zonas escolares de interés. (Ver Anexo B).

4.3 SELECCIÓN DE ZONAS ESCOLARES

La selección de las zonas escolares, se realizó mediante la lista de preferencia próxima a señalar de zonas solicitadas por la comunidad (derechos de petición, llamadas a la SDM, quejas). Se tenía en cuenta que ya existiera el respectivo diseño de señalización y una inspección sobre el estado de la zona para llevar a cabo el procedimiento. A partir del listado proporcionado, se realizaron las visitas de campo a cada una de las zonas para verificar que la señalización pudiera llevarse a cabo.

Dentro de la primera lista de posibles colegios a señalar, se realizó la respectiva visita a cada uno, encontrando que dos de ellos ya se encontraban señalizados, el Gimnasio Corazón de María en la Localidad de Barrios Unidos y Colegio La Giralda ubicado en la localidad de Santa Fé, por lo cual fue necesario cambiar estos dos colegios. Dentro de las cinco posibles zonas escolares definitivas para realizar el estudio, estas no contaban con la señalización, ya sea horizontal o vertical, o se encontraba en mal estado.

Las zonas escolares en las que se aplicó el estudio fueron:

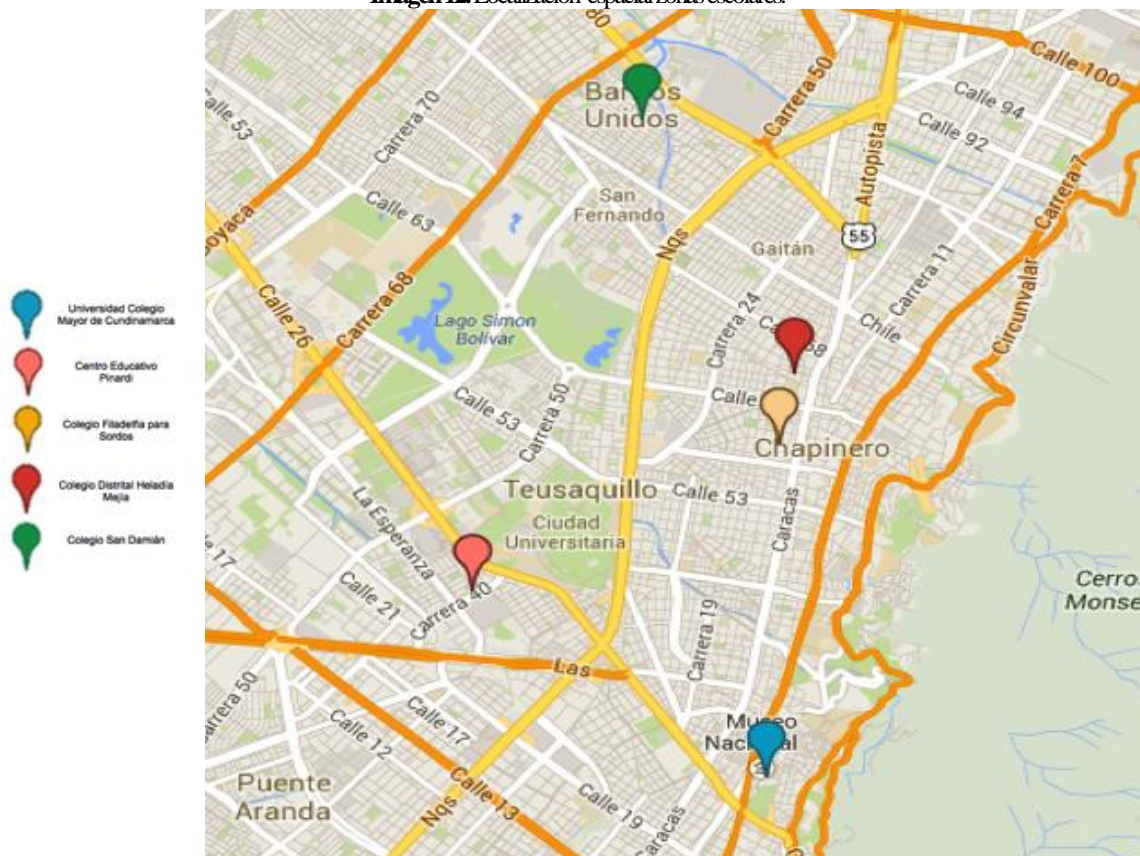
- Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca - Calle 28 No.5A-90 (Localidad Santa Fé)
- Centro Educativo Pinar di - Calle 24C No.40-35 (Localidad Teusaquillo)
- Colegio Filadelfia para Sordos - Calle 59 No.14A-58 (Localidad Teusaquillo)

- Colegio Distrital Heladia Mejía. IED, Sede A - Calle 65 No.15A-04 (Localidad Barrios Unidos)
- Colegio San Damian - Calle 78 No.62-41 (Localidad Enagtivá)

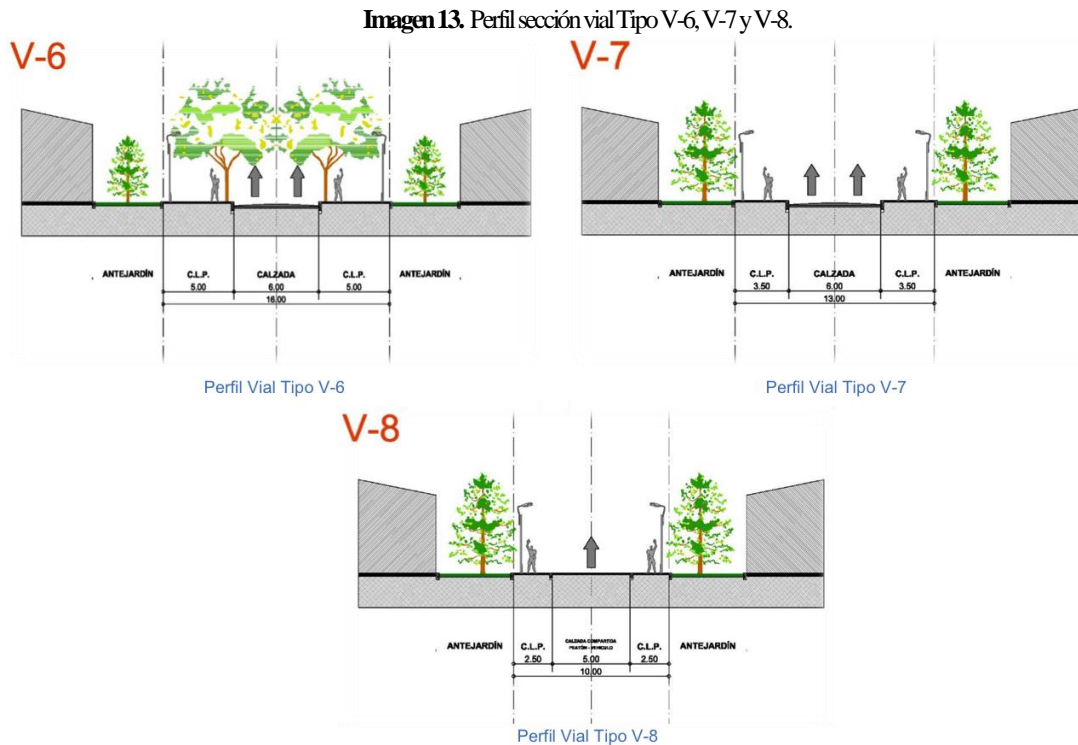
4.4 CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS ESCOLARES DE ESTUDIO

En la Imagen 12. se muestra la localización de cada una de las zonas escolares de estudio en la ciudad de Bogotá; y en la Imagen 13. se muestran los diferentes tipos de perfiles viales de las zonas escolares.

Imagen 12. Localización espacial zonas escolares.



Fuente: Elaboración propia – Google Maps Engine.



Fuente: Anexo N°8 - Decreto 364-2013 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014).

La caracterización de cada una de las zonas de estudio se muestra a continuación:

4.4.1 Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

La Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, se encuentra ubicado en la Calle 28 No.5A-90, en el barrio La Macarena de la localidad Santa Fe, en la ciudad de Bogotá.

La Universidad cuenta con 4896 estudiantes y 463 estudiantes¹, es una entidad de carácter público y está ubicado en un sector con estrato socioeconómico dos. Alrededor de la zona se encuentra ubicado el Museo Nacional y el Colegio Policarpa Salvarrieta, una institución de educación distrital de nivel básico y bachiller.

La vía de estudio está constituida como una V-7 con aproximadamente 13 m de sección transversal mínima, circulación libre peatonal de 3.5 m mínimo a lado y lado de la calzada (Ver Imagen 13) y al llegar a la carrera séptima se reduce a 4.0 m de calzada aproximadamente y según el Plan de Ordenamiento Territorial, POT, este tipo de vía clasifica como malla Local secundaria de uso residencial. La Carrera Séptima limita al

¹ Tomado de página web: www.unicolmayor.edu.co

occidente de la zona escolar, la cual va en doble sentido de norte a sur y de sur a norte; la Carrera quinta limita al oriente y va en sentido norte-sur, son dos vías bastante transitadas e influyentes al momento de movilizarse por la zona.

Imagen 14. Señalización Antes (Izquierda) y Después (Derecha) Calle 28 (E-W).



Fuente: Propia.

En la Imagen 14 se puede observar la señalización presente al momento de la toma de velocidades antes y después de la implementación de los diseños. Así mismo, en la imagen de la derecha se observa la reducción de la calzada al final de la calle y la pendiente de la vía que contribuye a altas velocidades.

4.4.2 Centro Educativo Pinardi

El Centro Educativo Pinardi ubicado en la Calle 24C No.40-35 de la localidad de Teusaquillo, barrio Quinta Paredes, en una zona urbana de estrato socioeconómico 4.

Son 50 niños en total los que atienden entre los dos y los 6 años. La jornada estudiantil empieza desde las 7:00 am y finaliza a las 3:00 pm, a excepción de aproximadamente 10 niños que finalizan la jornada a las 5:00 pm. Entre docentes y personal administrativo hay 8

personas y cuentan con una ruta escolar que transporta 8 niños, el resto son transportados por sus padres en vehículos particulares o a pie².

La Calle 24C clasifica como una vía tipo V-6, que según los perfiles viales del POT del 2013 consta de una calzada mínima de 6.0 m y una circulación libre peatonal a lado y lado de 5.0 m, hace parte de la malla vial local intermedia en zonas residenciales. (Ver Imagen 13). Como vía principal y más transitada se encuentra la Carrera 40 que se encuentra a una cuadra del colegio al oriente y va en sentido norte-sur y viceversa.

En la Imagen 15 se observa la señalización implementada en la zona mostrando el estado antes y después.

Imagen 15. Señalización Antes (Izquierda) y Después (Derecha) Carrera 42 (N-S).



Fuente: Propia.

4.4.3 Colegio Filadelfia para Sordos

El Colegio Filadelfia para Sordos, se encuentra ubicado en la localidad de Teusaquillo en la zona nor – oriental, Calle 59 No.14A-58. La jornada académica inicia a las 6:45 am y finaliza a la 1:00 pm. Lo conforman 40 estudiantes entre los 4 y los 22 años de edad con limitaciones auditivas, al ser un colegio tan pequeño no cuentan con rutas escolares y

² Información suministrada por la Directora de la Entidad

cuenta con 15 personas entre personal administrativo y docentes³. El Colegio brinda el servicio de Educación Formal de los grados Preescolar Pre-Jardín hasta Undécimo de Educación Media y alrededor se encuentran localizados otros centros de estudio tal como el Colegio Antonio Nariño HH. Corazonistas.

El perfil vial tipo V-8 de la calle en la que se encuentra localizado el colegio consta de una única calzada con dos carriles, un carril por sentido de circulación de aproximadamente 2,5 m cada uno y una sección de circulación libre peatonal de 2,5 m a lado y lado de la calzada y hace parte de la malla vial Local de la Ciudad. Por el norte pasa la calle 60 en sentido oriente-occidente. Al occidente limita con la carrera 16 y carrera 17 que van en sentido sur-norte, las cuales son bastantes transitadas. Al oriente pasa la Avenida Caracas de carácter influyente por su Sistema Transmilenio.

En la siguiente imagen se observa el estado de la señalización antes y después de implementar los respectivos diseños.

Imagen 16. Señalización Antes (Izquierda) y Después (Derecha) Calle 59 (W-E).



Fuente: Propia.

³ Información suministrada por la secretaria del plantel

4.4.4 Colegio Distrital Heladia Mejía IED

El Colegio Heladia Mejía IED se encuentra ubicado en la localidad doce (Barrios Unidos) en la Calle 65 No.15A-04, barrio La Esperanza. Es una institución educativa de carácter oficial donde se registran aproximadamente 1.585 estudiantes y 58 docentes, entre las jornadas mañana y tarde donde se imparte educación básica y media secundaria⁴.

El perfil vial de la Calle 65 clasifica como Tipo V-8, con 10 m de ancho que incluyen circulación libre peatonal a lado y lado de la calzada de 2,5 m, y la calzada de doble circulación de 5 m de ancho como mínimo, la cual hace parte de la malla vial Local de la ciudad (Ver Imagen 13).

Por el norte pasa la Calle 66 que tiene rutas de buses de occidente a sur; a cuadra y media pasa la Carrera 17 con rutas urbanas desde diferentes puntos de la ciudad hacia el norte, al sur pasa la calle 63 con rutas de buses de occidente a sur y por el oriente a cuadra y media pasa la Avenida Caracas con el Sistema Transmilenio y sus estaciones Las Flores y Calle 63.

Imagen 17. Señalización Antes (Izquierda) y Después (Derecha) Calle 28 (E-W).



Fuente: Propia.

⁴ Tomado de: <http://jbb-repositorio.metabiblioteca.org/bitstream/001/522/2/12247%20-%20HELADIA%20MEJIA.pdf>

4.4.5 Colegio San Damián

El Colegio San Damián se ubica en la Calle 78 No.62-41, en la localidad de Engativá. Es un colegio privado con una única jornada que inicia a las 6:30 am y finaliza a las 2:00 pm con grados de preescolar y primaria. Cuentan con 201 estudiantes y una ruta escolar que transporta 10 estudiantes⁵. Al ser una zona residencial, la mayoría de los estudiantes son transportados por sus padres. Entre personal administrativo y profesores hay 14 personas.

El perfil vial de la zona es tipo V-8, con 10 m de ancho que incluyen circulación libre peatonal a lado y lado de la calzada de 2,5 m, y la calzada de doble circulación de 5 m de ancho como mínimo. (Ver Imagen 13).

En la siguiente imagen se muestra el antes y después de la implementación de los diseños de señalización.

Imagen 18. Señalización Antes (Izquierda) y Después (Derecha) Calle 78 (E-W).



Fuente: Propia.

⁵ Información suministrada por la Directora del plantel

4.5 INVENTARIO DE DISPOSITIVOS PARA EL CONTROL DE TRÁFICO

Se realizó un recorrido por cada uno de los sectores de estudio para realizar el inventario de las señales de tránsito tanto verticales como horizontales existentes, observando simultáneamente su estado y visibilidad.

En la Tabla 9 se muestra de forma ilustrativa si hay o no presencia de la respectiva señal vertical para cada una de las zonas de estudio. En cuanto al estado de las mismas, cabe mencionar que estas se encontraban en mal estado. A pesar de que son zonas escolares, en ninguna de estas se hace alusión a la presencia de peatones en la vía con la respectiva señal, ni tampoco se encontró la señal reglamentaria “*Ceda el Paso*” como protección para los peatones y usuarios escolares que frecuentan cada una de las zonas.

En todas las zonas escolares estaban ya instauradas la SP-47 (Zona Escolar) y la SR-30 (Velocidad Máxima). La máxima velocidad reglamentada es de 30 km/h la cual está siempre visible a los usuarios de la vía.

La señal informativa (SI-06) del Colegio Filadelfia para Sordos, hace referencia a un letrero que informa a los usuarios que hay niños sordos en la vía, pero que se encuentra en deterioro dado que esta tachada con letreros que la hacen poco visible a los conductores.

Tabla 9. Inventario de señalización en las zonas escolares.

ZONA ESCOLAR/ SEÑALIZACIÓN VERTICAL	UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA	CENTRO EDUCATIVO PINARDI	COLEGIO FILADELFIA PARA SORDOS	COLEGIO DISTRITAL HELADIA MEJIA	COLEGIO SAN DAMIÁN
REDUCCIÓN ASIMÉTRICA DE LA CALZADA-DERECHA (SP-31)	✓				
PEATONES EN LA VÍA (SP-46)					
ZONA ESCOLAR (SP-47)	✓	✓	✓	✓	✓
ZONA DEPORTIVA (SP-48)		✓			
PARE (SR-01)		✓			✓
CEDA EL PASO (SR-02)					
PROHIBIDO PARQUEAR (SR-28)	✓		✓		
VELOCIDAD MÁXIMA (SR-30)	✓	✓	✓	✓	✓
SITIO DE PARQUEO (SI-07)	✓				
SEÑAL INFORMATIVA			✓		

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la señalización horizontal la demarcación es nula o en completo deterioro. En el Colegio Filadelfia, Heladía Mejía y San Damián había muestra de franja de estoperoles que se encontraba en muy mal estado que no generaban el efecto esperado y para el cual fueron diseñados, por esto se programan el repinteo de marcas y la restitución de estoperoles tal como se establece en el manual. En cuanto a las demás marcas horizontales en estas mismas tres zonas tales como los pictogramas de zona escolar y bandas portátiles, estas no son visibles, por lo cual en los planos de señalización programado por la Secretaria Distrital, se programa como repinteo de marcas ya que en algún momento existieron.

Las otras dos zonas, Colegio Mayor de Cundinamarca y Centro Pinar di, la demarcación en el pavimento que hace alusión a zona escolar es nula, marca de que en ningún momento ha existido allí la respectiva señalización.

4.6 MEDICIÓN DE VOLÚMENES VEHICULARES EN LAS ZONAS ESCOLARES DE ESTUDIO

Los aforos vehiculares representan el número de vehículos que transitan por un punto específico en un periodo de tiempo establecido. Se realizó para cada una de las zonas escolares el aforo situadas en la calle donde se encuentra el colegio correspondiente.

El conteo vehicular se realizó durante dos períodos de tiempo: 6:00-8:00 am y de 12:00-14:00, a excepción del Colegio San Damián que durante la tarde se realizó de 13:00-15:00 como necesidad de cubrir el horario de salida de los estudiantes; la selección de los horarios se fundamentó en la necesidad de cubrir los horarios de entrada y salida de los estudiantes en cada uno de los colegios, el cual hace prever una afluencia mayor en el tráfico vehicular por cada una de las zonas; estos períodos de tiempo se subdividieron en cuartos de hora (15 minutos) para obtener datos más precisos del flujo vehicular.

La variable principal a determinar a partir del aforo es la cantidad de vehículos que pasan por el punto de referencia discriminados de la siguiente manera:

- Livianos (automóviles particulares, taxis, camperos, vans)
- Buses (urbanos, intermunicipales, interdepartamentales)
- Camiones (tracto mulas, camiones estacas, furgones, vehículos de transporte pesado)

- Bicicletas
- Motocicletas

A partir de esto, se determinó el volumen promedio para los intervalos de tiempo anteriormente mencionados. Y de esta manera se calculó la hora pico en la que se realizará el análisis de velocidades de cada uno de los tramos de vía.

Se consultó también información secundaria de algunos de los aforos en las intersecciones semaforizadas más cercanas a las zonas de estudio que se encontraban disponibles como complemento para la caracterización vehicular y punto de comparación realizados durante el día de las 6:00 a.m - 8:00 p.m en el 2013 y el 2012.

Para cada una de las zonas escolares, se muestra gráficamente la composición vehicular de acuerdo a los datos medidos en campo. Ver Anexo C.

En la Gráfica 2, se muestran los resultados medidos en campo y en la Gráfica 3. los datos de las intersecciones semaforizadas que se encontraban más cerca de la zona escolar.

Para la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca cuya vía es de único sentido con dos carriles de circulación que van de Oriente a Occidente (E-W), el total de vehículos mixtos aforados fueron de 1538. El número de vehículos livianos contados correspondieron a 626 y 660 en la jornada de la mañana y la tarde respectivamente, lo que corresponde a un total de 84% del total de vehículos medidos. El siguiente tipo de vehículo con mayor participación son las motos con un 9%, equivalentes a 67 motos en promedio para cada jornada. Por esta vía, transita una ruta de bus que se dirige a tomar la carrera séptima, en total se lograron contar 70 buses durante las dos jornadas, 45 durante la mañana y 25 durante la tarde, equivalentes al 5% que se puede observar en la gráfica. Transitaron en total 32 camiones correspondientes al 2% y 16 bicicletas que equivalen a 1% frente al total de vehículos aforados, este bajo porcentaje se puede justificar en que esta es una zona universitaria y laboral, por tanto la mayoría de las personas se movilizan en vehículos particulares y bus. Teniendo en cuenta el volumen vehicular, la hora pico en la mañana es de 7:00-8:00 con un FHP de 0,8862 y durante la tarde de 13:00-14:00 con un FHP de 0,8774, lo cual quiere decir que se tiene un flujo vehicular con variaciones altas y bajas durante la hora pico, dado que este valor es menor a 1.

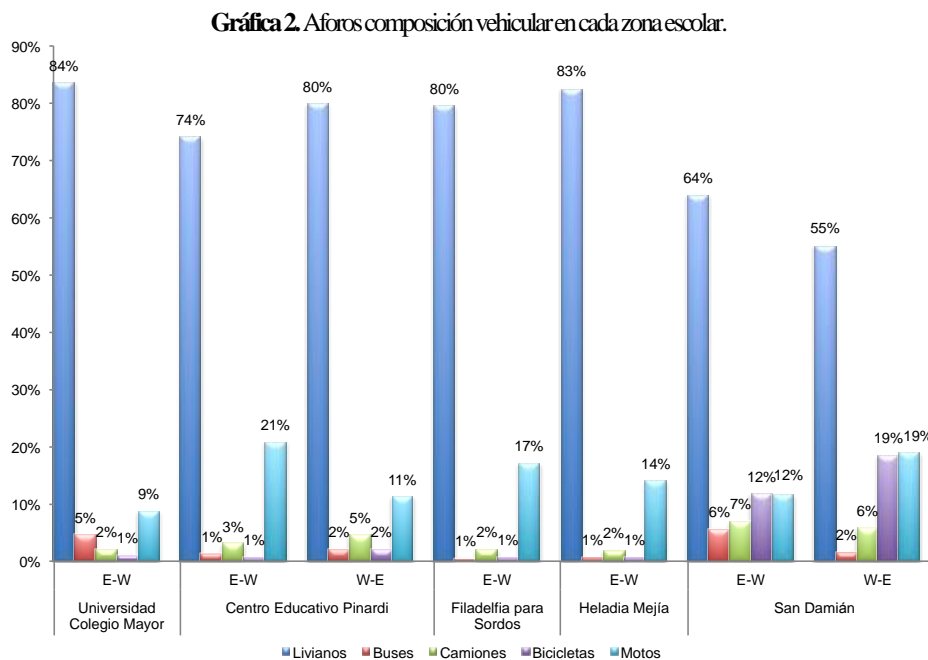
En el Centro Educativo Pinardi, cuya vía es doble sentido que va de Oriente a Occidente (E-W) y de Occidente a Oriente (W-E), con un carril de circulación por sentido, se aforaron en total 714 vehículos mixtos, correspondientes a 385 de E-W y 329 de W-E. Para los vehículos que se mueven de Oriente a Occidente (E-W) la composición vehicular fue de: 285 vehículos livianos (74%), 5 buses (1%), 12 camiones (3%), 3 bicicletas (1%) y 80 motos (21%). Para los vehículos que se movilizaban de Occidente a Oriente la composición vehicular fue de: 263 vehículos livianos (80%), 5 buses (5%), 15 camiones (2%), 7 bicicletas (2%) y 37 motos (11%). Se tiene que a pesar de que por esta vía no transita ninguna ruta de bus, durante los períodos aforados si pasaron vehículos que están dentro de esta categoría. El uso de vehículos livianos y motos sigue siendo el mayor participante para las dos jornadas aforadas. El factor de hora pico calculado para la jornada de la mañana fue de 0,8548 correspondiente a la hora entre 7:00-8:00 y durante la tarde de 0,9583 para las horas comprendidas de 12:00 a 13:00.

En el Colegio Filadelfia para Sordos, cuya vía de circulación es de una calzada con dos carriles de circulación que van de Oriente a Occidente (E-W) el total de vehículos aforados fue de 2305 para las dos jornadas (mañana y tarde), de este total 1833 correspondieron a vehículos livianos y 394 motos como los más relevantes. La hora con mayor volumen vehicular encontrado fue de 7:00 a 8:00 con un FHP de 0,9272 y de 12:30 a 13:30 con un FHP de 0,9392.

En el Colegio Distrital Heladia Mejía, corresponde a la Calle 65 es una calzada con doble sentido de circulación de Oriente a Occidente (E-W) se aforaron en total 1722 vehículos divididos de la siguiente manera: 1422 livianos (83%), 12 buses (1%), 33 camiones (2%), 13 bicicletas (1%) y 242 motos (14%), para las dos jornadas de medición. La hora pico durante la mañana es de 6:30 a 7:30 con un factor de 0,8816 y en la tarde de 12:00-13:00 con un factor de 0,8553.

El Colegio San Damián, está localizado en una vía de doble sentido que va de Oriente a Occidente (E-W) y de Occidente a Oriente (W-E) con un carril de circulación para cada uno, se aforaron en total 684 vehículos mixtos, de los cuales 441 (64%) se dirigían en sentido E-W y 134 (55%) de W-E. Por esta vía transita una ruta del SITP de E-W correspondientes a 25 buses durante las 4 horas de aforo. Al ser esta una zona residencial,

se observa que hay un mayor número de personas que se movilizan en bicicleta, comparado con las otras zonas escolares, se aforaron en total 52 bicicletas (12%) de E-W y 45 bicicletas (19%) de W-E. En el colegio San Damián, el FHP fue de 0,9050 y 0,8589 en las horas de 6:45-7:45 y de 12:15-13:15 respectivamente.



Fuente: Elaboración propia.

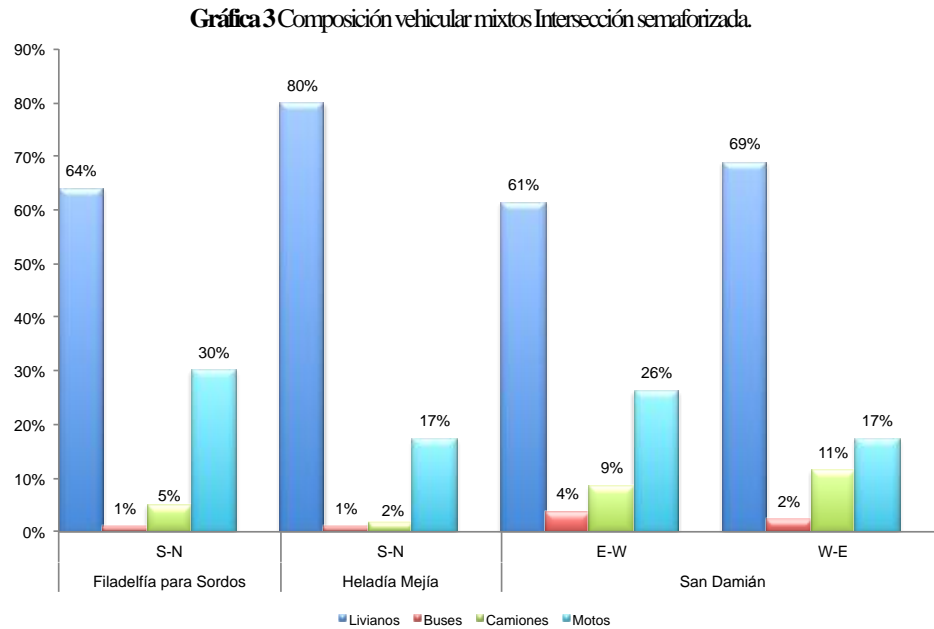
En la Gráfica 3, se muestra la composición vehicular de intersecciones semaforizadas cercanas a cada una de las zonas escolares.

En el caso del Colegio Filadelfia para Sordos, el aforo corresponde a la intersección de la Calle 60 con carrera 16 acceso #2 realizado en el 2013, se establece como punto de comparación dado que todos los vehículos aforados en esta zona deben transitar por este acceso.

En el Colegio Distrital Heladia Mejía, se tomó la intersección semaforizada de la Calle 63C con Carrera 16 movimiento Norte-Sur (Acceso 12), que corresponden a los que se dirigen hacia el norte, medidos en el año 2012.

En el Colegio San Damián, la intersección semaforizada más cercana, se encontraba sobre la Transversal 56A con Calle 78, correspondientes al movimiento Occidente-Oriente (Acceso 13) y Oriente-Occidente (Acceso 14), medido en el año 2012.

En general, puede decirse que la composición medida en campo para cada zona escolar comparada con la intersección semaforizada, presentan un comportamiento similar, el cual proporciona confiabilidad en cuanto al comportamiento de los vehículos aforados durante 4 horas y los aforados durante todo el día.



Fuente: Elaboración propia.

4.7 DISEÑO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Para la medición de velocidades puntuales, según Paul Box y Joseph Oppenlander en su libro “*Manual de estudios de ingeniería de tránsito*” el tamaño mínimo de la muestra se puede determinar de la siguiente manera:

Ecuación 1. Tamaño mínimo de la muestra.

$$N = \left(\frac{SK}{E} \right)^2$$

Fuente: Manual de estudios de Ingeniería de tránsito (Box, 1985).

o con la siguiente ecuación, si el interés estadístico es algún valor distinto de la velocidad media:

Ecuación 2. Tamaño mínimo de la muestra estadístico.

$$N = \frac{S^2 K^2 (2 + U^2)}{2E^2}$$

Fuente: Manual de estudios de Ingeniería de tránsito (Box, 1985).

donde N: tamaño mínimo de la muestra

S: desviación normal estimada de la muestra (km/h o mi/h)

K: constante correspondiente al nivel de confiabilidad deseado

E: error permitido en la estimación de la velocidad (km/h o mi/h)

U: constante correspondiente a la velocidad estadística deseada

para velocidad media, use 0,00

para el percentil 15 o el 85 use 1,04

para el percentil 5 o el 95 use 1,64

La desviación normal de la muestra, puede obtenerse un valor estimado razonable de acuerdo con el tipo de tránsito del área de la vía que se trate dado que no se conoce un valor para cada una de las vías de estudio. La desviación normal promedio se muestra en la Tabla 10, con valores que fluctúan de 6.8 a 8.5 km/h para las seis combinaciones de los tipos de tránsito y de vías. Dado que estas medidas de dispersión de velocidad es tan limitada, se sugiere una desviación normal promedio 8.0 km/h, como valor empírico para velocidades de punto en cualquier tipo de camino y de tránsito (Box, 1985).

Tabla 10. Desviaciones normales de velocidades de punto para la determinación del tamaño de la muestra.

Tipo de tránsito	Tipo de camino	Desviación normal promedio	
		km/h	mi/h
Rural	Dos-carriles	8,5	5,3
Rural	Cuatro-carriles	6,8	4,2
Intermedio	Dos-carriles	8,5	5,3
Intermedio	Cuatro-carriles	8,5	5,3
Urbano	Dos-carriles	7,7	4,8
Urbano	Cuatro-carriles	7,9	4,9
Valor redondeado		8,0	5,0

Fuente: Manual de estudios de ingeniería de tránsito (Box, 1985).

El uso de la constante “K” depende del nivel de confiabilidad deseado (probabilidad de que la velocidad media, sea una estimación válida). Con frecuencia suele usarse 2,00 que proporciona un nivel de confiabilidad del 95,5%. Otros valores de esta constante y los niveles de confiabilidad correspondientes se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Constante correspondiente al nivel de confiabilidad.

Constante K	Nivel de confiabilidad %
1,00	68,3
1,50	86,6
1,64	90,0
1,96	95,0
2,00	95,5
2,50	98,8
2,58	99,0
3,00	99,7

Fuente: Manual de estudios de Ingeniería de tránsito (Box, 1985)

El error “E” permitido, en la estimación de la velocidad, depende de la precisión requerida en la estimación de su valor medio. Este valor puede fluctuar de $\pm 8,0$ km/h a $\pm 1,5$ km/h o menos aún.

El resultado de la ecuación proporciona el número mínimo de observaciones de velocidades de punto. Sin embargo, en ningún caso deben medirse menor de 30 velocidades de vehículos diferentes (Box, 1985)

Para nuestro caso de estudio, teniendo en cuenta que además de obtener la velocidad media se van a hallar los percentiles 15 y 85 usamos la Ecuación 2. con valores de $S=8$ km/h, $K=2,0$ que corresponde a un nivel de confiabilidad de 95,5%, un error $E= \pm 2,0$ km/h y una constante $U=1,04$.

$$N = \frac{\left(8 \frac{km}{h}\right)^2 \cdot (2,0)^2 \cdot (2 + 1,04^2)}{2 \cdot \left(2 \frac{km}{h}\right)^2} = 99 \text{ veh\u00edculos}$$

Si solo se desea hallar la velocidad media de la zona de estudio, el tamaño mínimo de la muestra a medir sería de:

$$N = \left(\frac{8 \frac{km}{h} \cdot 2,0}{2,0 \frac{km}{h}}\right)^2 = 64 \text{ veh\u00edculos}$$

Este valor nos indica el número mínimo de vehículos el cual es representativo para medir las velocidades respectivas, teniendo en cuenta el sentido. Dado que aproximadamente 100 vehículos son los mínimos, en campo se decidieron medir alrededor de 120 vehículos discriminando el tipo de vehículo.

4.8 MEDICIÓN DE VELOCIDAD ANTES Y DESPUÉS DE INSTALAR DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN EN LAS ZONAS ESCOLARES DE ESTUDIO

La velocidad vehicular es el elemento fundamental del ejercicio de medición. La idea del estudio es poder comparar las velocidades vehiculares mediante la implementación de la señalización y ciertos reductores de velocidad en las vías cercanas a cada uno de los colegios y lograr determinar el efecto de estos dispositivos.

El estudio se llevó a cabo con un radar, que es uno de los instrumentos más empleados actualmente para determinar velocidades puntuales. En este caso, se dispone de un Radar Falcon HR, como el que se muestra en la Imagen 19 el cual fue facilitado por la Pontificia Universidad Javeriana.

Imagen 19. Radar Falcon HR.



Fuente: http://kustomsignals.com/products/product/falcon_family.

La descarga de datos se realizó por medio del software Radar Data Loger, para lo cual es necesario contar con la herramienta de hardware necesaria, el formato de descarga que ofrece el software es archivo de texto (.txt), y los datos son arrojados como se muestran en la Imagen 20, indicando:

- En la primera fila: El serial del radar
- Segunda fila: Fecha en el siguiente orden: año, mes, día y hora
- Tercera fila: número de dato, velocidad y minuto correspondiente a la hora

Imagen 20. Ejemplo resultados arrojados por el software Radar Data Logger.

```

Radar Serial Number: 4986
  14 3 25 11
001 32 55
002 45 55
003 11 55
004 20 55
005 25 56
006 24 57
007 21 57
008 30 57
009 23 58
010 32 58
011 30 58
012 48 58
013 18 59
014 38 59
015 41 59
016 30 59

```

Fuente: Elaboración propia.

Se deben calcular los datos estadísticos correspondientes: Tamaño muestra, media, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y de asimetría, mínimo, máximo, mediana, moda, percentil 15 y 85. Estos valores son importantes porque dan una idea general sobre la velocidad típica de los vehículos en el momento de la toma de información.

Promedio se localiza generalmente, cerca del centro de distribución de los datos, la media aritmética o la media es la medida más común de la tendencia central; la mediana representa el valor medio de una serie de mediciones que se han jerarquizado en el orden de magnitud; la moda se define como aquel valor, o valor medio de clase, que ocurre con mayor frecuencia en la distribución de datos. (Box, 1985).

Dentro de la estadística descriptiva se tiene la dispersión o variabilidad de los datos muestreados y describe la variación o expansión de los valores observados. El rango depende significativamente, del tamaño de la muestra y se ve muy influenciado por las mediciones erráticas o excepcionales. La medida más importante de la variabilidad es la desviación estándar, esta aumenta en valor a medida que las observaciones se dispersan a mayores distancias de la media. (Box, 1985).

Si se toman dos muestras de datos de la misma población, probablemente habrá una diferencia entre los promedios de estas dos muestras. Esta diferencia sería debida sólo a casualidad y sujeta a las leyes de probabilidad. La prueba de significancia de las medias de dos poblaciones con variaciones desiguales, debe basarse en muestras grandes de 30 o más

observaciones para cada población. Una prueba estadística para cada esta situación se determina por medio de la fórmula siguiente:

Ecuación 3. Prueba de Significancia

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{N_1} + \frac{S_2^2}{N_2}}}$$

Fuente: Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito, (Box, 1985)

donde t : estadística de la distribución “ t ”

\bar{X}_n : media de las muestras

S_n : desviación estándar de las muestras

N_n : número de observaciones de las muestras.

El valor calculado de “ t ” se compara entonces, con el valor crítico de “ t ” (t_c), el valor de t_c se selecciona de acuerdo con el nivel de significancia establecido (infinito). Con frecuencia se escoge el valor de 0.05 para el nivel de significancia. ($t_c = 1.960$). Si el valor de “ t ” (ya sea positivo o negativo) es mayor que t_c entonces la diferencia entre las dos medias se considera como significativa y no debida a la casualidad. Cuando el valor calculado “ t ” (ya sea positivo o negativo) es menor que el valor crítico t_c la diferencia entre las dos medias se define como no significativa y debida sólo a la casualidad (Box, 1985).

Se estudio la magnitud de la asociación, para detreminar la relación entre variables que se podrian considerar unas dependientes de otras. De esta manera es necesario considerar la definición de riesgo, se define como la posibilidad de ocurrencia de un evento en salud (enfermedad, muerte, accidente o complicación), dentro del cual uno es la más alta probabilidad, y cero la más baja. Un factor de riesgo es una característica o circunstancia detectable en individuos o grupos, asociada con una probabilidad aumentada de sufrir un daño. Los factores de riesgo pueden ser tanto indicadores de riesgo, como causa de un evento. La asociación epidemiológica puede medirse dada la probabilidad de que un daño pueda presentarse en aquellos sujetos como uno o más factores de riesgo. En este caso se calcula el *Riesgo Relativo (RR)*, compara la probabilidad que tiene un grupo de población,

expuesta a un riesgo determinado, de sufrir una alteración (incidencia de expuestos), en comparación con el grupo de población sin el factor estudiado (incidencia de no expuestos). En la mayoría de los estudios analíticos se comparan dos variables cualitativas, dicotómicas: los sujetos están o no expuestos al factor (variable independiente) y, por lo tanto, pueden sufrir el evento o permanecer sanos (variable dependiente). (Lozano Poveda, 2012). Ver Tabla 12.

Tabla 12. Contingencia resultado o daño.

Variable Exposición	Variable Resultado	
	Presente	Ausente
Presente	a	b
Ausente	c	d

Fuente: Principios de Epidemiología, (Lozano Poveda, 2012).

Donde a: personas expuestas y con variable resultado; b: personas expuestas y sin variable resultado; c: personas no expuestas y con variable resultado; d: personas no expuestas y sin variable resultado.

Para calcular el riesgo relativo en un diseño prospectivo típico se conforman por lo menos, dos grupos distribuidos según la presencia o no de la variable de exposición.

Procedimiento: Se calcula el riesgo absoluto en cada grupo, es decir la probabilidad observada o calculada de los expuestos y no expuestos mediante la tasa de incidencia.

$a/a + b = I_e$: incidencia expuestos = riesgo con factor

$c/c + d = I_0$: incidencia no expuestos = riesgo sin factor

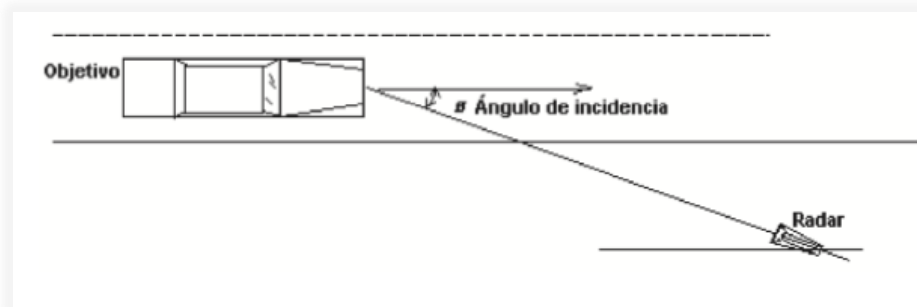
$[RR] = I_e / I_0$

Cuando el resultado del RR es igual o menor que uno, se interpreta como baja fuerza de asociación, entre el factor de riesgo y el evento esperado; y en caso de ser mayor que uno, se interpreta como la existencia de fuerza de asociación entre el riesgo y el efecto (Lozano Poveda, 2012).

Adicional, los datos se tomaron en el formato de velocidad puntual (Ver Anexo D), indicando el tipo de vehículo, la velocidad y el sentido, como base para poder diferenciar la velocidad de los distintos tipos de vehículo que transitan por la zona y poder caracterizarlos de manera individual.

Cabe anotar, que la velocidad medida por el radar es la del vehículo con respecto al medidor, pero ésta resulta menor con respecto a la vía. Esto sucede porque la distancia recorrida por el vehículo a lo largo de la vía es mayor que el cambio correspondiente en la distancia de éste al medidor. Por lo tanto debe corregirse este error dividiendo la velocidad entre el coseno del ángulo de incidencia, el cual es el que forma la visual del medidor al vehículo con la trayectoria del vehículo, como se muestra en la Imagen 21 . Esto no resulta fácil, ya que para que este ángulo no varíe hay que mantener fijo el instrumento, que en este caso no fue así, dado que debíamos siempre hacernos en lugares que no fueran visibles para el conductor y siempre tratando de mantener el radar escondido. De cualquier modo, se dice que si los ángulos son menores de 15° el error no es importante, por lo que siempre tratamos de mantener un ángulo pequeño y siempre manteniendo el instrumento en la misma posición y apuntando siempre a los vehículos en la parte trasera. Para este caso, se aproximó a un valor de 25° el ángulo en todos los colegios.

Imagen 21. Ángulo de incidencia entre la trayectoria del vehículo y la visual del radar.



Fuente: Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte. (Secretaría de Tránsito y Transporte Bogotá, 2005).

4.9 CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS USUARIOS

Es bien conocida la gran incidencia del factor humano (conductor o peatón) en el desencadenamiento de los accidentes, ya que en la inmensa mayoría de los accidentes se registra en algún momento un fallo humano (Peñalva y Jorgensen, 2006).

Para evaluar cuál es el comportamiento de los usuarios de la vía, se plantea una encuesta corta a implementar antes y después de la respectiva señalización dirigida a los estudiantes que transitan la zona y a conductores.

Para asegurar que la muestra sea estadísticamente significativa se aplicará la siguiente

ecuación para calcular el número mínimo de encuestas a realizar en peatones. (Torres y Paz, s.f)

Ecuación 4. Número mínimo de encuestas.

$$\text{Número de encuestas} = \frac{k^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{d^2(N - 1) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

Fuente: Tamaño de una muestra para una investigación de mercado. (Torres y Paz, s.f).

Donde N: tamaño de la población, para este estudio será el número de estudiantes en cada uno de los colegio

k: coeficiente asociado al nivel de confianza. (Ver Tabla 13)

Tabla 13. Valores de *k* más utilizados y sus niveles de confianza correspondientes.

Valor de k	1,2	1,3	1,4	1,7	1,96	2,24	2,6
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,5%	99%

Fuente: Tamaño de la muestra (Torres y Paz, s.f).

donde p: Probabilidad de éxito. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=0,5$, lo cual implica igual probabilidad de éxito y fracaso.

q: Probabilidad de fracaso, es decir, $1-p$. Se asume igual a 0,5.

d: Precisión o error máximo admisible en términos de proporción.

Como tamaño de la población se seleccionó el número de estudiantes para cada uno de los colegios, dado que no se realizaron aforos peatonales que nos permitan conocer el volumen de personas que transitan por cada una de las zonas. El valor de *k* seleccionado fue de 1,7 asociado a un nivel de confianza del 95% y un error máximo admisible del 5%, con una probabilidad de éxito y fracaso del 50% cada una.

Tabla 14. Número de encuestas a implementar en peatones por colegio.

	N (tamaño de la población)	Número de Encuestas
Colegio Mayor de Cundinamarca	4900	260
Centro Pinardi	50	45
Filadelfia para sordos	40	35
Colegio Heladía Mejía	1500	235
Colegio San Damián	200	120

Fuente: Elaboración propia.

Para las encuestas a aplicar en conductores, no se aplicó sobre una muestra estadísticamente significativa, dado que fue difícil lograr que los vehículos se detuvieran a responder. Por lo tanto se aplicó sobre los padres que se acercaban a recoger a sus hijos en cada uno de los colegios y algunos vehículos que se detenían para la aplicación de la encuesta.

A continuación se presenta el modelo de encuesta aplicado, y la justificación de cada una de las preguntas que se realizaron.

ENCUESTA DE COMPORTAMIENTO DE USUARIOS EN ZONAS ESCOLARES

Esta encuesta se ha diseñado con el objetivo de determinar el comportamiento de los usuarios (peatonales y conductores), que transitan por la zona escolar. Por favor contestar las siguientes preguntas:

1. Zona Escolar:

- Colegio Universidad Mayor de Cundinamarca
- Centro Educativo Pinar di
- Colegio Filadelfia para Sordos
- Colegio Distrital Heladia Mejía
- Colegio San Damián

2. Género

- Femenino
- Masculino

3. Rango de edad

- 10-15 años
- 16-20 años
- 21-30 años
- 31-40 años
- 41-50 años
- 51-60 años

4. ¿Cuándo está transitando / desplazándose por una vía, usted identifica en qué momento se encuentra en una Zona Escolar?

- Si
- No

5. ¿Qué precauciones tiene cuando conduce por una vía?

- Disminuir la velocidad
- Dar prioridad al paso de peatones
- Ceder el paso a rutas escolares
- No hace nada

6. ¿Qué precauciones tiene cuando transita por una vía?

- Camina por el andén
- Cruza por los pasos demarcados
- Corre al cruzar la vía
- No hace nada

7. ¿Considera que la instalación de la señalización es de utilidad?

- Si
- No

8. Califique el estado de la señalización en esta Zona Escolar de 1 a 5, seleccione 1 si se encuentra en mal estado y 5 en excelente estado.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Para la aplicación de la encuesta, el encuestador selecciona la zona escolar en la que se está realizando la misma, y se tienen en cuenta variables como:

Género y rango de edad, para establecer el género y las edades que transitan o se desplazan por las zonas de estudio, para determinar así, la población que probablemente se verá afectada con la ocurrencia de accidentes de tránsito.

Pregunta 4: ¿Cuando está transitando / desplazándose por una vía, usted identifica en qué momento se encuentra en una Zona Escolar?, con la opción de responder afirmativa (Si) o negativamente (No). Al aplicar esta pregunta, se pretendía determinar si los peatones y conductores reconocen las diferentes zonas de la ciudad y especialmente las zonas escolares.

Pregunta 5: ¿Qué precauciones tiene cuando conduce por una vía?, con la opción de respuesta múltiple: disminuir la velocidad, dar prioridad al paso de peatones, ceder el paso a rutas escolares o no hacer nada. Se pretendía comprender el comportamiento de los

conductores, cuando se encuentran conduciendo, para determinar si, toma o no las precauciones pertinentes, para asegurarse de su seguridad y la de los que lo rodean.

Pregunta 6: ¿Qué precauciones tiene cuando transita por una vía?, con la opción de respuesta múltiple: caminar por el andén, cruzar por los pasos demarcados, correr al cruzar la vía o no hacer nada. Al aplicar esta pregunta, se pretendía comprender el comportamiento de los peatones, cuando se encuentran transitando por la ciudad, de esta manera se podría percibir, si tienen o no educación en seguridad vial.

Pregunta 7: ¿Considera que la instalación de la señalización es de utilidad?, con la opción de responder afirmativo (Si) o negativo (No). El objetivo de esta pregunta, fue determinar, si los usuarios de las vías, observan o no la señalización y creen que es de gran ayuda para la seguridad vial tanto para ellos, como para las personas que los rodean.

Pregunta 8: Califique el estado de la señalización en esta Zona Escolar de 1 a 5, seleccione 1 si se encuentra en mal estado y 5 en excelente estado. A partir de esta pregunta se pretendió conocer la percepción de los usuarios en cuanto a la señalización que se encontraba en las cinco zonas de estudio, tanto antes como después de su implementación.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en el estudio descriptivo y las actividades llevadas a cabo para dar cumplimiento al objetivo general y los objetivos específicos.

5.1 ANÁLISIS DE ACCIDENTALIDAD A PARTIR DE LOS IPAT

Del total de eventos reportados (70) para las zonas escolares de estudio, se lograron recuperar 44 informes policiales, lo que corresponde a un 63% del total de los accidentes.

De acuerdo al análisis realizado en cada uno de los IPAT, puede decirse que la causa probable de ocurrencia de accidentes de tránsito más reportada en estos es “Otra – Sin establecer”, de los cuales 11 de los 44 IPAT registran este evento (25%), ya que al momento de diligenciar, las causas no se logran identificar claramente, puesto que este se implementa después de ocurridos los hechos, y por otro lado, los que registran la información difieren de las ya codificadas por el Ministerio de Transporte, por ello se va a realizar un análisis de acuerdo a la información que se pueda extraer de estos informes para cada una de las zonas escolares de estudio.

Del total de IPAT analizados, el 86% de los eventos se presentaron entre semana y solo el 14% se registraron durante el fin de semana. Así mismo, el mayor registro de eventos se dió durante las horas de la tarde (50%), el 20% correspondió a eventos durante la mañana y el otro 30% corresponde a eventos registrados en la noche. Sólo el 27% de los IPAT registrados presentan testimonios por parte de los implicados, pero en ninguno se manifiestan testimonios de terceras personas.

En su mayoría los eventos reportados de accidentalidad para las cinco zonas de estudio, fueron choques, correspondientes al 81% de los eventos presentados. El 19% restante corresponde a atropellos, de los cuales solo el 11% fueron reportados en los IPAT y de estos el 80% corresponden a imprudencia por parte del peatón, con causas establecidas como no mirar a lado y lado de la vía para cruzar, o invadiendo la calzada vehicular.

El porcentaje más alto de clases de vehículos, para las zonas de estudio, fue el automóvil, seguido de las motocicletas; dado el crecimiento en el parque automotor de este tipo de vehículos.

Se determinó que la edad y el género son factores que tienen gran influencia en la accidentalidad vial, las edades para las cinco zonas de estudio estuvieron entre los 26 y los 55 años de edad, y a su vez se presentó que el género que más se ve involucrado en estos accidentes es el masculino, dado a que se tiene un mayor número de hombres expuestos.

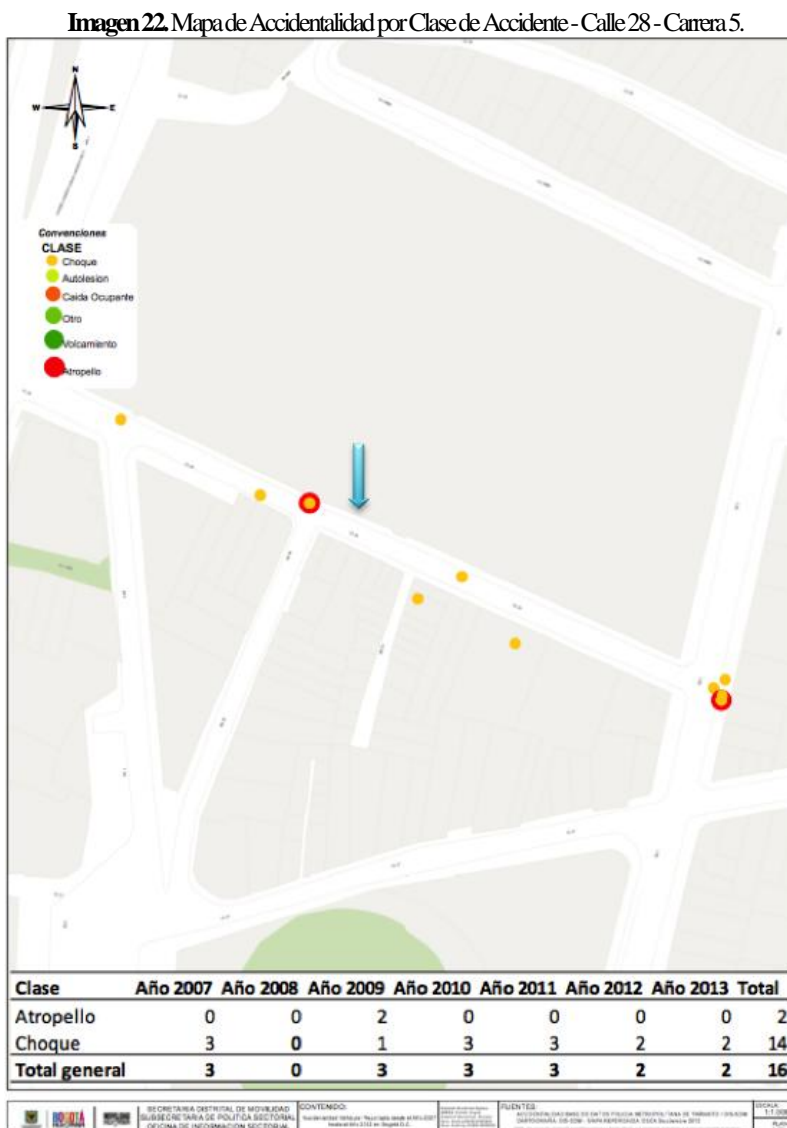
Las conductas de los conductores son comunes en cuanto a: sobrepasar el límite de velocidad, no respetar las señales de circulación, adelantar inadecuadamente y no tener una percepción del riesgo, el 41% del total de los IPAT registran imprudencia por parte del conductor. Adicional, el 23% obedece a la desobediencia de las señales de tránsito.

Otro factor que influye de manera directa en la ocurrencia de accidentes de tránsito son las condiciones climáticas y de visibilidad, ya que estas tiene directa influencia sobre los conductores y peatones, la infraestructura y el vehículo, cuando las condiciones del clima son fuertes (lluvias y/o aguaceros), las características de la vía y del vehículo cambian, y de igual manera el comportamiento de los usuarios, ya que se ven enfrentados a condiciones que generan una percepción del peligro más alta de la que habitualmente perciben. Para las zonas de estudio, se observó que las condiciones climáticas fueron normales, es decir para estos casos no influyó el clima en la accidentalidad, y en cuanto a la visibilidad no se encontró registro en los IPAT revisados.

El objetivo consistió en realizar un análisis de la accidentalidad observando la información registrada en los IPAT, pero éstas bases de datos no tienen información muy clara en cuanto a la ocurrencia del evento y las hipótesis de causa probable; la información de las bases de datos de accidentalidad, en su gran mayoría tiene comentarios como “SIN INFORMACIÓN” lo cual fue de gran dificultad para poder determinar los factores que se asocian con la accidentalidad vial. Ver Anexo E.

Se presentan los mapas de accidentalidad por clase y las tablas de información de los diferentes IPAT recuperados para cada zona:

Imagen 22. Mapa de Accidentalidad: Calle 28 entre las Carreras 5 y 6, para el período comprendido entre 2007 y 2013, se reportó un total de 16 accidentes de tránsito, de los cuales solo se pudo obtener el IPAT para 11 casos, los cuales fueron registrados entre los años 2009 a 2013.



Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad.

La tendencia de la accidentalidad en la zona de estudio, no varía a lo largo de los años, pero 3 de los 16 accidentes reportados, sucedieron en el 2007, año para el cual no se logró obtener IPAT, de los otros años se lograron obtener 2 de los 3 accidentes (2009, 2010) y

para los años 2011, 2012 y 2013 se obtuvo IPAT de todos los accidentes reportados, ver Imagen 22.

Para los 11 IPAT recuperados, se tiene la información de la Tabla 15, obtenida de los informes que diligenciaban las autoridades competentes y de la base de datos de accidentalidad para los años entre 2009 y 2013.

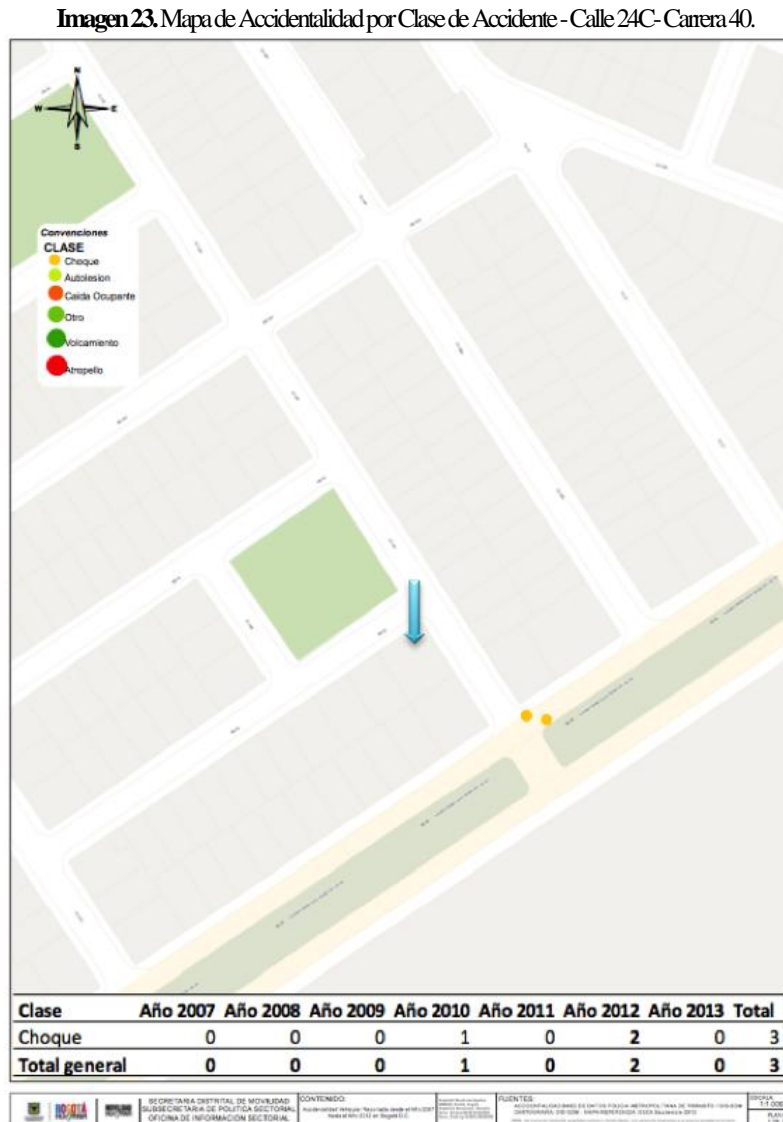
Tabla 15. Información IPAT – Base de datos de accidentalidad 2009–2013.

Nº	FORMULARIO IPAT	GRAVEDAD	CLASE	AÑO	DESCRIPCIÓN	COD. HIPÓTESIS CAUSAL
1	A00572343	Con Heridos	Atropello	2009	SIN INFORMACIÓN	409 Peatón: Cruzar sin observar, no mirara a lado y lado de la vía para atravesarla
2	A00479823	Con Heridos	Atropello	2009	Vehículo se fuga, dejando herido a un peatón que se encontraba durmiendo en la entrada del parqueadero.	411 Peatón: Otras.
4	A00722780	Solo Daños	Choque	2010	Motocicleta golpea a vehículo que gira, sin señal por la Calle 28 para entrar a un parqueadero.	157 Conductores: Otras.
5	A00795162	Solo Daños	Choque	2010	Camioneta escolar no conserva la distancia, chocando en la parte trasera al vehículo particular.	157 Conductores: Otras.
6	A00803193	Solo Daños	Choque	2011	SIN INFORMACIÓN	121: Conductores: No mantener distancia de seguridad.
7	A0876320	Solo Daños	Choque	2011	Vehículo golpea a otro, en un doble carril, que se reduce a uno, sin tomar la medida respectiva para poder pasar.	121: Conductores: No mantener distancia de seguridad.
8	A0996069	Con Heridos	Choque	2011	SIN INFORMACIÓN	103: Adelantar cerrando.
3	A0569395	Solo Daños	Choque	2012	SIN INFORMACIÓN	145: Arrancar sin precaución.
9	A007004	Solo Daños	Choque	2012	Vehículo taxi, emprende fuga, después de golpear en parte izquierda a la moto.	157 Conductores: Otras.
10	A1249639	Con Heridos	Choque	2013	SIN INFORMACIÓN	098: Transitar entre vehículos. / 152: Dejar o recoger pasajeros en sitios no demarcados.
11	A1243355	Solo Daños	Choque	2013	Camión invade el carril derecho, ocasionando colisión contra un vehículo.	103: Adelantar cerrando.

Fuente: Elaboración propia. Datos Secretaria Distrital de Movilidad.

La información de la Tabla 15, evidencia que en la mayoría de los casos, en los que se presenta el IPAT, los que diligencian estos, anotan que la hipótesis de causa es “OTRA”, o simplemente no se registraba información, haciendo difícil el entendimiento del accidente por parte de un tercero, generando confusión del mismo y dificultad para su análisis.

Imagen 23. Mapa de Accidentalidad: zona comprendida entre la Carrera 40 y Carrera 43 sobre la Calle 24C, para el periodo comprendido entre 2007 y 2013 se reportaron 3 accidentes de tránsito, de los cuales solo fue posible recuperar 1 IPAT para el año 2010.



Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad.

La accidentalidad en esta zona de estudio es muy baja, durante el periodo de tiempo comprendido entre el 2007 a 2013, solo se registraron 3 accidentes, 1 en el 2010 y 2 en el 2012, ver Imagen 23.

Para el único IPAT recuperado, se tiene la información de la Tabla 16, obtenida del informe que diligenciaban las autoridades competentes y de la base de datos de accidentalidad para el año 2010.

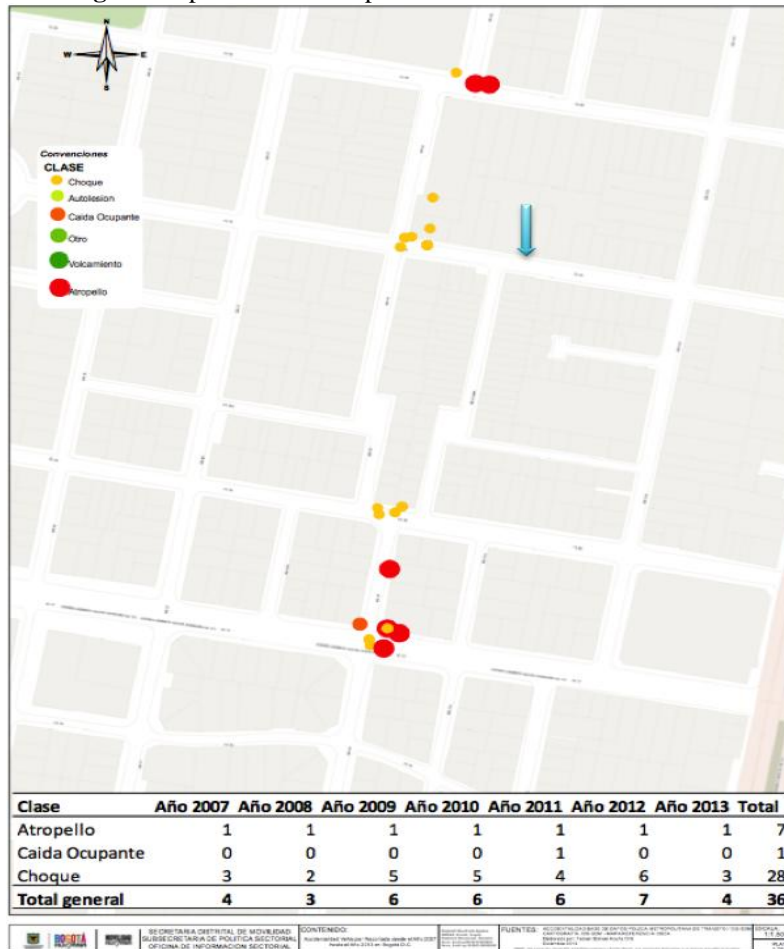
Tabla 16. Información IPAT – Base de datos de accidentalidad 2009 – 2013.

Nº	FORMULARIO IPAT	GRAVEDAD	CLASE	AÑO	DESCRIPCIÓN	COD. HIPÓTESIS CAUSAL
1	A00799064	Solo Daños	Choque	2010	SIN INFORMACIÓN	132: Conductores: No respeta prelación.

Fuente: Elaboración propia. Datos Secretaria Distrital de Movilidad.

El mapa de accidentalidad por clase, Imagen 24. muestra que alrededor de la zona escolar de estudio, Calle 57 a 60 entre la Carrera 14 y 17; se han presentado 36 accidentes de tránsito, de los cuales fue posible obtener 21 accidentes reportados con IPAT, entre los años 2008 a 2013.

Imagen 24. Mapa de Accidentalidad por Clase de Accidente - Calle 59 - Carrera 14A.



Fuente: Secretaria Distrital de Movilidad.

La accidentalidad en la zona de estudio, del años 2008 al 2009 se duplicó, de 3 a 6 respectivamente, pero se mantuvo en los mismos 6 registros durante tres años, para el 2012, se incrementó en 1 accidente, pero para el 2013, se vio la reducción, pasando de 7 a 4 accidentes, ver Imagen 24.

Para los 21 IPAT recuperados, se tiene la información de la Tabla 17, obtenida de los informes que diligenciaban las autoridades competentes y de la base de datos de accidentalidad para los años entre 2008 a 2013.

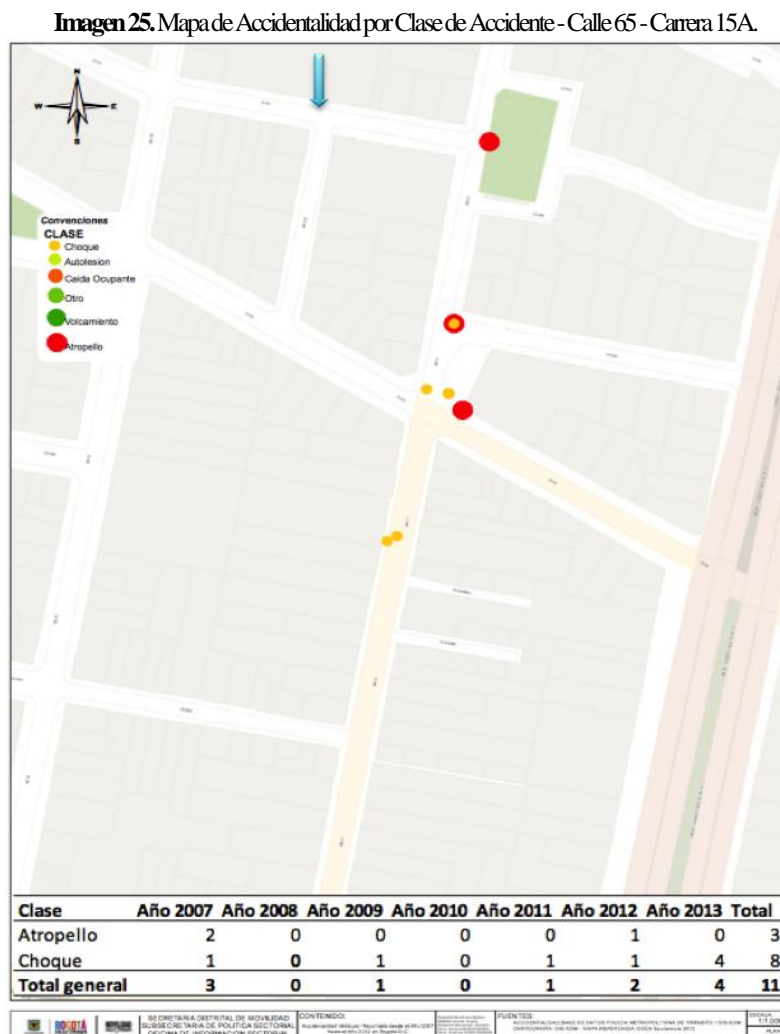
Tabla 17. Información IPAT – Base de datos de accidentalidad 2009 – 2013.

Nº	FORMULARIO IPAT	GRAVEDAD	CLASE	AÑO	DESCRIPCIÓN	COD. HIPÓTESIS CAUSAL
1	A00406512	Solo Daños	Choque	2008	Taxi golpea a una motocicleta por la parte trasera.	121: Conductores: No mantener distancia de seguridad.
2	A00790515	Con Heridos	Choque	2010	Choque de un vehículo con una motocicleta, sin más información.	121: Conductores: No mantener distancia de seguridad.
3	A00792087	Solo Daños	Choque	2010	Choque de vehículo a vehículo estacionado.	133: Conductores: Subirse al andén o vías peatonales.
4	A00793879	Solo Daños	Choque	2010	SIN INFORMACIÓN	103: Conductores: Adelantar cerrando.
5	A00719419	Solo Daños	Choque	2010	Carro choca con otro carro, por adelantarlo, sin más información.	103: Conductores: Adelantar cerrando.
6	A00726004	Con Heridos	Choque	2010	Motocicleta gira inadecuadamente a la izquierda.	157: Conductores: Otra.
7	A00801865	Con Heridos	Choque	2010	No maniobra bien ante una situación de peligro, chocando contra una vivienda.	157: Conductores: Otra.
8	A0992451	Solo Daños	Choque	2011	SIN INFORMACIÓN	121: Conductores: No mantener distancia de seguridad.
9	A0875279	Solo Daños	Choque	2011	SIN INFORMACIÓN	112: Conductores: Desobedecer señales o normas de tránsito.
10	A0940928	Solo Daños	Choque	2011	SIN INFORMACIÓN	157: Conductores: Otra.
11	A0991035	Solo Daños	Choque	2011	SIN INFORMACIÓN	121: Conductores: No mantener distancia de seguridad.
12	A1055297	Con Heridos	Atropello	2012	SIN INFORMACIÓN	404: Peatón: Transitar por la calzada de vehículos.
13	A1057363	Con Heridos	Choque	2012	Vehículo no hace señal de PARE, ocasionando choque.	112: Conductores: Desobedecer señales o normas de tránsito.
14	A1058432	Solo Daños	Choque	2012	Vehículo no hace señal de PARE, ocasionando choque.	112: Conductores: Desobedecer señales o normas de tránsito.
15	A1060287	Solo Daños	Choque	2012	SIN INFORMACIÓN	133: Conductores: Subirse al andén o vías peatonales.
16	A1063090	Solo Daños	Choque	2012	Vehículo público invade carril, golpeando al otro vehículo	157: Conductores: Otra.
17	A1108815	Solo Daños	Choque	2012	Taxi cierra al vehículo, ocasionando choque.	103: Conductores: Adelantar cerrando.
18	A0018139	Solo Daños	Choque	2013	Choque entre dos vehículos, en intersección semaforizada, alguno de los dos no realizo el pare.	157: Conductores: Otra.
19	A1249182	Con Heridos	Choque	2013	Atropello de peatón en estado de embriaguez.	410: Peatón: Cruzar en estado de embriaguez
20	A1424155	Con Heridos	Choque	2013	SIN INFORMACIÓN	112: Conductores: Desobedecer señales o normas de tránsito.
21	A1425160	Solo Daños	Choque	2013	SIN INFORMACIÓN	121: Conductores: No mantener distancia de seguridad.

Fuente: Elaboración propia. Datos Secretaría Distrital de Movilidad.

La información de la Tabla 17, evidencia que en la mayoría de los casos, en los que se presenta el IPAT, los que diligencian estos, anotan que la hipótesis de causa es “OTRA”, seguida de no mantener distancia de seguridad entre vehículos. Estas hipótesis son diligenciadas por los agentes encargados, que muchas veces se basan en los testimonios otorgados por los implicados o terceros que se basan en hechos que en ocasiones no narran lo que realmente ocurrió.

El mapa de accidentalidad por clase, Imagen 25. muestra que alrededor de la zona escolar de estudio, Calle 63 a 65 sobre la Carrera 15; se han presentado 11 accidentes de tránsito, de los cuales fue posible obtener 8 accidentes reportados con IPAT, entre los años 2011 a 2013.



Fuente: Secretaria Distrital de Movilidad.

La accidentalidad en la zona de estudio, no se considera alta, pero cabe anotar que a medida que pasan los años, las cifras de accidentalidad aumentan, pasa de 1 accidente en el 2011 a 4 accidentes en el 2013, ver Imagen 25.

Para los 8 IPAT recuperados, se tiene la información de la Tabla 18, obtenida de los informes que diligenciaban las autoridades competentes y de la base de datos de accidentalidad para los años entre 2011 a 2013.

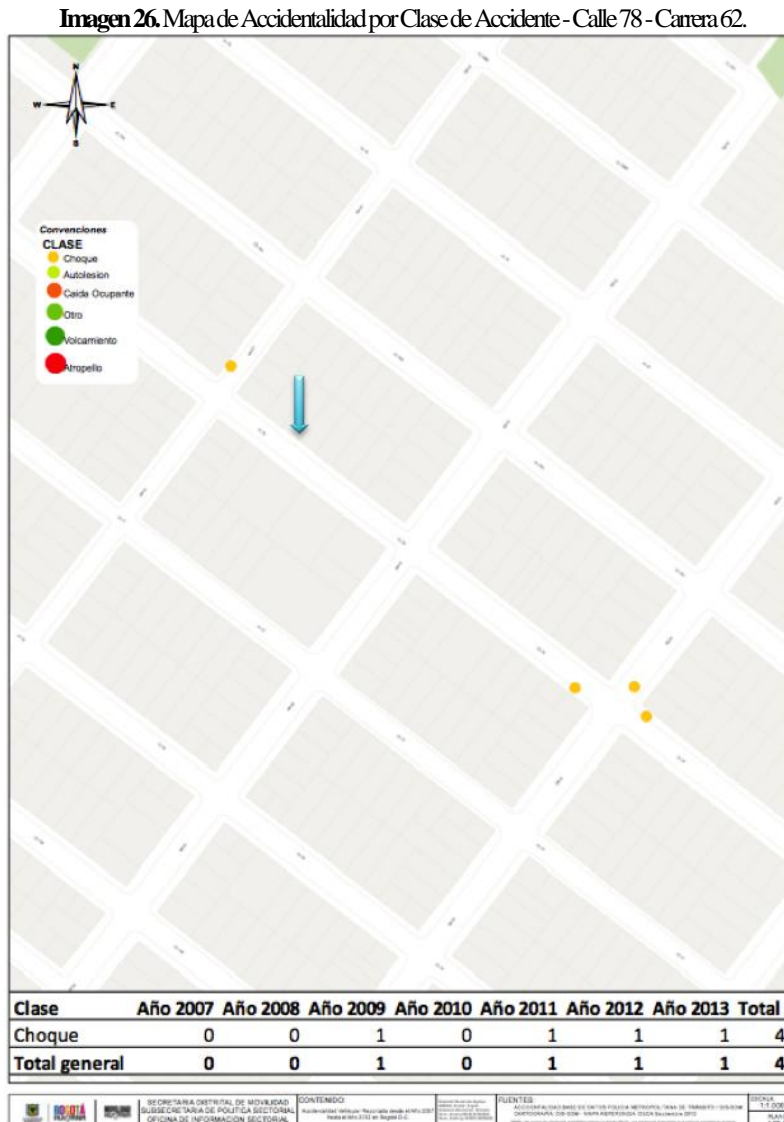
Tabla 18. Información IPAT – Base de datos de accidentalidad 2009–2013.

Nº	FORMULARIO IPAT	GRAVEDAD	CLASE	AÑO	DESCRIPCIÓN	COD. HIPÓTESIS CAUSAL
1	A0936183	Con Heridos	Choque	2011	SIN INFORMACIÓN	112: Conductores: Desobedecer señales o normas de tránsito.
2	A1101311	Solo Daños	Choque	2012	Los vehículos que chocaron, no mantiene la distancia de seguridad pertinente.	121: Conductores: No mantener distancia de seguridad.
3	A1104575	Con Heridos	Atropello	2012	SIN INFORMACIÓN	133: Conductores: Subirse al andén o vías peatonales.
4	A0014880	Solo Daños	Choque	2013	Vehículo furgón golpea a vehículo por la parte trasera.	157: Conductores: Otra.
5	A1386488	Con Heridos	Atropello	2013	Motocicleta no hace el PARE, atropellando a un peatón.	407: Peatón: Pararse sobre la calzada, invadiendo zona vehicular.
6	A1244961	Con Heridos	Choque	2013	El vehículo hizo caso omiso de la señal de PARE	112: Conductores: Desobedecer señales o normas de tránsito.
7	A1247107	Solo Daños	Choque	2013	SIN INFORMACIÓN	112: Conductores: Desobedecer señales o normas de tránsito.
8	A1302734	Con Heridos	Choque	2013	SIN INFORMACIÓN	157: Conductores: Otra.

Fuente: Elaboración propia. Datos Secretaría Distrital de Movilidad.

La información de la Tabla 18, evidencia que en la mayoría de los casos, en los que se presenta el IPAT, los que diligencian estos, anotan que la hipótesis de causa es desobedecer las señales de tránsito, seguido de invadir el espacio que no le es correspondiente tanto a los vehículos como a los peatones.

Se presenta el mapa de accidentalidad por clase Imagen 26, para la zona comprendida entre la Carrera 61 a 63 sobre la Calle 78, para los años entre 2007 y 2013, reportando los accidentes de tránsito para los diferentes años, como se observa fueron 4 los accidentes, de los cuales solo para 3 de estos se pudo recuperar los IPAT, entre los años 2009 a 2013.



Fuente: Secretaria Distrital de Movilidad.

La accidentalidad vial, para esta zona de estudio es baja, como se observa en la Imagen 26, solo se han presentado eventos de accidentalidad en los años 2009, 2011, 2012 y 2013 cada año con un solo evento.

Para los 3 IPAT consultados, se tiene la información de la Tabla 19, obtenida de los informes que diligenciaban las autoridades competentes y de la base de datos de accidentalidad para los años entre 2011 y 2013.

Tabla 19. Información IPAT – Base de datos de accidentalidad 2009 – 2013.

Nº	FORMULARIO IPAT	GRAVEDAD	CLASE	AÑO	DESCRIPCIÓN	COD. HIPÓTESIS CAUSAL
1	A0938803	Solo Daños	Choque	2011	SIN INFORMACIÓN	112: Conductores: Desobedecer señales o normas de tránsito.
2	A1106548	Solo Daños	Choque	2012	SIN INFORMACIÓN	112: Conductores: Desobedecer señales o normas de tránsito.
3	A1243984	Con Heridos	Choque	2013	Vehículo no repeta la señal de PARE, y el otro vehículo transita en contravía.	112: Conductores: Desobedecer señales o normas de tránsito.

Fuente: Elaboración propia. Datos Secretaría Distrital de Movilidad.

La información de la Tabla 19, evidencia que en todos los casos, en los que se presenta el IPAT, los que diligencian estos, anotan que la hipótesis de causa es desobedecer señales o normas de tránsito, esto hace inferir que si debe existir la señalización vial pertinente, pero lo que ocurre es que los conductores y peatones no atienden a estas, ocasionando los eventos de accidentalidad.

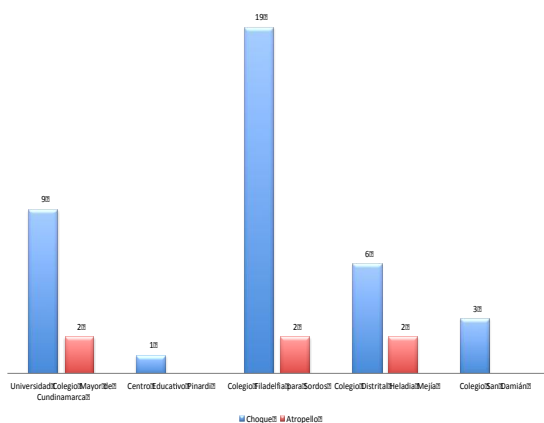
La información registrada en los IPAT permite, determinar una serie de factores de riesgo, que se ven asociados a la accidentalidad en las cinco zonas escolares de estudio.

Se encontró que para la mayoría de los IPAT, de las zonas escolares, la clase de accidente reportada estuvo entre choque y atropello. El 86% de la información registrada en los IPAT, fue choque, seguido de atropello con el 14% de registros.

Existen en el IPAT otras clases de accidentes de las cuales para estas zonas de estudio no se tenían registros como lo son: volcamiento, caída ocupante, incendio y otro.

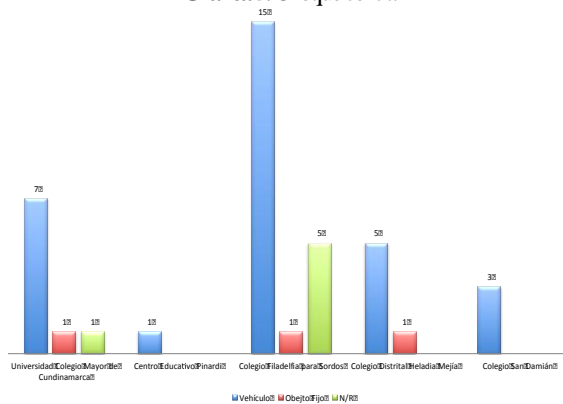
Por otro lado se encontró que el choque se dió contra otro vehículo (78%), seguido de objeto fijo con un 8% y para este caso se encontró también que no fue diligenciado contra que ocurrió el choque, superando el porcentaje de objeto fijo, es decir no respondió 15%.

Gráfica 4. Clase de Accidente



Fuente: Elaboración propia. Datos IPAT – Secretaría Distrital de Movilidad.

Gráfica 5. Choque contra



Fuente: Elaboración propia. Datos IPAT – Secretaría Distrital de Movilidad.

En la Gráfica 4 y 5, muestra la distribución por clase de accidente y choque contra: para las diferentes zonas de estudio:

En Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca se evidencia que 9 de los 11 accidentes, fue choque, que según la información del IPAT la hipótesis causal fue otra, estos choques en su mayoría, se presentaron contra vehículos, 11 de los accidentes, 7 fueron contra vehículos. Atropello es la segunda clase de accidente más frecuente, con una cifra de 2 ocurrencias, los atropellos en este caso fueron a peatones, uno de ellos a una joven de 17 años, la causa probable: peatón cruza sin observar, no mirar a lado y lado de la vía para atravesarla, y para el otro caso atropello a un hombre de 31 años, con información acerca de vehículo culpable en fuga.

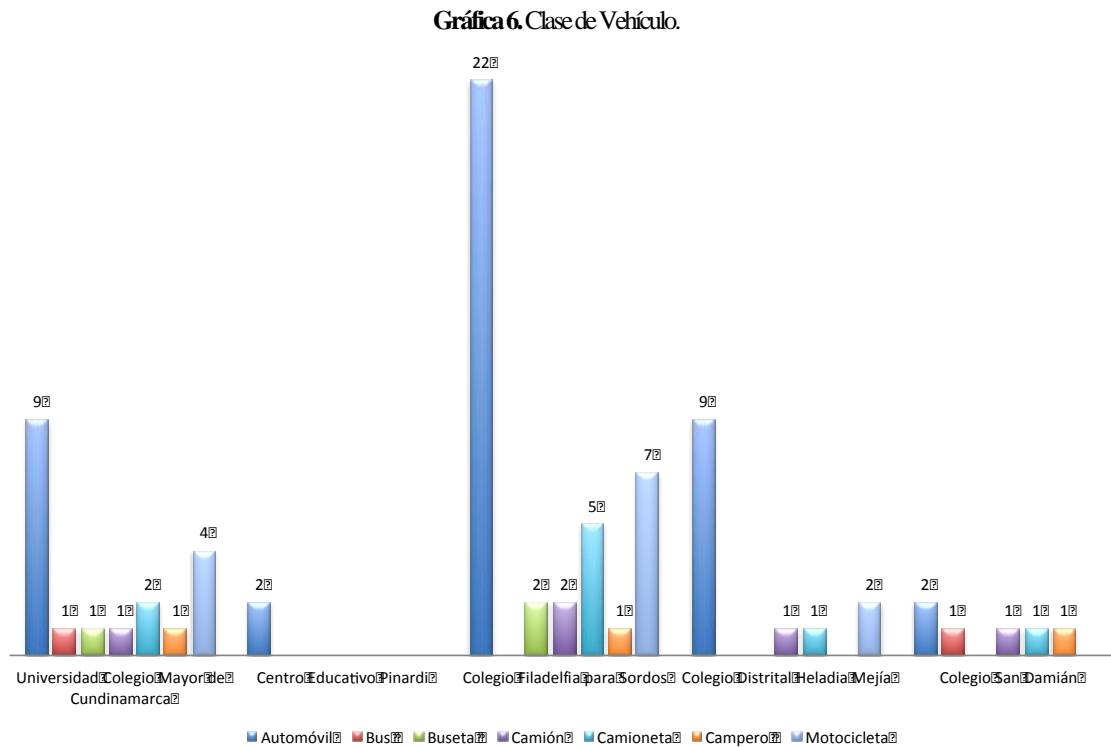
Para el Centro Educativo Pinardi, el accidente de tránsito que ocurrió en el 2010 fue un choque, entre dos vehículos automóviles, uno de servicio público y el otro oficial, la accidentalidad es baja en esta zona ya que el uso del suelo es principalmente residencial, es decir el tránsito tanto de vehículos, como de personas es muy bajo a lo largo del día.

En Colegio Filadelfia para Sordos, 19 de los 21 accidentes, son de tipo choque, estos choques en su mayoría, se presentaron contra vehículos (15 en total); atropello es la segunda clase de accidente más frecuente, con una ocurrencia de 2 incidentes, cifra que es

baja, considerando que la zona de estudio, tiene amplio tráfico de peatones, por ser una zona residencial – escolar.

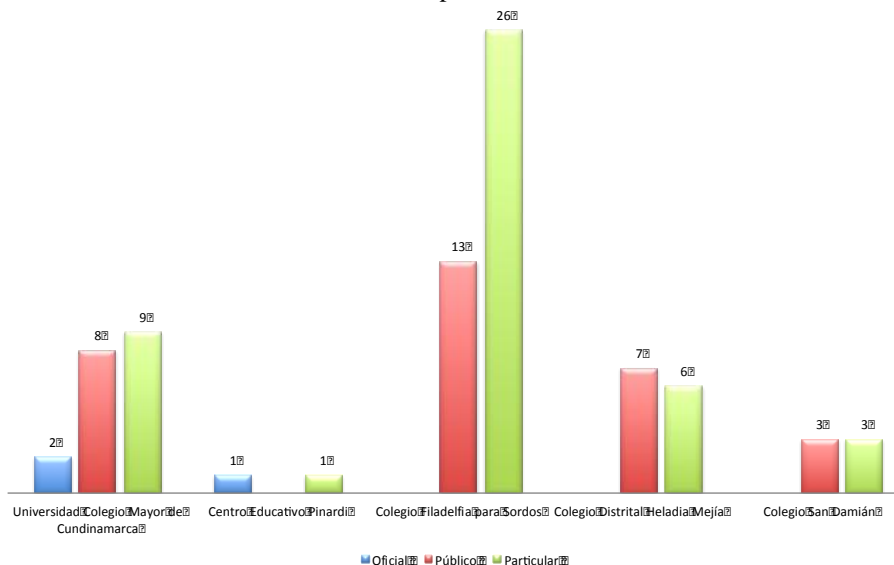
Para el Colegio Distrital Heladia Mejía, se muestra que, 6 de los 8 accidentes, son de tipo choque, estos choques se presentaron contra vehículos, y tan solo 1 con un objeto fijo en este caso un poste; atropello es la segunda clase de accidente más frecuente, con una cifra de 2 incidentes, considerada baja, teniendo en cuenta que la zona de estudio tiene amplio tráfico de peatones, por ser una zona comercial – escolar.

Otro factor importante para este análisis es, la participación por clase de vehículo para cada accidente, y el tipo de servicio de este, en las Gráfica 6 y 7, se muestra estas, distribuido para cada zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia. Datos IPAT – Secretaría Distrital de Movilidad.

Gráfica 7. Tipo de Servicio



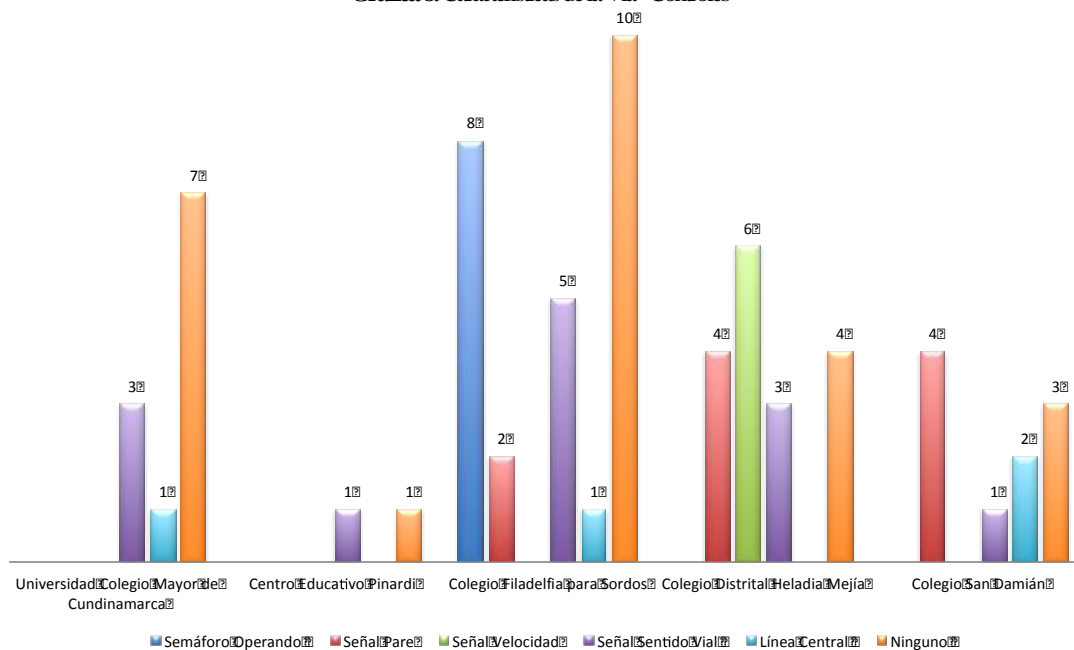
Fuente: Elaboración propia. Datos IPAT – Secretaría Distrital de Movilidad.

En las Gráficas 6 y 7, se puede observar que la clase de vehículo que predomina en todas las zonas de estudio es el automóvil con un 55% de participación, seguido de las motocicletas con un 16%, así las motocicletas presentan un porcentaje bajo, estas se presentan como uno de los principales factores de ocurrencia de accidentes de tránsito, debido a su rápido crecimiento dentro del parque automotor en la ciudad, y así mismo la imprudencia y no obediencia vial de los conductores. De igual manera se resalta que los vehículos que se vieron involucrados en los accidentes de tránsito en los diferentes entornos escolares, su gran mayoría eran de servicio particular (56%), seguido de vehículos de servicio público con una participación del 39%.

Los IPAT, tiene la posibilidad de registrar toda clase de vehículos, para estas zonas escolares no se registraron vehículos como bicicletas, volquetas, tracto camiones entre otros.

Para este estudio en específico, es importante analizar, los controles que existían en el lugar de los hechos, cuando ocurrió el accidente para cada una de las zonas de estudio, en la Gráfica 8, se muestra los diferentes controles en cuanto a señalización vial, distribuidas en las cinco zonas de estudio.

Gráfica 8. Características de la Vía - Controles



Fuente: Elaboración propia. Datos IPAT – Secretaría Distrital de Movilidad.

De la Gráfica 8, se puede determinar que la casilla que más diligencian los agentes encargados de llenar los IPAT, fue ninguna con un participación del 38% del total de los IPAT recuperados, pero esta información no es correctamente diligenciada, ya que existe la posibilidad de registrar, todo en cuanto a señalización vial, y por descuido de los oficiales, esta información no se encuentra. Se tuvo de igual manera un registro de otros controles, tales como semáforo operando (12%), señal de pare (15%), señal de velocidad (9%), señal sentido vial (20%) y línea central (6%). En cada zona se determinó de acuerdo a la información registrada en los IPAT lo siguiente:

Para la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca se observa que 7 de los agentes encargados de diligenciar los IPAT, vieron que no se encontraba ninguna señal de control de tránsito, lo cual puede generar una hipótesis en la ocurrencia de los accidentes en esta zona, seguido de la señal sentido vial con una cifra de 3, y uno que otro registro sobre las demarcaciones existentes sobre la vía.

En el Centro educativo Pinardi, solo se encontró 1 registro de señal de pare SR-01 y 1 registro de señal de sentido vial SR-38.

Para el Colegio Filadelfia para Sordos se observa que 10 de los agentes encargados de diligenciar los IPAT, vieron que no se encontraba ninguna señal de control de tránsito, lo cual puede generar una hipótesis en la ocurrencia de los accidentes en cuanto a la no adecuada o nula señalización en la zona, seguido de semáforo operando con 8 registros, lo cual genera la hipótesis del no funcionamiento del semáforo, cuando ocurrieron los otros accidentes.

En el Colegio Distrital Heladia Mejía, se puede observar que el mayor control que se registra en esta zona es la señal de velocidad (6 registros), SP-30; señal que debe ir en zonas escolares, seguido de la señal de pare (4 registros) SR-01, señal que debe ir en los cruces de intersecciones, que no están semaforizadas.

Y por último en el Colegio San Damián, se pudo determinar de acuerdo a los IPAT, el registro de 4 en señales de pare SR-01.

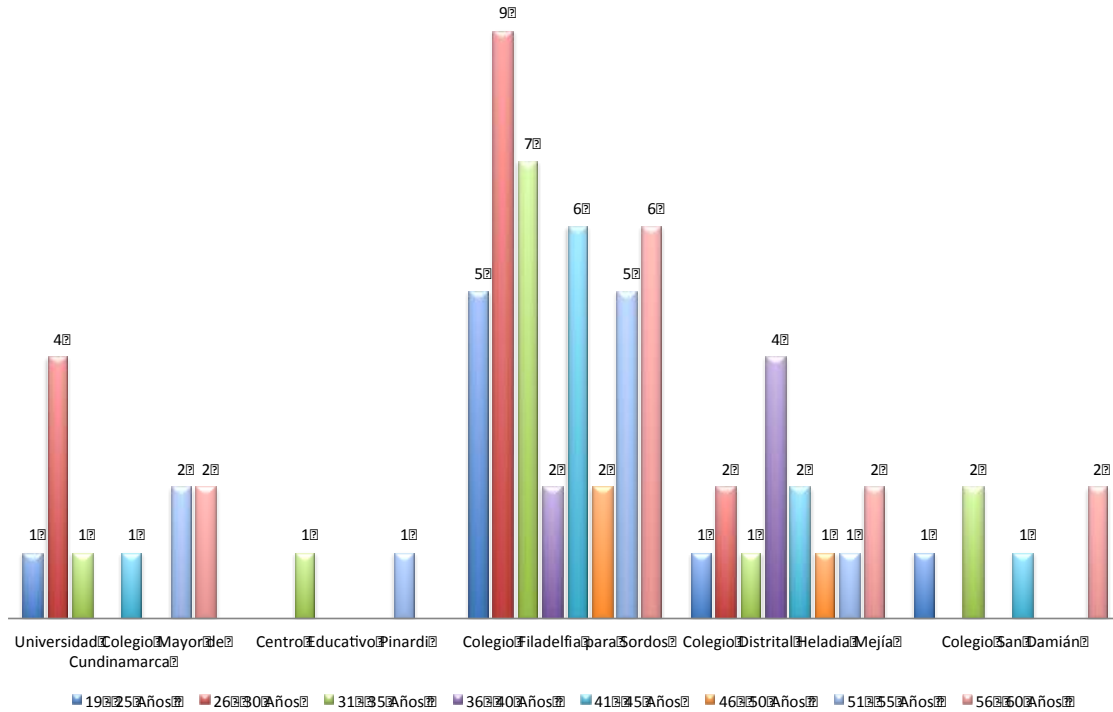
Otro factor importante en la ocurrencia o no de accidentes de tránsito es el clima, en este caso en específico en los diferentes IPAT consultados, para las cinco zonas escolares de estudio, se observó que los accidentes reportados, ocurrieron en condiciones climáticas normales, es decir no se encontraban condiciones de deslizamiento o dificultad para frenar cuando ocurrieron los hechos.

Otra información que se puede rescatar de la base de datos de accidentalidad, es información acerca de los conductores, como la edad y el sexo; factores importantes en la ocurrencia de accidentes de tránsito, como se observa a continuación en las Gráficas 9 y 10, para cada zona escolar.

El rango de edad que más se registró fue 26 – 30 años con un porcentaje del 20% con respecto a los otros rangos, seguido de 31 – 35 años y 56 – 60 años (16%), esto infiere en que las edades se encuentran en un rango de “supuesto” conocimiento y responsabilidad frente a la seguridad vial. Por otro lado el género masculino presenta el 88% de participación y el femenino tan solo el 12%, es decir los que más se ven involucrados en los accidentes de tránsito son los hombres, ya que estos son en su mayoría los que conducen un vehículo.

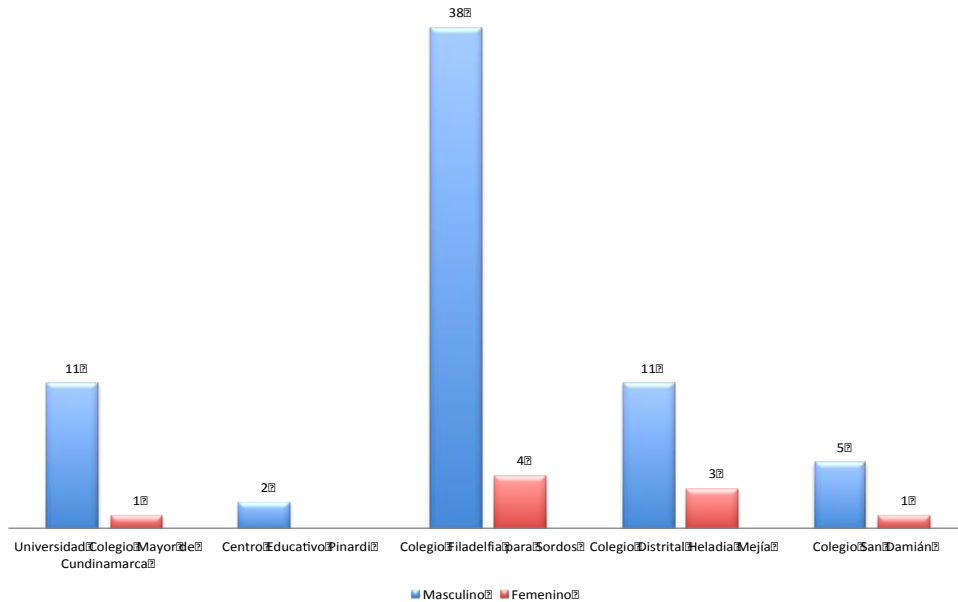
Para cada zona escolar se tienen los siguientes datos:

Gráfica 9. Rango de Edades - Conductores



Fuente: Elaboración propia. Datos IPAT – Secretaria Distrital de Movilidad.

Gráfica 10. Género – Conductores



Fuente: Elaboración propia. Datos IPAT – Secretaria Distrital de Movilidad.

Para la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca se puede inferir que los rangos de edades de los conductores en su mayoría están entre los 26 a 30 años de edad, lo cual evidencia que entre los años 2009 a 2013, no se han presentado accidentes donde se vean involucrados menores de edad, de igual manera sobresale el género masculino en la ocurrencia de accidentes. Esto hace inferir que el género femenino, es más responsable en las vías, ya sea como conductor y/o peatón.

Para el Centro Educativo Pinardi, se observó que la edad de los conductores, implicados en el choque son 35 y 55 años respectivamente y de género masculino, edades óptimas y en buen estado, para conducir con los cinco sentidos.

En el Colegio Filadelfia para Sordos se puede inferir que los rangos de edades de los conductores en su mayoría están entre los 26 a 30 años de edad (9 registros), lo cual evidencia que entre los años 2008 a 2013, no se han presentado accidentes donde se vean involucrados menores de edad, pero si se presenta un registro considerable en las edades que están entre 18 a 25 años (5), las edades entre 31 a 35 años presentan un registro de 7 implicados. De igual manera sobresale el género masculino en la ocurrencia de accidentes.

En el Colegio Distrital Heladia Mejía se observó que de igual manera para esta zona las edades de los conductores se encuentran en su mayoría en el rango de 36 a 40 años (4 registros), seguido de 26 a 30 años y 55 a 60 años, cada uno con 2 registros. Y de nuevo el género masculino es el que sobresale en la ocurrencia de accidentes de tránsito, pudiendo inferir que los hombres jóvenes no tienen responsabilidad en cuanto a seguridad vial y accidentalidad.

Y por último para el Colegio San Damián, para estos 3 eventos las edades se encuentran entre 31 a 35 años y 55 a 60 años, con 2 registros cada una, y siendo de nuevo el género masculino el que se ve involucrado en los accidentes de tránsito evaluados.

5.2 COMPARACIÓN DE VELOCIDAD ANTES Y DESPUÉS DE LA SEÑALIZACIÓN EN LAS ZONAS ESCOLARES DE ESTUDIO

El estudio realizado en las diferentes zonas escolares de la ciudad de Bogotá, la cual se basó en la toma y procesamiento de la información de los cinco colegios en estudio, fueron atendidos en horas de la mañana y tarde en días típicos (entre semana) y en un día atípico (sábado). En el siguiente capítulo se muestran los resultados obtenidos de las velocidades puntuales medidas antes y después de la implementación de la señalización vial, como uno de los factores más influyentes para el análisis del estudio.

Para ver los datos de mediciones vehiculares puntuales para cada una de las zonas escolares Ver Anexo F.

5.2.1 Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Las mediciones de velocidad en la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, se realizaron durante los siguientes días:

- Antes: Lunes 31 Marzo 2014 y Sábado 29 Marzo 2014
- Después: Miércoles 16 Julio 2014 y Sábado 19 Julio 2014

Los resultados estadísticos de muestran resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 20. Resumen Análisis Estadístico – Calle 28 (E-W)

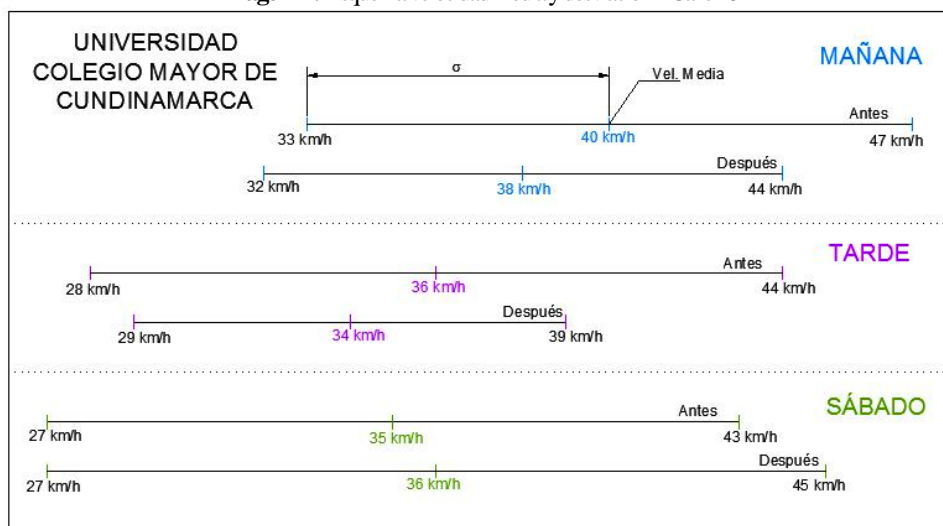
UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA (E-W)	Mañana		Tarde		Sábado	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Tamaño de la muestra	109	120	117	115	128	120
Velocidad media (km/h)	40	38	36	34	35	36
Varianza	46	35	58	24	60	79
Desviación estándar	7	6	8	5	8	9
Coef. Variación	17%	16%	21%	14%	22%	25%
Coef. Asimetría	0,43	-0,17	0,11	0,16	0,21	0,22
Mínimo	25	22	20	23	19	13
Máximo	58	47	53	50	60	64
Mediana	38	36	34	34	33	33
Moda	41	30	35	35	41	39
Perc. 15	31	28	25	27	25	25
Perc. 85	46	43	43	37	41	38
% Todos sobrepasan 30 km/h	94%	83%	74%	75%	72%	79%
% Autos sobrepasan 30 km/h	95%	83%	68%	75%	59%	82%
% Motos sobrepasan 30 km/h	100%	83%	71%	100%	57%	50%

Fuente: Elaboración propia

Se pueden observar los datos de velocidad media que para un día y una jornada en particular este resultado aumenta o disminuye respecto al medido antes de la implementación de la señalización vial, pero este resultado no nos dice nada.

Durante la mañana para un día típico, se encontró una disminución del 7% en el cambio de la velocidad media, cambio que es estadísticamente significativo y que se considera que no se dió simplemente por el azar, pero esto no significa que la diferencia sea grande o importante. Para esta misma jornada, se alcanzan las mayores velocidades, factor que se puede asociar con el afán de los usuarios de la vía en dirigirse a sus lugares de estudio y de trabajo. Los resultados de la desviación (σ) para cada una de las jornadas se muestra en la Imagen 27, este dato permite establecer cuanto varían los datos por encima o por debajo de la media, es decir, se pueden tener velocidades mayores o menores; la imagen nos permite establecer gráficamente que el efecto generado por las bandas de estoperoles como reductores de velocidad no varía de cuando estos estaban implementados, dados las altas desviaciones que hay de los datos, las velocidades medidas antes pueden ser las mismas que se midieron después en cualquier momento.

Imagen 27. Esquema velocidad media y desviación—Calle 28



Fuente: Elaboración propia

En cuanto al coeficiente de asimetría, se encuentra que antes durante la mañana se presenta una asimetría positiva, es decir, los datos se mueven a partir de la media hacia la izquierda,

y después la concentración de los datos se presenta hacia la derecha, encontrándose por lo tanto mayores datos de velocidades a partir de la media.

Durante las mediciones realizadas en la tarde, se presenta una disminución de la velocidad en una proporción equivalente al 5%, siendo este cambio estadísticamente significativo. Para las mediciones de antes y después se encontró una asimetría positiva, es decir, una mayor concentración de datos mayores a la velocidad media. Además, se presenta una mayor dispersión de los datos medidos antes que los medidos después de la señalización.

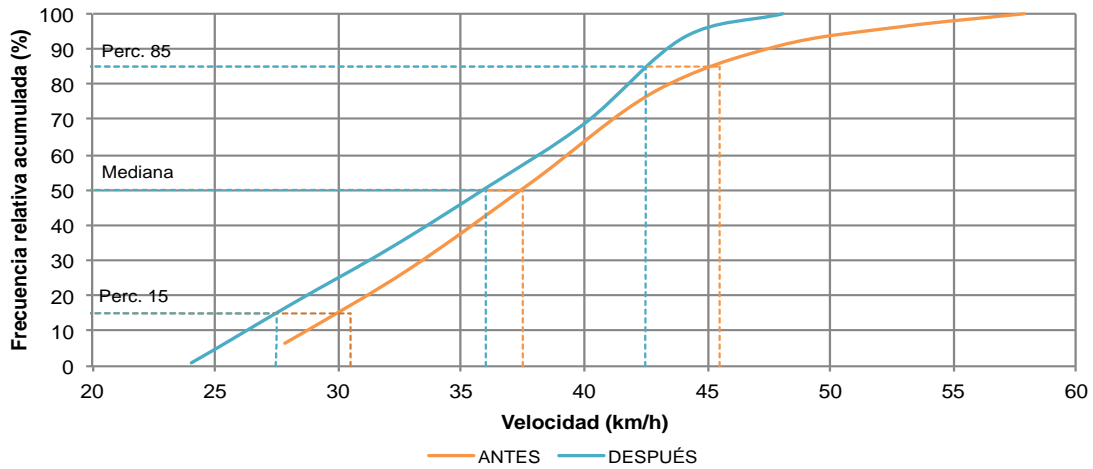
Durante el sábado se presenta un aumento de la velocidad que representa un 2% y no se considera estadísticamente significativo. La concentración de los datos se presenta hacia la derecha de la media, con valores mayores que sobrepasan el límite de velocidad. La variación de los datos es la misma medida antes y después, por lo cual se presenta una similitud entre las velocidades medias.

Podemos observar que durante todas las mediciones la velocidad media se encuentra por encima de la velocidad máxima permitida en la zona, dado que la infraestructura vial se los permite y se presenta una pendiente negativa alta que favorece que se presenten altas velocidades, encontrando valores de hasta 60 km/h con porcentajes que van desde el 70% al 94% de vehículos que sobrepasan el límite permitido. Siendo esto un factor crítico encontrado en el estudio que permite poner en duda la efectividad y el debido cumplimiento que se le está dando a la señalización.

En cuanto a la máxima velocidad de operación, el percentil 85, se encuentra que durante todas las mediciones dio en promedio 41 km/h encontrándose 37% por encima de la máxima velocidad permitida de circulación en la zona que es de 30 km/h. La mínima velocidad de operación en promedio para todas las jornadas evaluadas dio en promedio 27 km/h siendo este muy cercano al límite de velocidad reglamentado. En la Tabla 19. se observa que son las motos en este caso quienes sobrepasan más el límite de velocidad permitido, dadas las condiciones de la vía que se lo permiten.

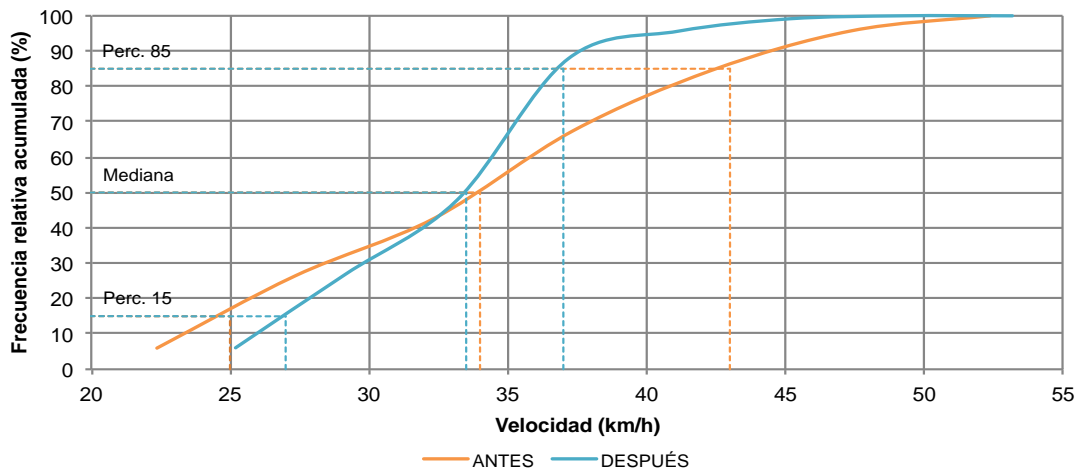
Se muestra la distribución de frecuencias acumuladas comparativas de antes y después para cada una de las jornadas de medición. Nos permite observar de forma gráfica la ocurrencia en proporción de cierto dato de velocidad.

Gráfica 11. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 28 (E-W) Jomada Mañana
MAÑANA

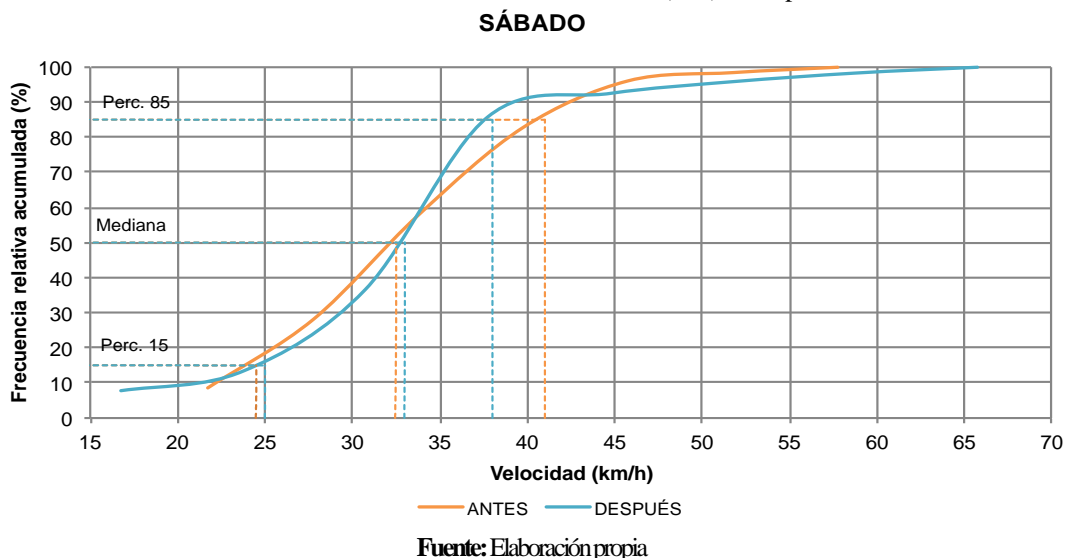


Fuente: Elaboración propia

Gráfica 12. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 28 (E-W) Jomada Tarde
TARDE



Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 13. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 28 (E-W) Día Atípico – Sábado

5.2.2 Centro Educativo Pinardi

Las mediciones de velocidad en el Centro Educativo Pinardi, se realizaron durante los siguientes días:

- Antes: Martes 25 Marzo 2014 y Sábado 29 Marzo 2014
- Después: Viernes 18 Julio 2014 y Sábado 19 Julio 2014

Los resultados estadísticos de muestran resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 21. Resumen análisis estadístico – Calle 24C (E-W).

CENTRO EDUCATIVO PINARDI (E-W)	Mañana		Tarde		Sábado	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Tamaño de la muestra	137	109	115	109	107	105
Velocidad media (km/h)	31	33	32	32	33	36
Varianza	42	17	56	26	54	94
Desviación estándar	6	4	7	5	7	10
Coef. Variación	21%	13%	23%	16%	23%	27%
Coef. Asimetría	0,75	0,57	0,07	0,13	0,55	-0,06
Mínimo	20	22	17	20	19	18
Máximo	55	46	49	45	55	61
Mediana	28	32	30	31	30	35
Moda	33	32	33	35	30	39
Perc. 15	23	28	23	26	23	23
Perc. 85	35	36	40	35	38	43
% Total sobrepasan 30 km/h	50%	72%	54%	63%	55%	72%
% Autos sobrepasan 30 km/h	47%	72%	54%	62%	55%	75%
% Motos sobrepasan 30 km/h	73%	71%	44%	83%	54%	54%

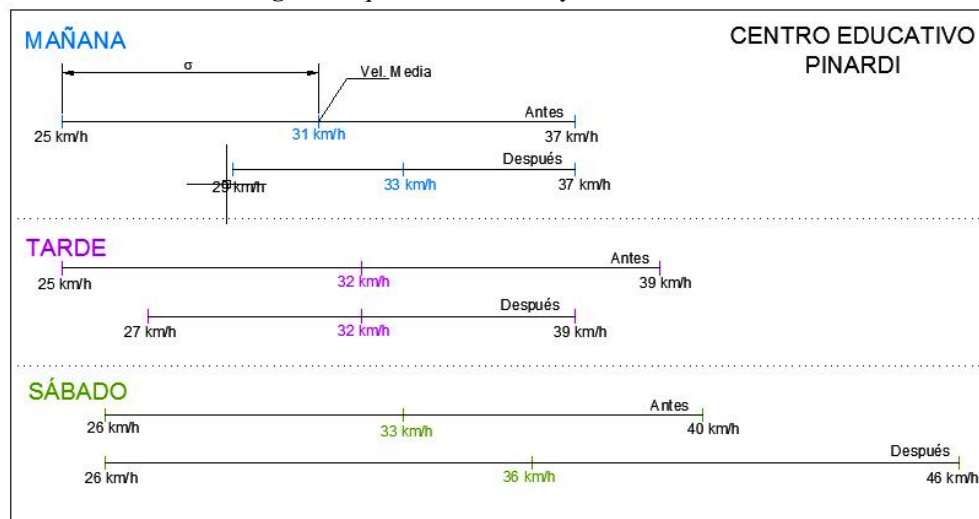
Fuente: Elaboración propia

Durante la mañana en un día considerado típico, se encontró un aumento en la velocidad media como comparativo en el antes y el después del 7%, siendo este un cambio estadísticamente significativo. En este caso, la velocidad máxima de operación, es decir la que solo el 15% de los usuarios deciden sobrepasar es en promedio de 35,5 km/h, el cual se encuentra muy cercano al máximo límite de velocidad permitido, sin embargo el porcentaje de los vehículos que sobrepasan este límite sigue siendo aún bastante relevante siendo estos del 50% y 72% en promedio para antes y después respectivamente. Siendo las motos con un alto porcentaje los más dados a sobrepasar el límite de velocidad.

Todos los datos medidos tienden a moverse hacia la derecha de la velocidad media y se presenta una mayor variación entre los datos medidos antes que los medidos después.

Durante las mediciones realizadas en la tarde, el cambio de las velocidades media fue de cero, no representó ningún cambio la implementación de la señalización que se dio para los datos tomados. Pero aún se sigue presentando un alto porcentaje de vehículos que sobrepasan el límite de velocidad, aun mayor después de que se señala la zona.

Imagen 28. Esquema velocidad media y desviación—Calle 24C



Fuente: Elaboración propia

El sábado, la velocidad media aumentó en un 11% siendo este un cambio estadísticamente significativo, lo cual deja ver que los vehículos deciden acelerar cuando se encuentran en frente de una banda de estoperoles para sentir menos la vibración generada en el carro. Antes de la implementación la concentración de los datos se presentan a la izquierda de la

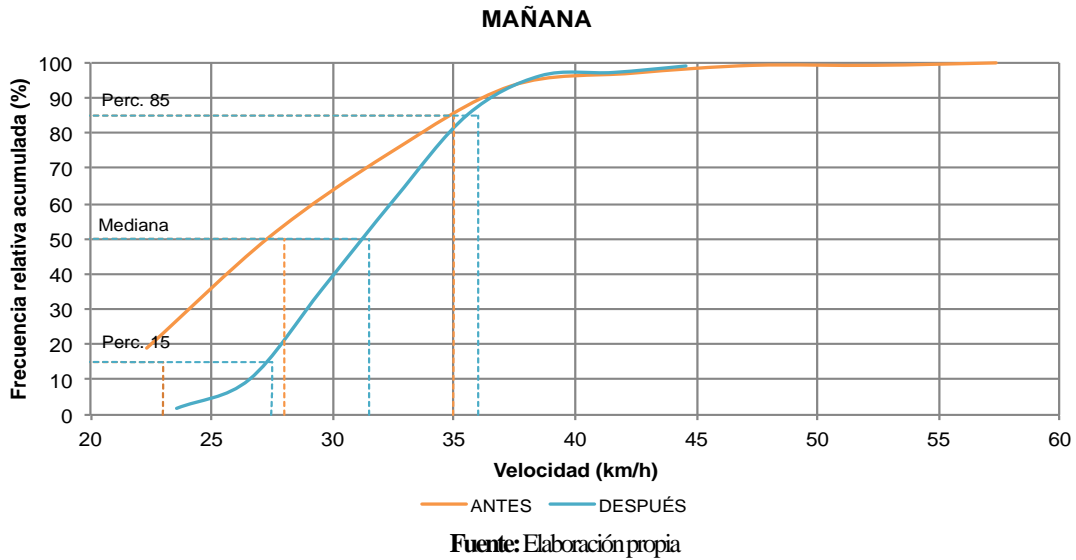
media, es decir, por debajo de 33 km/h; después de señalizado la concentración de los datos medidos se encuentran a la derecha de la velocidad media, con valores mayores a 36 km/h. La tendencia de los datos antes de la implementación varían en 7 km/h por encima o por debajo de la señalización y después de señalizado la variación es de 10 km/h por encima o por debajo de la velocidad media, tal como se puede observar en la Imagen 28, estas desviaciones (σ) son valores altos que permite observar que los datos medidos antes de la implementación pueden ser los mismos en cualquier momento después de señalizada la zona para las diferentes jornadas. Se encontró que el porcentaje de vehículos que sobrepasan el límite de velocidad máximo permitido es mayor después de señalizado, hecho que se ve reflejado en el aumento de la velocidad media medido.

Para esta zona en particular se encuentran velocidades medias muy cercanas al límite de velocidad máximo permitido el cual se puede asociar con ser una zona residencial y al mismo tiempo, las mediciones se vieron afectadas por un factor externo que fue la construcción de un edificio aledaño a la vía que afectaba la velocidad de los vehículos con el parqueo en vía y la entrada y salida de volquetas constante.

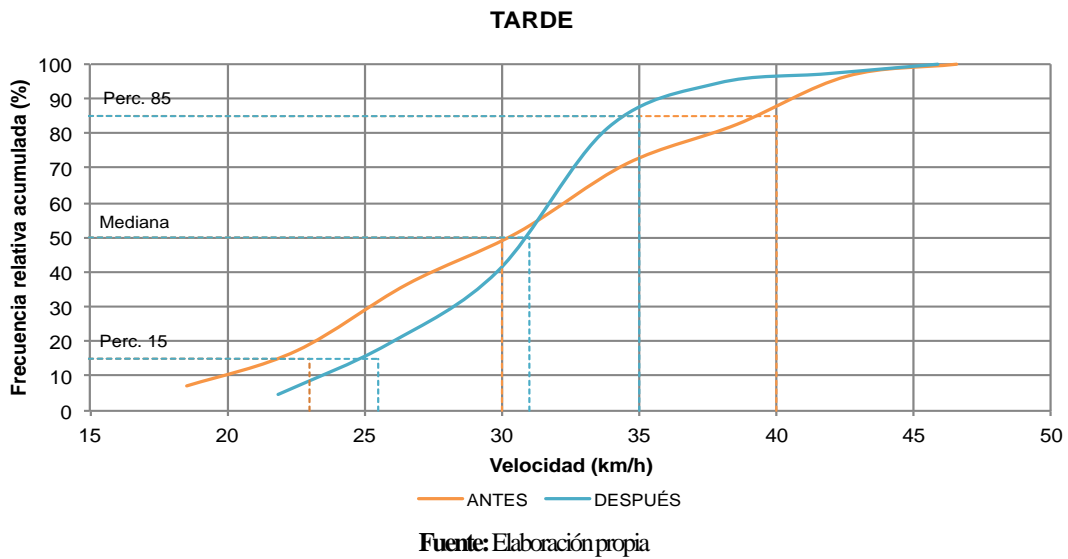
Durante el sábado se presenta un aumento de la velocidad que representa un 2% y no se considera estadísticamente significativo. La concentración de los datos se presenta hacia la derecha de la media, con valores mayores que sobrepasan el límite de velocidad. La variación de los datos es la misma medida antes y después, por lo cual se presenta una similitud entre las velocidades medias.

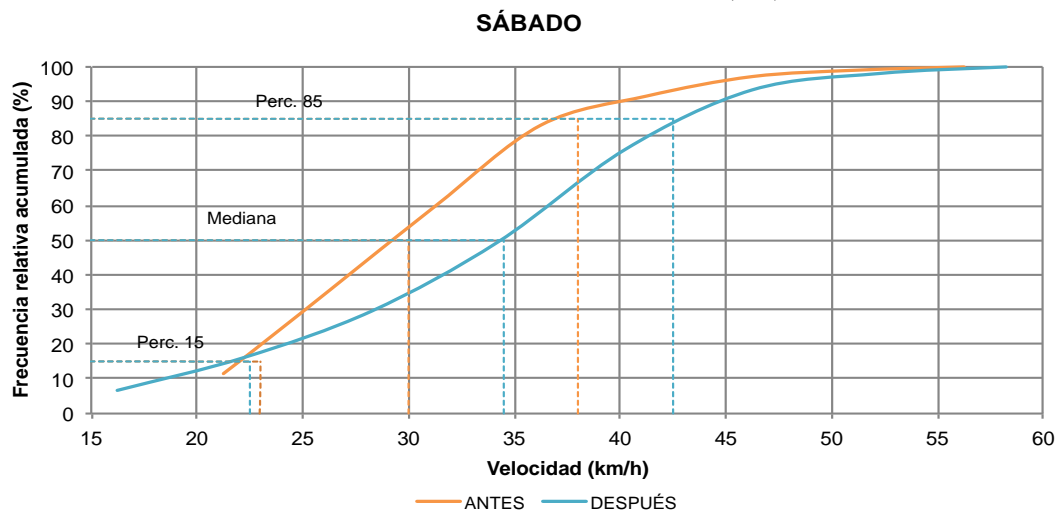
En las Gráficas 14-15-16. Se muestra la distribución de frecuencias acumuladas comparativas de antes y después para cada una de las jornadas de medición. Nos permite observar de forma gráfica la ocurrencia la proporción de vehículos que supera o respeta cierta velocidad.

Gráfica 14. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 24C (E-W) Jornada Mañana.



Gráfica 15. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 24C (E-W) Jornada Tarde



Gráfica 16. Distribución de frecuencia acumulada –Calle 24C (E-W) Sábado

5.2.3 Colegio Filadelfia para Sordos

Las mediciones de velocidad en el Colegio Filadelfia para Sordos, se llevaron a cabo durante los siguientes días:

- Antes: Miércoles 26 Marzo 2014 y Sábado 29 Marzo 2014
- Después: Lunes 21 Julio 2014 y Sábado 19 Julio 2014

El resumen del análisis de los datos estadístico se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22. Resumen análisis estadístico –Calle 59 (E-W)

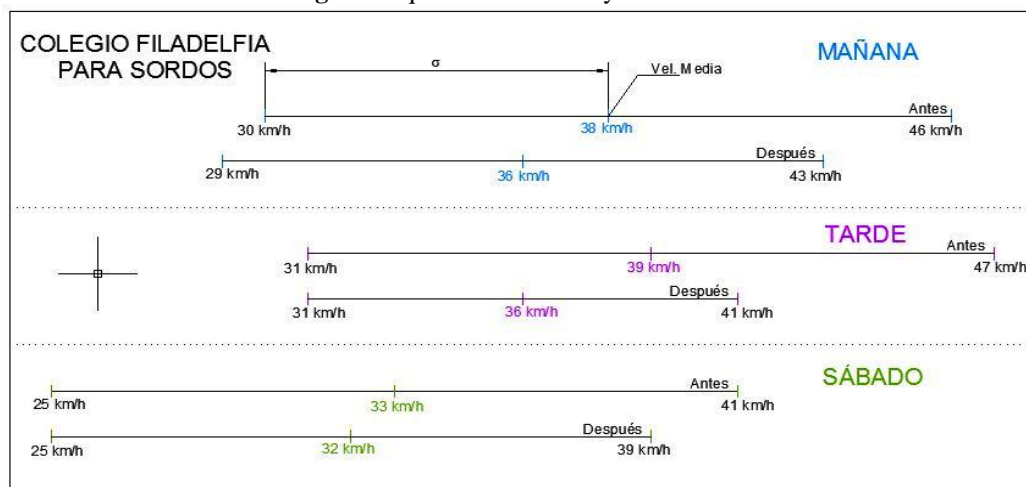
COLEGIO FILADELFIA PARA SORDOS (E-W)	Mañana		Tarde		Sábado	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Tamaño de la muestra	144	107	139	113	128	106
Velocidad media (km/h)	38	36	39	36	33	32
Varianza	58	48	58	24	63	47
Desviación estándar	8	7	8	5	8	7
Coef. Variación	20%	20%	19%	14%	24%	21%
Coef. Asimetría	0,00	-0,05	-0,03	0,26	0,75	-0,37
Mínimo	20	18	19	24	20	14
Máximo	60	53	59	53	63	46
Mediana	36	33	38	34	30	31
Moda	40	35	43	35	38	33
Perc. 15	28	27	29	30	23	23
Perc. 85	45	42	45	39	38	39
% Todos sobrepasan 30 km/h	85%	81%	88%	86%	64%	63%
% Autos sobrepasan 30 km/h	86%	84%	90%	86%	66%	63%
% Motos sobrepasan 30 km/h	75%	56%	81%	86%	38%	67%

Fuente: Elaboración propia

Siendo la velocidad el foco del estudio, se tiene para este caso en particular una disminución de las velocidades en proporciones del 8%, 10% y 2% para las mediciones de la mañana, tarde y los sábados respectivamente, las dos primeras representan un cambio estadísticamente significativo, pero no necesariamente es un cambio grande o importante; el cambio de la velocidad media medido los sábados no es significativo para el estudio. Las variaciones de los datos medidos están muy cercanos, lo cual quiere decir que no se presenta una dispersión entre datos antes y después. Entre los valores medidos de velocidad se encuentra que los máximos se encuentran muy por encima del límite máximo permitido en zonas escolares, el cual se ve reflejado en el alto porcentaje de vehículos que sobrepasan la velocidad, como se observa en la Tabla 22, y al mismo tiempo se refleja en el percentil 15, que para el caso de la mañana dió como resultado antes 28 km/h y después 27 km/h, es decir, que el 85% de los conductores deciden transitar a velocidades mayores que las ya mencionadas, superando el límite máximo en la zona. Para este caso en particular son los autos quienes más deciden sobrepasar el límite de velocidad permitido, superando en la mayoría de las ocasiones a las motos.

La Imagen 29. permite establecer gráficamente la velocidad media y la desviación (σ) de cada una de las jornadas antes y después de la implementación de la señalización. Dado que se tienen altos valores de desviación, se puede constituir que los datos medidos antes de la señalización en cualquier pueden ser los mismos medidos después y por lo tanto la banda de estoperoles no está generando efecto alguno en la velocidad.

Imagen 29. Esquema velocidad media y desviación – Calle 59

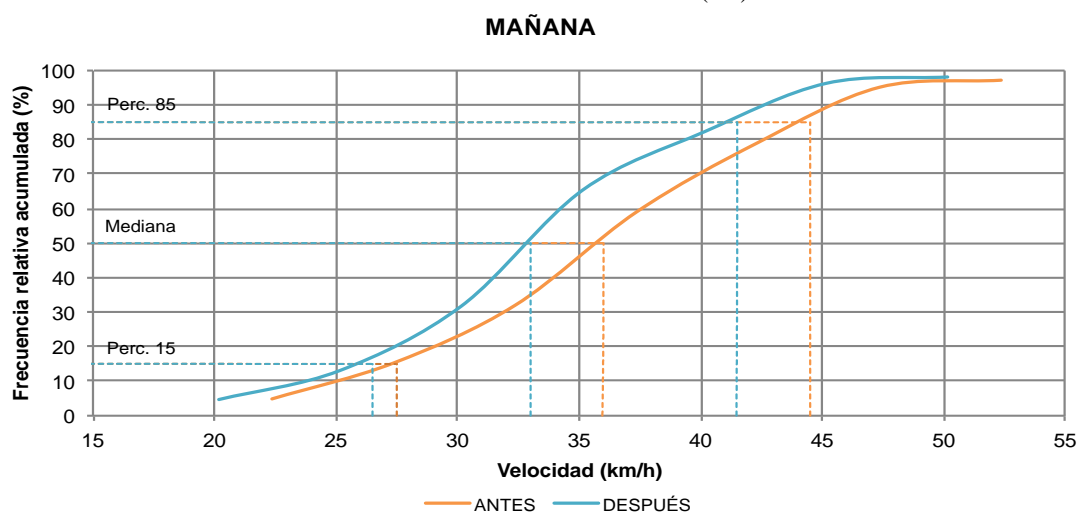


Fuente: Elaboración propia

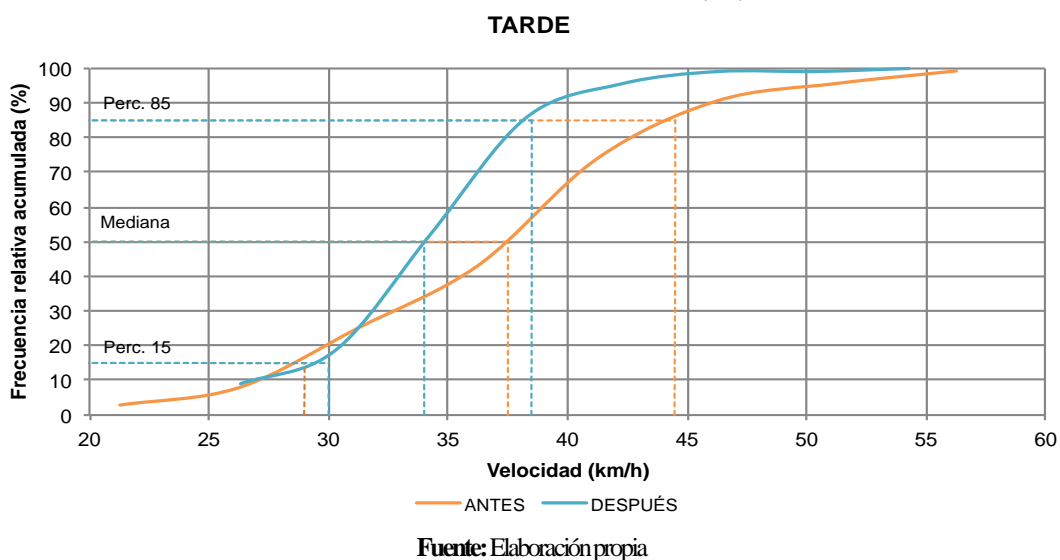
Los sábados es notorio que la velocidad media disminuye de forma notoria, comparado con los datos medidos entre semana durante la mañana y la tarde, este factor puede ser explicado con el aumento del flujo vehicular dado que no se presenta ninguna restricción y por lo tanto los vehículos no pueden aumentar su velocidad, al mismo tiempo, este día es menor el número de vehículos que sobrepasan el límite máximo de velocidad permitido en la zona.

En las Gráficas 17-18-19. Se muestra la distribución de frecuencias acumuladas comparativas de antes y después para cada una de las jornadas de medición. Las gráficas permiten ver cuál es el porcentaje de vehículos que transitan a velocidades mayores o menores que, el percentil 85 indica cuál es la velocidad que el 15% sobrepasa o dicho de otra forma la velocidad igual o menor a la que deciden transitar el 85% de los vehículos medidos.

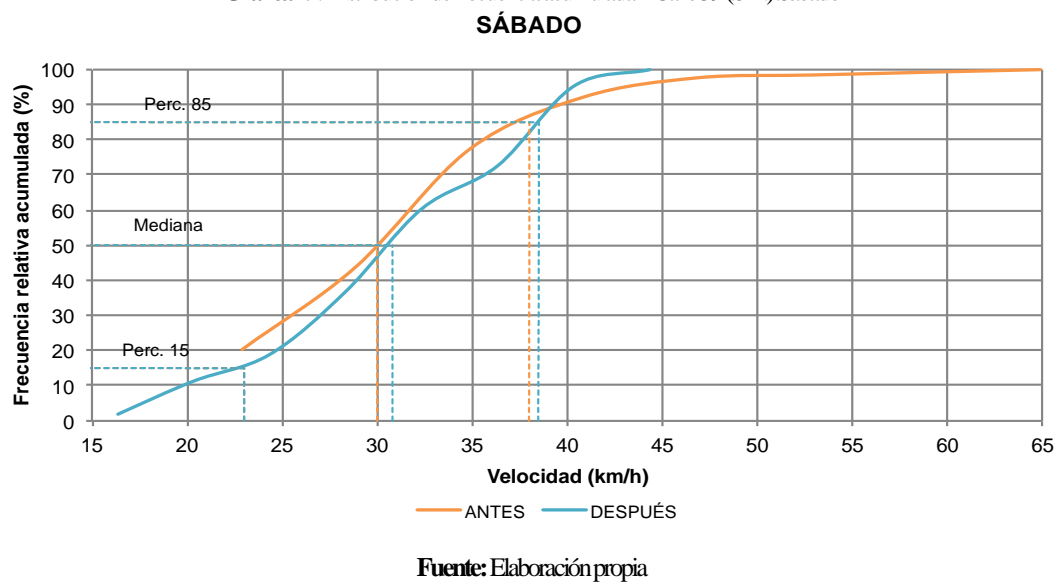
Gráfica 17. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 59 (S-N) Jornada Mañana



Gráfica 18. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 59 (S-N) Jornada Tarde



Gráfica 19. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 59 (S-N) Sábado



5.2.4 Colegio Distrital Heladia Mejía

Las mediciones de velocidad en el Colegio Distrital Heladia Mejía, se llevaron a cabo durante los siguientes días:

- Antes: Jueves 27 Marzo 2014 y Sábado 29 Marzo 2014
- Después: Martes 22 Julio 2014 y Sábado 19 Julio 2014

El resumen del análisis de los datos estadístico se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 23. Resumen análisis estadístico– Calle 65 (S-N)

COLEGIO DISTRITAL HELADÍA MEJÍA (E-W)	Mañana		Tarde		Sábado	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Tamaño de la muestra	186	179	121	107	125	116
Velocidad media (km/h)	34	35	33	38	33	35
Varianza	104	66	67	55	55	32
Desviación estándar	10	8	8	7	7	6
Coef. Variación	30%	23%	25%	20%	22%	16%
Coef. Asimetría	0,34	-0,10	0,64	0,37	0,45	-1,26
Mínimo	18	13	19	22	19	20
Máximo	60	53	56	59	54	43
Mediana	30	33	29	34	30	36
Moda	25	35	25	33	28	39
Perc. 15	22	24	22	27	23	30
Perc. 85	42	41	39	43	39	39
% Todos sobrepasan 30 km/h	55%	69%	55%	81%	61%	84%
% Autos sobrepasan 30 km/h	50%	68%	56%	80%	59%	84%
% Motos sobrepasan 30 km/h	57%	74%	59%	89%	70%	95%

Fuente: Elaboración propia.

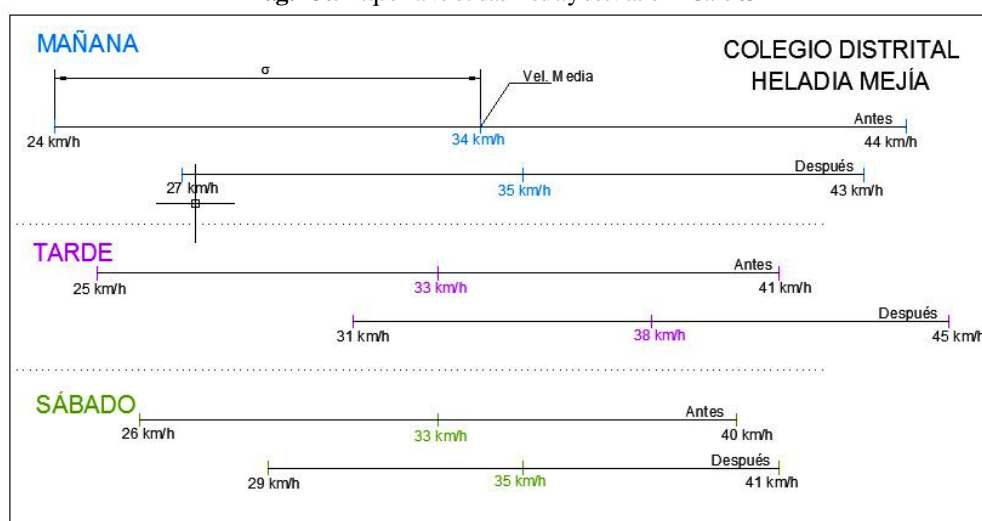
Los datos presentados en la Tabla 23, permite concluir lo siguiente:

- En las mediciones realizadas en un día típico durante la mañana, se presenta un aumento de la velocidad después de la señalización comparado con el antes, el cual equivale a un 2% que estadísticamente se considera no significativo, con respecto al total de datos tomados. Al tener una velocidad media por encima de la máxima permitida, el porcentaje de vehículos que sobrepasan el límite es de 55% y 69% antes y después respectivamente, concluyendo a partir de este resultado que los conductores ante la presencia de estoperoles como reductores de velocidad reaccionan de forma contraria, acelerando sus vehículos para sentir menos la presencia de los mismos.
- Durante la tarde, se encontró un aumento de la velocidad en un 16%, siendo este estadísticamente significativo y viéndose reflejado en el porcentaje de vehículos que sobrepasan el límite de velocidad, el cual fue de 55% antes de la señalización y 81% después de señalizada la vía, datos que permiten corroborar la hipótesis de falta de efectividad de las bandas de estoperoles como reductores de velocidad.
- El sábado, se presenta un aumento de la velocidad de 33 km/h (antes) a 35 km/h (después) el cual representa un 7% y se considera significativo. En las mediciones realizadas después se observa que hay una diferencia de los vehículos que aumentan

el límite de velocidad de 23%, siendo antes el 61% y después del 84%, ambos resultados significativos.

En la Imagen 30. se observa gráficamente los datos de velocidad media para cada una de las jornadas y su respectiva desviación (σ), con la cual se pueden alcanzar velocidades por encima o por debajo de la media antes y después de la implementación de la señalización, en la misma se puede observar que de antes a después se pueden tener los mismos valores de velocidad o mayores, es decir, las bandas de estoperoles no están generando ningún efecto en la velocidad.

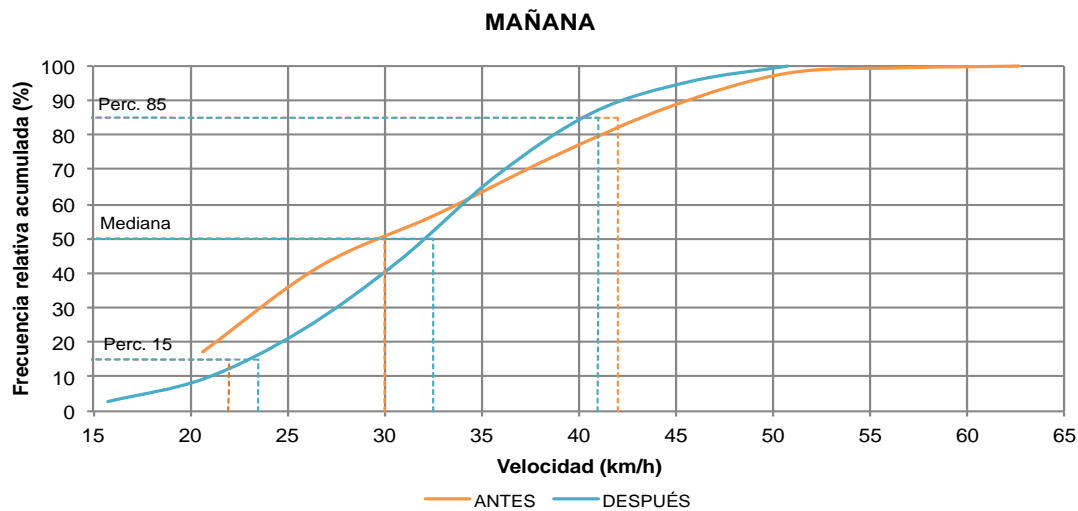
Imagen 30. Esquema velocidad media y desviación—Calle 65



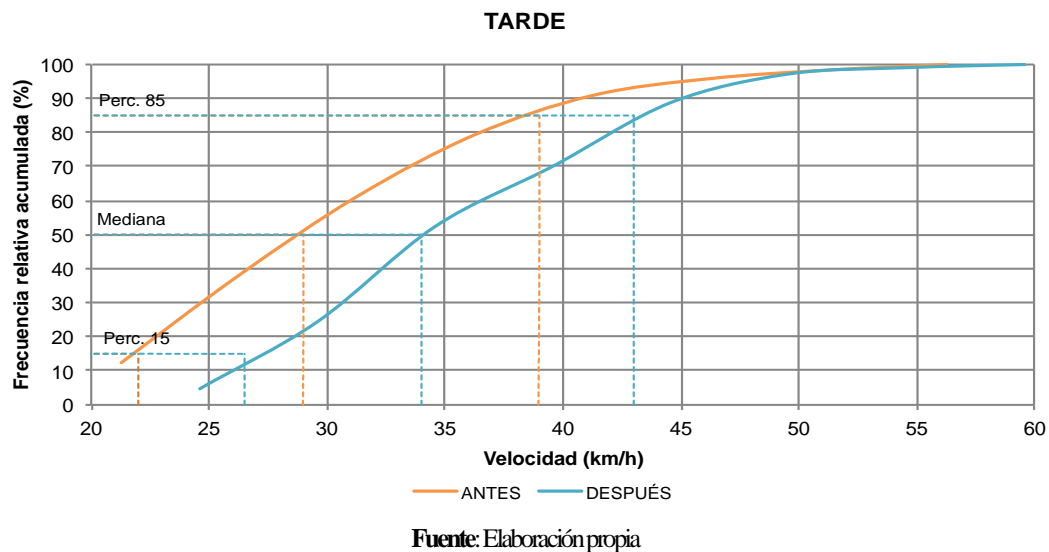
Fuente: Elaboración propia

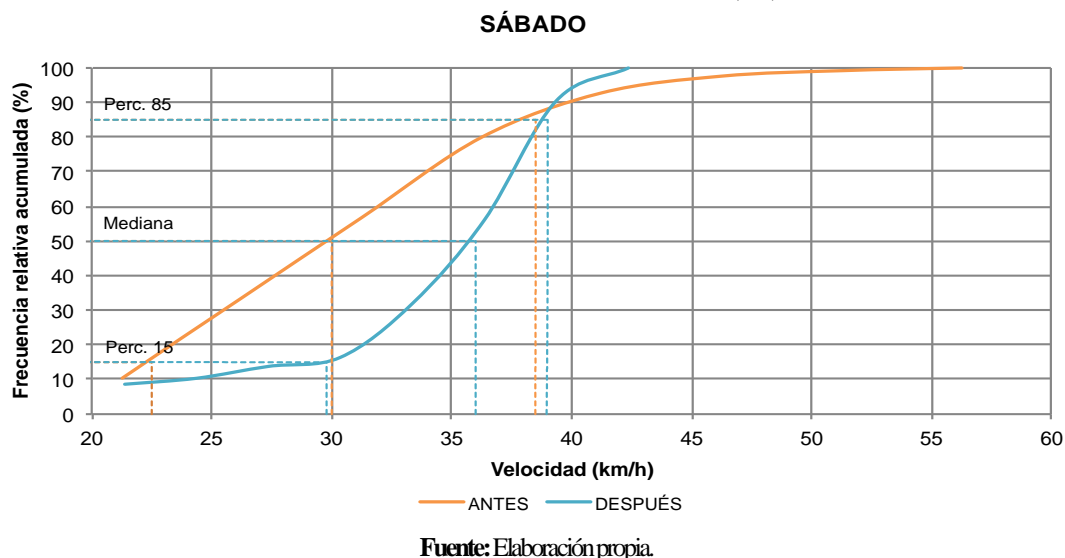
En las Gráficas 20-21-22. se observa de forma comparativa la distribución de frecuencias acumuladas de antes y después para cada una de las jornadas de medición, que de forma gráfica permite cuantificar el porcentaje de vehículos que sobrepasan ciertas velocidades.

Gráfica 20. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 65 (S-N) Jornada Mañana



Gráfica 21. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 65 (S-N) Jornada Tarde



Gráfica 22. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 65 (S-N) Sábado

5.2.5 Colegio San Damián

Las mediciones de velocidad en el Colegio San Damián, se llevaron a cabo durante los siguientes días:

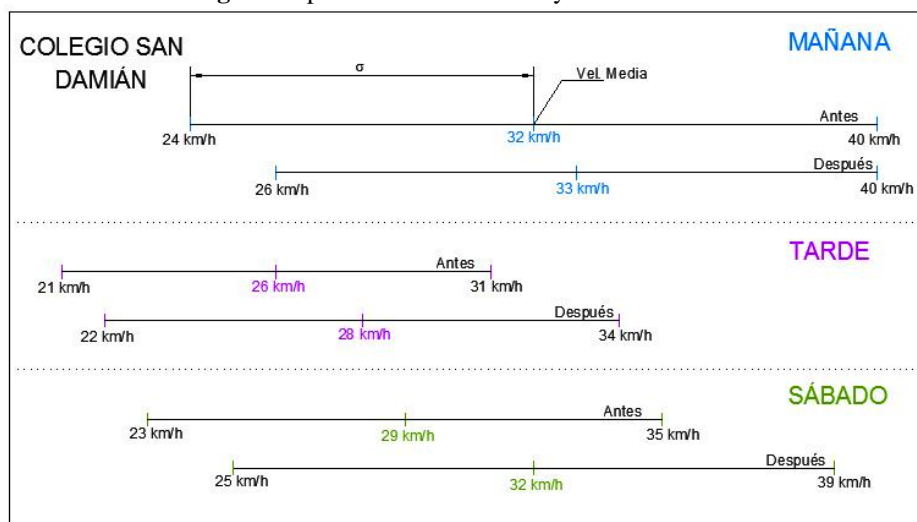
- Antes: Viernes 28 Marzo 2014 y Sábado 29 Marzo 2014
- Después: Jueves 17 Julio 2014 y Sábado 19 Julio 2014

El resumen del análisis de los datos estadístico se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 24. Resumen análisis estadístico – Calle 78 (E-W).

COLEGIO SAN DAMIÁN (E-W)	Mañana		Tarde		Sábado	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Tamaño de la muestra	113	107	100	107	107	112
Velocidad media (km/h)	32	33	26	28	29	32
Varianza	65	53	23	42	41	51
Desviación estándar	8	7	5	6	6	7
Coef. Variación	25%	22%	18%	23%	22%	22%
Coef. Asimetría	0,8	0,1	1,0	0,2	0,5	0,1
Mínimo	22	20	20	14	20	12
Máximo	58	49	45	45	45	53
Mediana	29	31	24	27	27	29
Moda	23	35	22	26	25	33
Perc. 15	23	23	21	19	21	21
Perc. 85	39	40	30	34	35	37
% Todos superan 30 km/h	50%	61%	17%	37%	37%	56%
% Autos superan 30 km/h	48%	64%	15%	38%	33%	60%
% Motos superan 30 km/h	62%	22%	27%	14%	53%	57%

Fuente: Elaboración propia

Imagen 31. Representación velocidad media y desviación – Calle 78

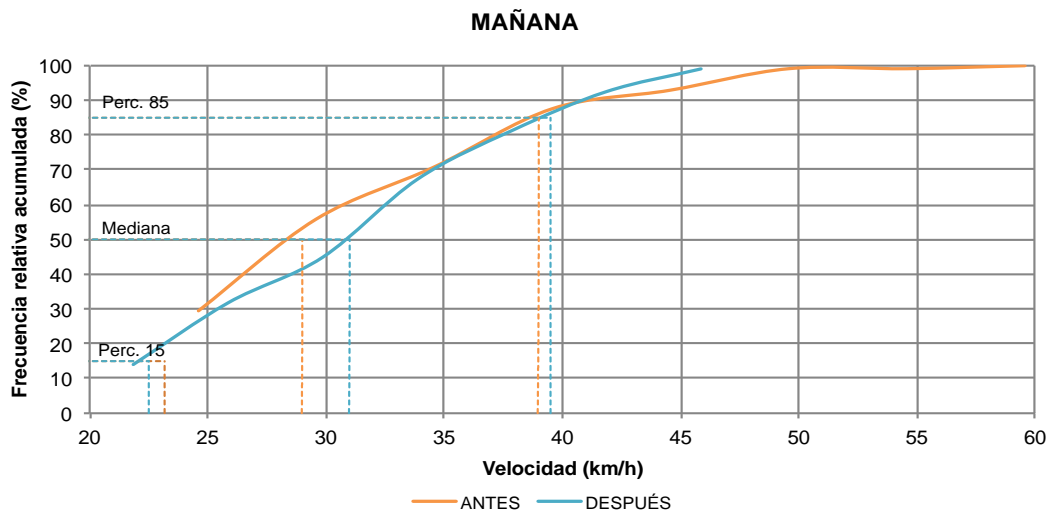
Fuente: Elaboración propia

En la Imagen 27. se representa gráficamente la velocidad media para cada una de las jornadas con sus respectivas desviaciones estándar (σ), esta nos permite observar que los cambios de la velocidad pueden ser los mismos en cualquier momento con o sin señalización, dado que las desviaciones son altas.

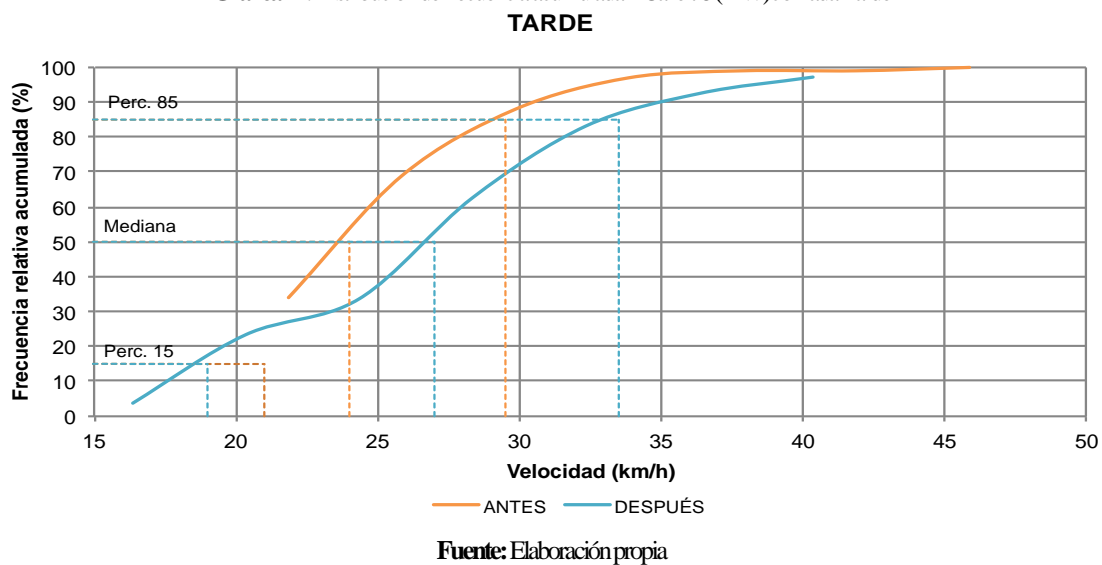
El cambio de velocidad encontrado en esta zona escolar es estadísticamente significativo para los valores medidos en un día típico durante la tarde y el sábado, siendo estos del 8% y 10% respectivamente. En este colegio en particular se observa que el límite de velocidad es superado por un menor porcentaje de vehículos, lo cual se explica con el parqueo constante a lado y lado de la vía. Para todas las velocidades medidas, se tiene un coeficiente de asimetría positivo, lo cual quiere decir que la mayoría de los datos se agrupan hacia la derecha de la velocidad media. Para este colegio en particular se tiene un menor número de autos y motos que sobrepasan el límite de velocidad al ser una zona residencial.

En las Gráficas 23-24-25. se observa de forma comparativa la distribución de frecuencias acumuladas de antes y después para cada una de las jornadas de medición, las cuales permiten cuantificar el porcentaje de vehículos que sobrepasan ciertas velocidades.

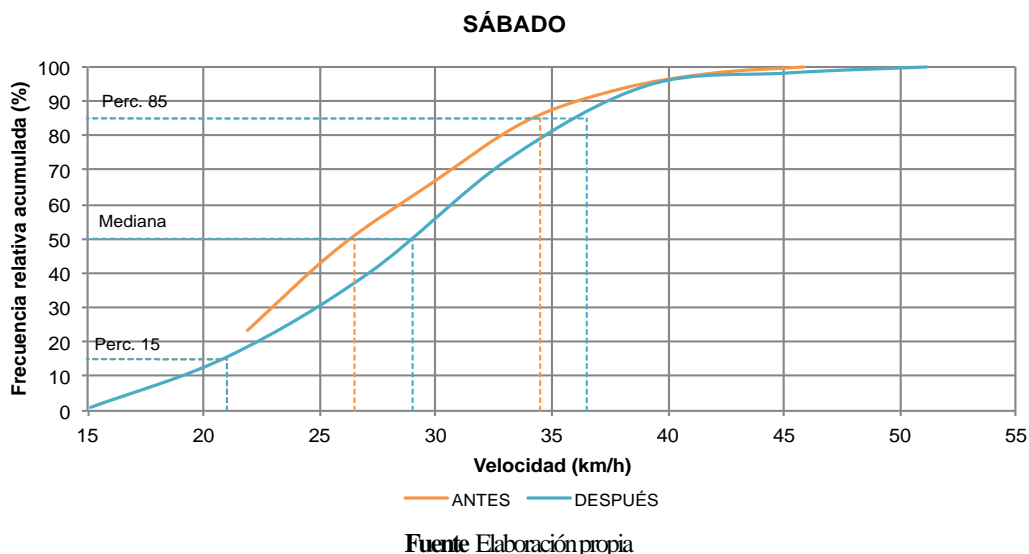
Gráfica 23. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 78 (E-W) Jomada Mañana



Gráfica 24. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 78 (E-W) Jomada Tarde



Gráfica 25. Distribución de frecuencia acumulada – Calle 78 (E-W) Sábado



En general, se tiene que hay disminuciones de velocidad de antes a después de la implementación de la señalización vial, que en algunos casos es estadísticamente significativo pero no quiere decir que se consideren cambios importantes, ni ingenierilmente significativos.

El aumento de la velocidad se puede ver en algunos casos de las zonas de estudio donde los datos demuestran que son cambios estadísticamente significativos y que aportan a la hipótesis de la baja funcionalidad de estos elementos (estoperoles) como reductores de velocidad.

Es importante destacar, que el porcentaje de vehículos que sobrepasan el límite de velocidad permitido en las zonas escolares es alto y por lo tanto debe considerarse el planteamiento de alternativas en las que se haga obligado el cumplimiento de estas normas establecidas y que aporten a la disminución de la fatalidad de los accidentes que se puedan generar en estas zonas.

La señalización debe establecerse integralmente en las zonas donde se espere obtener efectos en los conductores y demás usuarios de la vía, dado que para este estudio la implementación de la señalización solo se realizó justo a la entrada de las instituciones y no se realizó como estaba establecida en los planos, generando incertidumbre en el comportamiento adquirido por los que transitan por las vías.

Tabla 25. Cálculo del riesgo relativo

Riesgo Relativo (RR)	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca	Centro Educativo Pinardi	Colegio Filadelfia para Sordos	Colegio Distrital Heladía Mejía	Colegio San Damián
Mañana	0,66	0,69	0,80	0,53	0,75
Tarde	0,98	0,85	1,00	0,67	0,45
Sábado	0,91	0,76	1,00	0,72	0,66

Fuente: Elaboración propia

Los datos presentados en la Tabla 25, muestran el valor de riesgo relativo para cada uno de los colegios en las diferentes jornadas de medición, el cual es un indicativo de la probabilidad de ocurrencia de un evento asociado a una circunstancia. De acuerdo con la investigación realizada, se puede concluir que existe una baja fuerza de asociación entre el factor de riesgo (la no exista señalización como reductora de velocidad) y el evento esperado (reducción de la velocidad vehicular), dado que al momento de calcular el riesgo relativo todos fueron iguales o menores a uno (1).

5.3 COMPORTAMIENTO DE LOS USUARIOS FRENTE A LOS DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN EN LAS ZONAS ESCOLARES DE ESTUDIO

Para dar cumplimiento al objetivo planteado, se aplicaron las encuestas respectivas en cada una de las zonas escolares tanto a peatones como a conductores.

Teniendo en cuenta que el proceso de las encuestas tenía por objeto involucrar el factor humano como uno de los determinantes a incidir en lo concerniente a velocidad y cumplimiento de normas, es necesario considerar teorías del comportamiento que buscan dar explicación a lo que puede suceder en un entorno vial. Son varios los modelos causales de siniestralidad, este estudio se centró en el modelo integral, el cual plantea ir más allá de los factores inmediatos, centrándose en establecer los factores menos visibles u obvios que desencadenan el siniestro, esto significa que bajo el enfoque de este modelo es importante identificar y conocer cuáles son las razones por las que se presentan las fallas explorando en el tiempo y en la distancia del siniestro vial, donde las consecuencias sean enmarcadas en un proceso netamente gradual que permita describir el desarrollo del mismo y la interrelación de los diferentes factores en las etapas de pre-siniestro (factores que condicionan el siniestro), siniestro y post-siniestro (factores capaces de agudizar los resultados de los siniestros). Sumado a esto, es necesario hacer énfasis que según los últimos

estudios, el factor humano es aproximadamente el 90% de los factores causales de la siniestralidad vial, puesto que es directo implicado en la toma de decisiones.⁶

Así, teniendo en cuenta lo anterior lo importante con este análisis es poder encontrar argumentos que determinen como el trabajo sobre la infraestructura no puede ir aparte o en vía contraria al desarrollo con los trabajos que se puedan desarrollar con el factor humano, dado que la infraestructura es una herramienta para uso del humano, que sin orientación alguna puede ser invisibilizada tal como lo evidencian los resultados de las encuestas.

5.3.1 Comportamiento Peatones

Existen dos premisas básicas que define a un peatón:

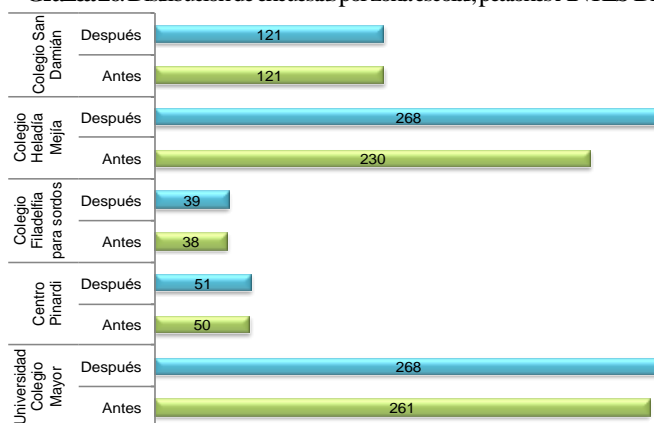
- Desplazamiento a pie o silla de ruedas en caso de personas con discapacidad
- Transitar por una vía pública⁷.

Estas dos condiciones convierten al peatón en un usuario vulnerable dentro de la vía y por tanto son estos los que más protección necesitan. A continuación se muestran los resultados de las encuestas aplicadas a los peatones en cada una de las zonas escolares antes y después de la implementación de la señalización vial.

En la Gráfica 26 se presenta la distribución de las encuestas aplicadas por colegios antes y después de la implementación de la señalización vial. El total de encuestas aplicadas antes fueron 700 y 747 después de que se implementó la señalización. Tal y como puede observarse los colegios que tienen una mayor representación de encuestas dado el volumen de estudiantes son la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca con un 37% de participación para las dos encuestas y el Colegio Distrital Heladía Mejía con un 35% de participación en promedio, a pesar de que no fueron únicamente las personas encuestadas sino que se aplicaba también sobre los peatones que transitaban la zona.

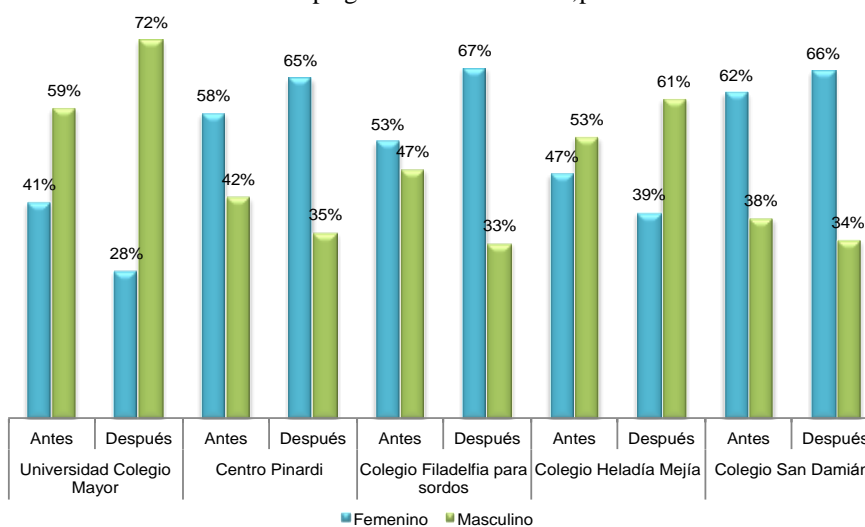
⁶ María Andrea Fernández Gutiérrez, “Vulnerabilidad En Escolares: Orientaciones Pedagógicas Para El Abordaje de La Seguridad Vial En Una Comunidad Educativa.” (Universidad de los Andes, 2013).

⁷ Departamento de seguridad vial, “Informe Sobre Comportamientos Peatonales En España” (RACE, n.d.), http://www.elpais.com/elpaismedia/ultimahora/media/200909/16/espana/20090916elpepunac_1_Pes_PD F.pdf.

Gráfica 26. Distribución de encuestas por zona escolar, peatones ANTES-DESPUÉS

Fuente: Elaboración propia

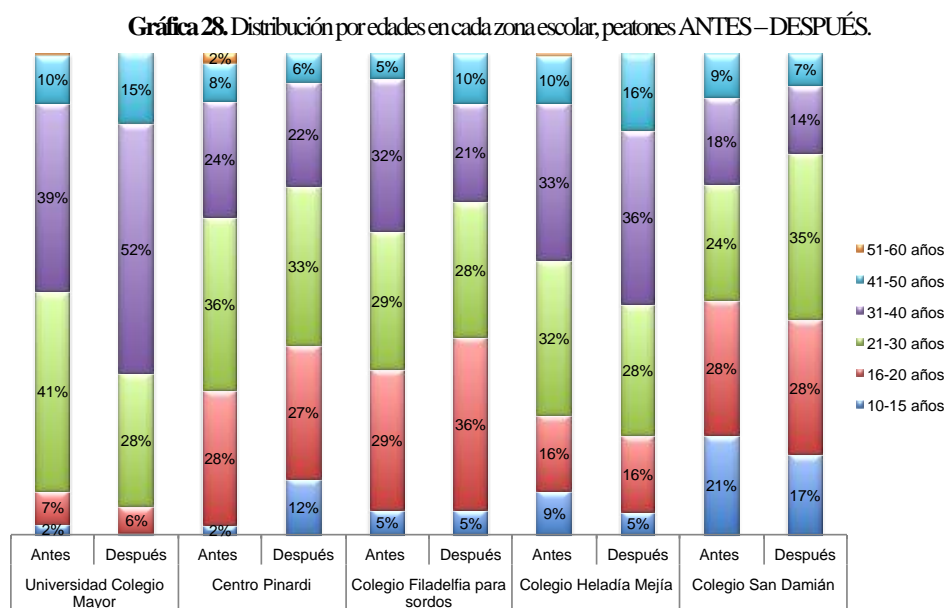
En cuanto la distribución por género, esta es muy variable por colegio y no se presenta un mismo comportamiento característico entre cada una de las zonas escolares. En total, el 53% de los encuestados fueron mujeres y 57% hombres, un resultado bastante uniforme.

Gráfica 27. Distribución por género en cada zona escolar, peatones ANTES-DESPUÉS

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la distribución por edades de la aplicación de la encuesta, en el Colegio Universidad Mayor de Cundinamarca, en promedio el 80% los encuestados se encontraban entre los 21 y 40 años al ser esta una zona universitaria se esperaba este comportamiento; pero después de la instalación de la señalización, la participación fue mayor por parte de las personas entre los 31 y 40 años. En las otras cuatro zonas escolares, el comportamiento presentado es muy similar, los

encuestados siempre se encontraban en su mayoría entre los 21 y los 50 años de edad dado que son zonas muy residenciales. A pesar de que se esperaba que los niños entre 10 y 15 años participarían más en las encuestas esto no fue así ya que manifestaban que les daba pena o no lo hacían porque el amiguito tampoco, el cual se convierte en un aspecto de presión social ejercida. (Ver Gráfica 28).

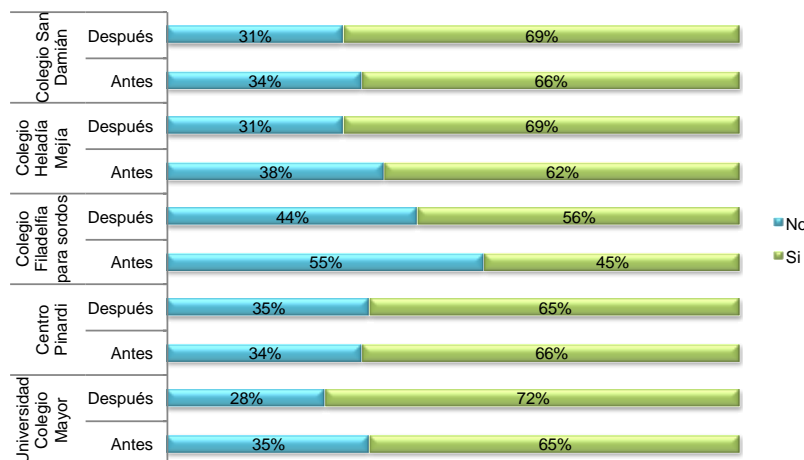


Fuente: Elaboración propia

El resultado a la pregunta: ¿Cuándo está transitando por una vía, usted identifica en qué momentos se encuentra en una zona escolar? Se tienen resultados bastante preocupantes, dado que hay un gran porcentaje de personas que no reconoce cuando se encuentran en estas zonas, cerca de 258 personas (37%) manifestaron que no tenían ni idea a menos de que conocieran el entorno, pero si se trataba de un lugar por el cual nunca habían pasado, no sabrían como reconocerlo y esto a falta de señalización notoria que haga reconocer esta zona de forma rápida. 442 personas manifestaron que si lo reconocían, los cuales corresponden al 63% de los encuestados en las cinco zonas. Se esperaba que después de que la zona estuviera señalizada, los resultados a esta pregunta variaran en cuanto a los que no reconocían cuando se encontraban en una zona escolar, pero no fue así. El caso de la zona del Colegio Filadelfia para Sordos es muy particular, dado que 21 de las 38 personas encuestadas antes de la señalización manifestaron que no tenían ni idea de cuando se encontraban en una zona de estas. Frente a este hallazgo se

considera necesario establecer procesos de mejoras en la visibilización en las zonas escolares para su reconocimiento.

Gráfica 29. ¿Cuándo está transitando por una vía, usted identifica en qué momento se encuentra en una Zona Escolar? Peatones ANTES–DESPUÉS.



Fuente: Elaboración propia

La siguiente pregunta correspondía a caracterizar el comportamiento que siguen los peatones, la cual tenía como opción de respuesta camina por el andén, cruza por los pasos demarcados, corre al cruzar la vía o no hace nada. Muchas personas tendían a responder seleccionando dos de las opciones de respuesta. Las personas que manifestaban caminar por el andén decían que no cruzaban por los pasos permitidos o demarcados en la vía, ya que les generaba pereza y de igual manera eran conscientes de que estaban cometiendo una imprudencia que les acarrea peligro. Cass Sunstein aborda en su obra *“El principio de la precaución”* que: *“los riesgos existen en todas las situaciones sociales y las medidas de precaución crean a su vez sus propios peligros”*⁸. Este autor propone un enfoque denominada *“paternalismo libertario”*, el cual respeta la libertad de elección y guía a los usuarios a la libertad de tomar decisiones que mejorarán sus vidas. Caso al que se encuentran sometidos los usuarios de la vía en situaciones de riesgo. La infraestructura juega un papel importante dentro de esta respuesta, pero puede decirse que en cuanto a esto, todas las zonas escolares cuentan con los andenes y cruces propicios para actuar dentro de la vía.

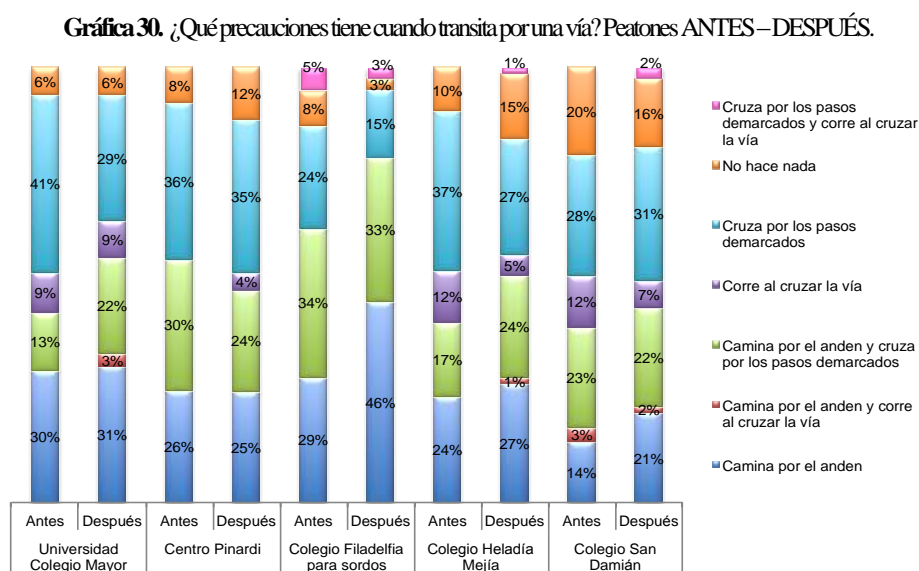
Antes de la implementación de la señalización, el mayor porcentaje de encuestados manifestaban caminar por el andén, cruzar por los pasos demarcados y caminar por el andén, o simplemente cruzar por los pasos demarcados. Las personas que manifestaban correr al cruzar la vía, fueron

⁸ SUNSTEIN, *Leyes de Miedo. Más Allá Del Principio de Precaución.*

los niños entre 0 y 15 años a los que se les logró aplicar la encuesta. Estas respuestas obtenidas por parte de los encuestados es un comportamiento esperado por parte de ellos, ya que la persona van a tender a responder que se comportan de la mejor manera y muy pocos van a ser sinceros y evaluar su comportamiento real dentro de la vía. Las personas manifestamos ser buenos peatones a pesar de no serlo. En la sociedad la cultura simplemente exige más que la ley y, la moral más que la cultura, la ausencia de esta congruencia se conoce como “*Divorcio entre ley, moral y cultura*”⁹, divorcio que se expresa en acciones ilegales pero aprobadas moral y culturalmente, acciones que son aceptadas por la sociedad, caso en el que se encuentra la ciudad al aceptar actuar de forma incorrecta cuando transitamos la vía.

También se tuvo un porcentaje muy variado de las personas que manifestaban no hacer nada, es decir, siempre siguen un mismo comportamiento sin realizar acciones diferenciadoras de su comportamiento en la vía.

En la Gráfica 30., se puede observar que los resultados obtenidos son muy similares entre cada una de las zonas escolares.



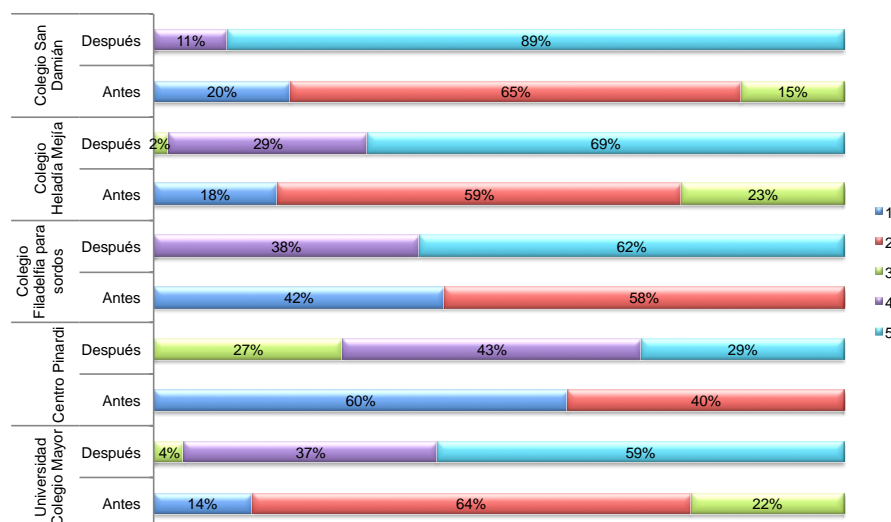
⁹ “El Divorcio Entre Ley, Moral y Cultura - Una Entrevista a Antanas Mockus.”

A la pregunta N° 7: ¿Considera que la instalación de la señalización es de utilidad?, antes de la implementación de la señalización se encontró que 35 de los 700 encuestados y después de la implementación 32 de los 747 manifestaron decir que no era útil, justificando su respuesta en que ni los conductores ni ellos como peatones respetaban la señalización que estaba dada en la calle, entonces estaba de más tener algo que de una u otra forma solo está estorbando en la calle o para los conductores simplemente ocasionando molestias, como por ejemplo los estoperoles o resaltos virtuales, siendo los más indignados los padres de familia. Es necesario involucrar procesos de educación para generar una movilidad segura y responsable, orientado hacia un cambio de actitudes, de la misma forma se contribuye a la reducción de accidentes de tráfico.

Finalmente, en una escala de 1 a 5 se pidió evaluar el estado de la señalización en cada una de las zonas escolares. Encontrando que antes de que se hiciera el respectivo mantenimiento de la demarcación y restitución de estoperoles en cada una de las zonas, evaluaban la señalización en mal estado que correspondía a 1 y en algunas zonas los encuestados manifestaron que se encontraba en un punto intermedio siendo este 3 en la escala. En el Colegio Filadelfia para Sordos, los encuestados manifestaron que el peligro era inminente para los estudiantes, dado solo hay una señal informativa que advierte a los usuarios que es una zona de niños con discapacidad pero esta se encuentra sobre la carrera 16 y no es notoria para los conductores, además es la única que hay en la zona, y los conductores que transitan por la calle 59 no son advertidos de la discapacidad de algunos de los peatones que habitúan la vía. Se pudo observar al mismo tiempo, que los jóvenes en esta condición de discapacidad se cruzan la calle sin mirar y se ponen en situación de riesgo.

Después de la respectiva señalización los usuarios manifestaron que el estado de la señalización era excelente correspondiendo este a 5 dentro de la escala y otros respondieron que era 4, pero al mismo tiempo manifestaban que el estado de la señalización no iba a durar por mucho tiempo así, dado que se deteriora en muy poco tiempo y luego ya no hay nada que los advierta. Por lo tanto es necesario considerar otras medidas tales como los reductores portátiles.

Gráfica 31. Califique de 1 a 5 el estado de la señalización en esta zona escolar. Peatones ANTES–DESPUÉS.



Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Comportamiento Conductores

La conducción además de ser el vehículo y la vía, también depende de los factores humanos, tales como las aptitudes y actitudes del conductor; es decir qué comportamiento adopta cuando se es un conductor, de esta manera se debe dar una inclusión de sistema seguro o enfoque integral, el cual debe orientarse a la búsqueda del desarrollo de un mejor sistema de transporte vial que permita la adaptación al error humano y que tome en consideración “*que el cuerpo humano es sumamente vulnerable a los traumatismos y que las personas cometen errores*”.¹⁰ Dado esto es imperativo identificar las interacciones entre los usuarios de las vías, el vehículo y el entorno vial con el fin de garantizar que los accidentes no causen lesiones humanas graves.

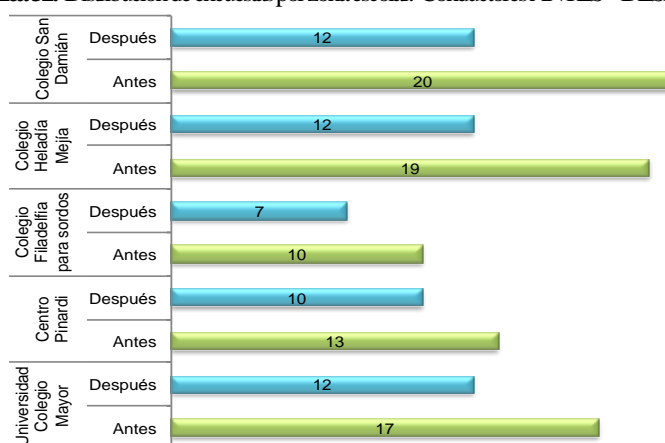
Para determinar el comportamiento de los conductores frente a los diferentes dispositivos de señalización, los cuales están determinados directamente en lo establecido por el manual en entorno a las zonas escolares, por tanto el momento antes consideraba ciertos elementos y el momento después otros más reforzados, fue aplicada un encuesta en las cinco zonas escolares de estudio. Una de las limitaciones del proceso de encuestar al conductor estuvo relacionada con la accesibilidad al usuario, es decir, la posibilidad de tener un espacio para llevar a cabo la tarea, ya

¹⁰ “OMS | Informe Sobre La Situación Mundial de La Seguridad Vial 2013,” WHO, accessed September 11, 2013, http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/es/.

sea porque: tenían afán, les era muy difícil parar, sentían desconfianza, o simplemente porque no querían.

Las Gráficas 32, muestran el total de las encuestas que se realizaron, tanto antes, como después de la implementación de la señalización, en las diferentes zonas de estudio. Como se observa, el número de conductores encuestados es muy bajo, presentando una disminución en las encuestas realizadas después de la implementación mencionada.

Gráfica 32. Distribución de encuestas por zona escolar. Conductores ANTES–DESPUÉS.



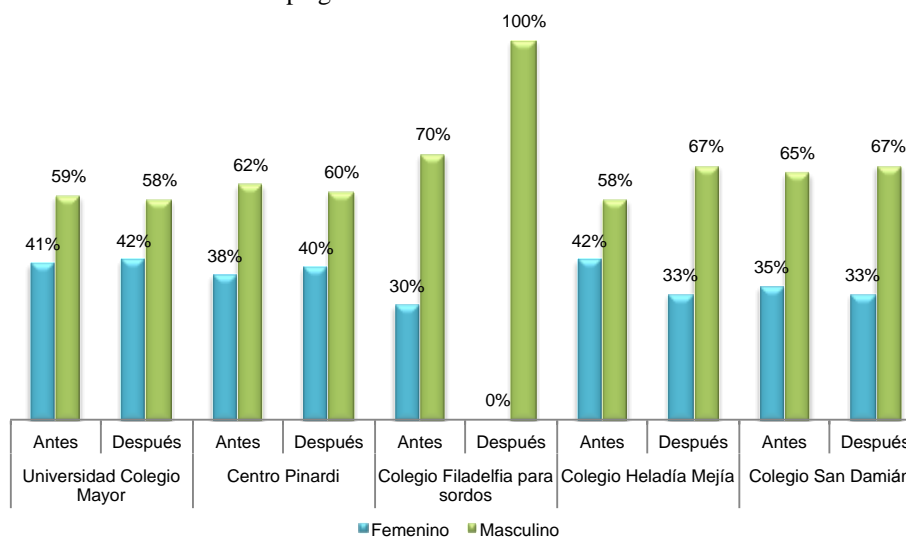
Fuente: Elaboración propia

La zona escolar en la que se logró recolectar el mayor número de encuestas, fue el Colegio San Damián con un total de 20 encuestas “antes”, seguido del Colegio Heladía Mejía con 19 encuestas, en las otras tres zonas de estudio, el número de encuestados fue menor, ya que, por ejemplo en la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, por ser una vía con pendiente, y de velocidades altas, los conductores no tenían la facilidad de parar. De manera similar se comportaron las encuestas en la condición “después”, siendo el promedio de encuestados en las cinco zonas de estudio de 10 encuestas.

Un factor importante para determinar el comportamiento de los conductores, frente a los diferentes dispositivos de señalización, es el género, de esta manera los estudios de género exploran la manera como las mujeres y los hombres asumen comportamiento y actitudes diferentes, para relacionarse con el espacio. Dichas diferencias varían histórica y culturalmente

de acuerdo a la edad, la clase social, la religión, entre otras circunstancias.¹¹ La mayoría de los conductores encuestados son de género masculino (63%), y como se observó en el análisis de los IPAT para las diferentes zonas de estudio, el género que más mostró estar involucrado en un accidente de tránsito fue el masculino (88%). Si bien los reflejos que tiene el género masculino al conducir demuestran superioridad ante el femenino, esto no tiene mayor influencia en evitar la accidentalidad.¹²

Gráfica 33. Distribución por género en cada zona escolar: Conductores ANTES–DESPUÉS.



Fuente: Elaboración propia

La Gráfica 33 muestra la distribución por género de los conductores, en las zonas de estudio, arrojando cifras, tales como, que el promedio de los encuestados del género masculino, fue de 10 en condición “antes” y 8 en “después”, en cambio el género femenino tuvo menor proporción tanto en “antes”, como en “después”, 6 y 4 respectivamente. Esto se evidencia en que por ejemplo en el Colegio Filadelfia para Sordos en la condición “después”, no se registraron conductores del género femenino, siendo este el único caso.

¹¹ Pablo Páramo and Andrea Milena Burbano Arroyo, “Género Y Espacialidad: Análisis de Factores Que Condicionan La Equidad En El Espacio Público Urbano.,” Enero de 2011.

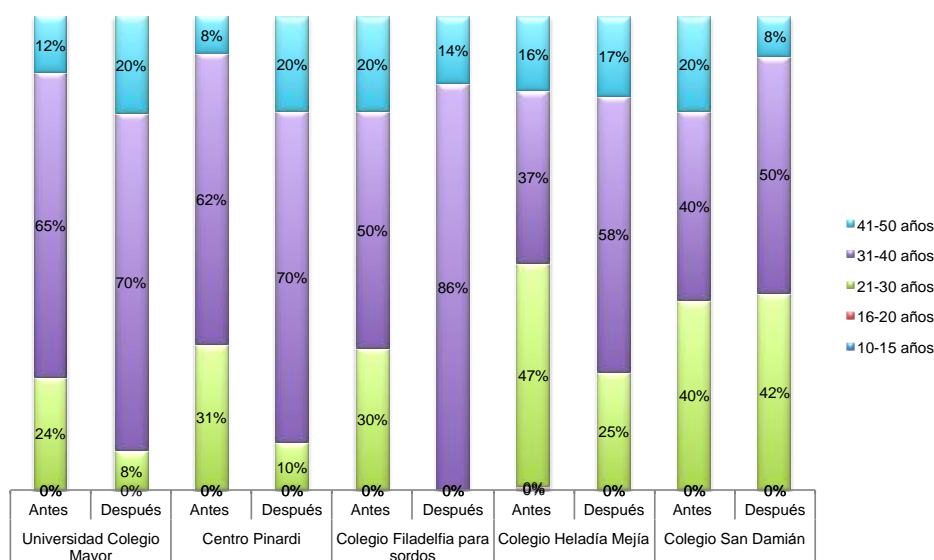
¹² Ibid.

En cuanto a lo que se pudo observar del género de los conductores, este en su gran mayoría fue género masculino, en pocas ocasiones se vio mujeres al volante; lo que si se observó es que los copilotos eran mujeres en la mayoría de los casos.

De igual manera que el género, la edad es otro factor que influye en el comportamiento de los conductores de vehículos automotores, ya que esta demuestra en muchos casos la madurez y responsabilidad que se tiene cuando se enfrenta a condiciones riesgosas. En Colombia se puede manejar desde los 16 años de edad, edad en la que aún no se tiene la total madurez y responsabilidad de tomar decisiones en cuanto a movilidad, es por ello que muchas veces ocurren accidentes de tránsito donde se ven involucrados joven de escasa edad.

La Gráfica 34 muestra la distribución por edades, para cada zona escolar, antes y después de implementar la señalización; como se observa el rango de edad más representativo en las dos condiciones esta entre 31 – 40 años, seguido de 21 – 30 años y por ultimo de 41 – 50 años; es decir es una edad en la que ya son lo suficientemente responsables en cuanto a la percepción del riesgo y la evaluación del mismo. El rango de edad de 21 – 30 años, son conductores que tienen a sobreestimar sus capacidades y responsabilizar a los otros usuarios de los diferentes problemas, a los que se vean enfrentados en un accidente de tránsito.

Gráfica 34. Distribución por edades en cada zona escolar. Conductores ANTES – DESPUÉS.

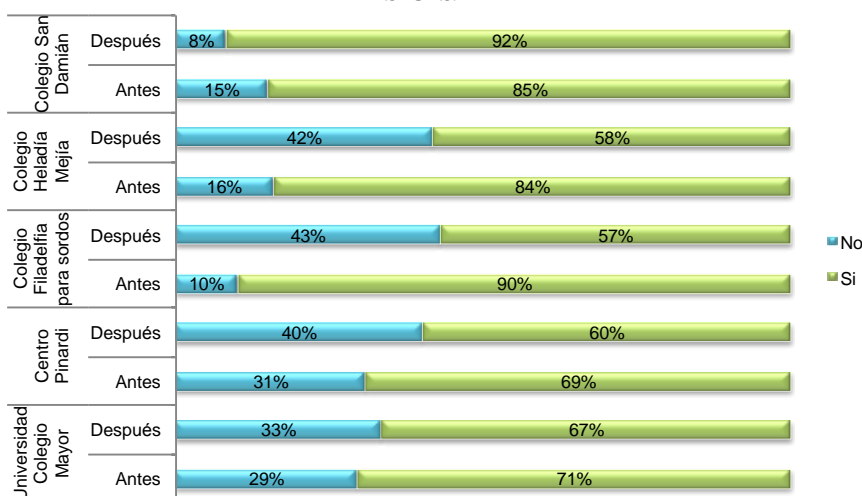


Fuente: Elaboración propia

Según lo observado, se puede hacer referencia a que las edades más perceptibles al riesgo es decir las que están entre 41 – 50 años, son las que más respetan y acatan las diferentes señales de tránsito, ya que se notó, que el comportamiento de estos era de precaución al conducir por las diferentes zonas de estudio, para este estudio en específico, porque si se revisan los comparendos la mayoría de los reincidentes se encuentran entre estas edades.

Otra de las preguntas que se realizó para este estudio fue: ¿Cuándo está desplazando por una vía, usted identifica en qué momento se encuentra en una zona escolar?, ya que era importante determinar, si se conoce o no la señalización referente a una zona escolar, y de esta manera se podrá inferir igualmente si se acata o no esta.

Gráfica 35. Cuándo está transitando por una vía, usted identifica en qué momento se encuentra en una Zona Escolar? Conductores ANTES – DESPUÉS.



Fuente: Elaboración propia

La Gráfica 35 muestra que en las zonas de estudio, aunque se presente tanto en condición de antes como en después, un 80% y un 67% respectivamente, la respuesta es Sí, esto puede inferir a que normalmente la gente al ser encuestada, va a dar respuestas positivas a toda pregunta, pero de igual manera se observa que existe gente, en proporción menor, que no sabe, ni reconoce la señalización de la zona escolar, lo cual es preocupante ya que al ser conductores, se debería tener un cierto conocimiento de las normas y señalización que se implementa en cada zona, para saber cuál debería ser el comportamiento adecuado en estas.

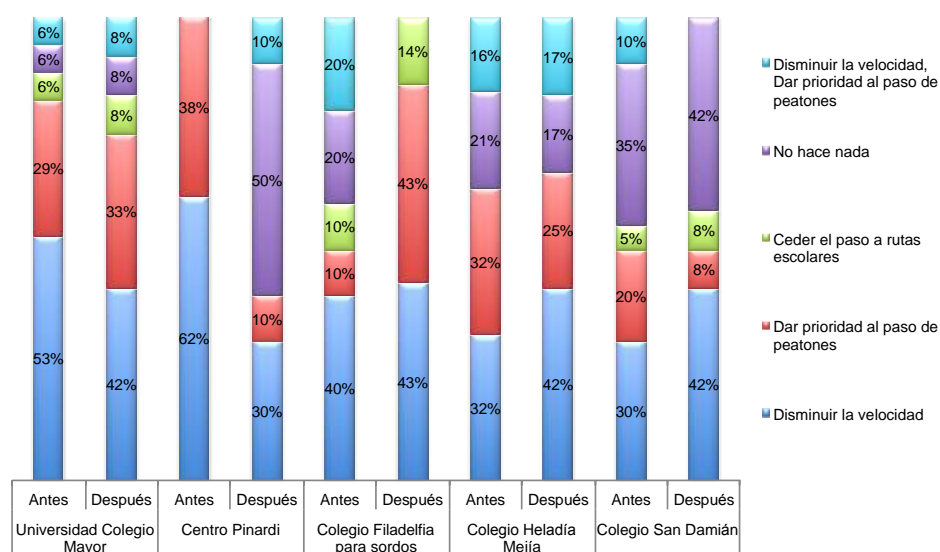
Para la condición “después”, se evidencia un comportamiento “raro” ya que se esperaría un resultado mayor en cuanto a la respuesta Sí, ya que la señalización fue implementada y se

encuentra en las mejores condiciones; de lo cual se observó que los conductores, son poco observadores a la señalización que se encuentra en el entorno por donde se están desplazando.

De igual manera se pudo percibir que a pesar de contar con la señalización en el proceso “después” no hubo cambio alguno sobre la identificación de la señalización, dadas las condiciones de gestión pública donde efectivamente no todas las instituciones educativas o centros educativos cuenta con una señalización completa modelo, dificultando que fácilmente los ciudadanos consideren estas zonas como zonas de protección o consideración especial.

Se realizó la pregunta: ¿Qué precaución tiene cuando conduce por una zona escolar?, con la posibilidad de responder a: Disminuir la velocidad, Dar prioridad al paso de peatones, ceder el paso a rutas escolares, no hacer nada o la combinación de alguna de estas, en las Gráficas 36, se puede observar que el comportamiento que más se reflejó en las encuestas fue, el de disminuir la velocidad, en los dos casos (antes y después), normalmente los encuestados, darán respuesta favorable a las preguntas realizadas, así en realidad no sea ese el comportamiento que ellos adopten cuando conducen por una zona escolar.

Gráfica 36. ¿Qué precaución tiene cuando conduce por una Zona Escolar? Conductores ANTES–DESPUÉS.



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que en las Gráficas 36, que la opción de “No hace nada”, en algunas zonas escolares es significativamente alto, en la condición “antes”, el Centro Pinardi, no tuvo

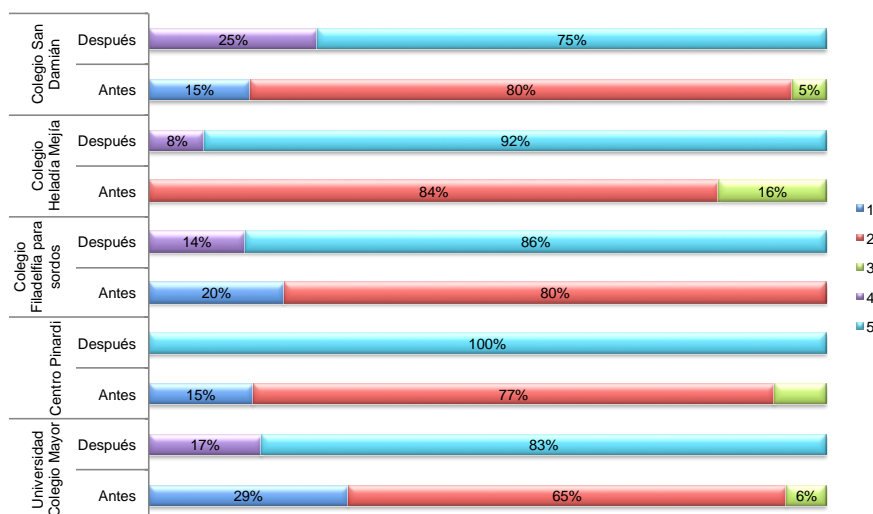
participación en esta respuesta, pero al ver implementada la señalización, esta paso de 0% a un 50%, generando incertidumbre, ya que lo que se esperaba era poder evaluar el comportamiento de los conductores, en las zonas escolares, y estas respuestas dificultaban su entendimiento. Por otro lado la segunda respuesta que más tuvo acogida por los conductores en las dos condiciones fue la de “Dar prioridad al paso de peatones”, la cual fue satisfactoria registrarla, ya que este estudio, quería darle importancia a la seguridad de los peatones en estas zonas, ya que en su gran mayoría son menores de edad. Se registraron respuestas múltiples, como disminuir la velocidad y dar prioridad al paso de peatones (10% en promedio para las dos condiciones), respuestas favorables, para determinar el sano y buen comportamiento de los conductores, cuando se deben cruzar o transitar por una zona escolar.

Por otro lado lo que se observó fue algo completamente diferente, los conductores no acatan las señales y normas de tránsito, incumpliendo en los límites de velocidad, no respetando el paso de los peatones, etc. Es decir no tienen ningún sentido de responsabilidad frente a la seguridad vial, en este caso de los menores que transitan por las diferentes zonas escolares de estudio, cometen actos inseguros, tanto para ellos, como para las personas que se encuentran en su entorno.

A la pregunta ¿Considera que la instalación de señalización es de utilidad?, la respuesta fue satisfactoria, es decir en todas las zonas escolares, el 100% de los encuestados, respondió sí; esta respuesta, genera interrogantes en cuanto a que los conductores, ven la gran importancia que tiene el señalar las diferentes zonas de la ciudad y en especial las zonas escolares, pero a la hora de acatarlas y cumplirlas, estos hacen caso omiso de cualquier señal que este puesta por los lugares por donde se están desplazando.

La pregunta final que se realizó fue: Califique el estado de la señalización en esta zona escolar, de 1 a 5, siendo 1 en mal estado y 5 excelente estado.

Gráfica 37. Califique de 1 a 5 el estado de la señalización en esta zona escolar. ANTES – DESPUÉS.



Fuente: Elaboración propia

La Gráficas 37 muestra que cuando se realizó la pregunta antes de que se implementara la señalización en las zonas de estudio, en promedio (77%) en las cinco zonas escolares, la respuesta fue 2, es decir que para los conductores la señalización se encontraba en no muy buenas condiciones, pero tal vez no malas, ya que como se pudo observar, en las zonas existía la señalización vertical, más no se había implementado aun la señalización horizontal, pictogramas y estoperoles; tal vez esta fue la razón por la que los conductores, optaron por responder 2.

Pero se evidenció el cambio, al preguntar después de la implementación, con respuestas en las cinco zonas, su mayoría (87%) a 5, es decir los conductores notaron el cambio y contestaron que la señalización se encontraba en excelentes condiciones, y esto se pudo observar ya que lo más notorio en esta señalización son los pictogramas que se hacen sobre el pavimento y las líneas de estoperoles, que en realidad quien siente su presencia son los conductores más que los peatones, a pesar de que no se llevó a cabo una señalización integral, sino solo se ejecutó justo al frente del colegio.

En la Imagen 32 se puede observar el comportamiento por parte de los peatones, en este caso estudiantes del Colegio Distrital Heladia Mejía al intentar cruzar la carrera 16. En esta imagen se puede observar el comportamiento irresponsable y poco oportuno que los expone a situaciones de riesgo. Al mismo tiempo es clara la falta de cultura por parte de los conductores de no ceder el paso a los peatones, sino que son estos quienes los obligan a detenerse al atravesarse en la vía.

Imagen 32. Comportamientos conductores y peatones



Fuente: Propia

5.4 ALTERNATIVAS DISPOSITIVOS DE SEÑALIZACIÓN

Para generar Seguridad Vial, es necesario incluir o mejorar la señalización aledaña a las zonas escolares, se ha detectado que numerosas zonas escolares en cuyas proximidades no tienen la señalización adecuada, son las más susceptibles a la ocurrencia de accidentes de tránsito.

Es precisamente en estas zonas, donde se debería reforzar y velar por la seguridad vial, es por ello que en este capítulo se plantean una serie de alternativas basadas en la mejora de la señalización vial en las cercanías a los centros escolares, centrándose en mejorar y controlar los excesos de velocidad, al igual que el comportamiento de los usuarios (peatones y conductores) de las vías.

Las bandas de estoperoles, como elementos instalados en zonas escolares cuya función es generar en el conductor un efecto sonoro de aceleración del vehículo, que lo induzca a reducir la velocidad de circulación, en cuanto a su eficacia pueden resultar siendo pura apariencia, pues en muchos casos las series de botones son demasiado cortos y bruscos, por lo que los conductores ante el riesgo de daños al sistema de suspensión de sus vehículos tienden a conducir rápido sobre ellos sin experimentar incomodidad; quiere decir que el diseño y colocación errónea de estos produce el efecto exactamente contrario al buscado, o sea que, en lugar de provocar la reducción de velocidad induce al usuario a acelerar.

Existen diversos factores que tienen como consecuencia accidentes de tránsito: afán, cultura ciudadana de los usuarios de las vías, entendiendo como usuarios a conductores de vehículos y peatones y el mantenimiento de la señalización por parte de los entes gubernamentales encargados. Por lo tanto, la prevención de accidentes de tránsito requiere de una fuerte convicción y motivación por parte del gobierno encargado para darle prioridad a la seguridad vial.

En Bogotá, la Secretaria Distrital de Movilidad (SDM) adelanta el programa “Pactos Por La Movilidad Escolar”, el cual tiene por objetivo promover y convocar al desarrollo de acciones colectivas que permitan mejorar las condiciones de movilidad en la ciudad de manera que se beneficien por igual todos los ciudadanos en sus diferentes roles y usos de la ciudad, a través de capacitaciones a docentes y estudiantes en los colegios, diseño de rutas escolares y evaluación de

flota de buses de transporte escolar. Sin embargo, este programa solo se aplica a los colegios que lo solicitan, o a los que se les ofrece el programa y lo aceptan, por lo tanto una buena recomendación es que este programa sea aplicado a todos los colegios de Bogotá de forma obligatoria y regular.

Debe hacerse cumplir la prohibición del estacionamiento de vehículos sobre la acera y pasos peatonales que rodean a las instituciones, dado que los vehículos estacionados en estos lugares obliga a los peatones a realizar maniobras peligrosas, tales como circular por la calzada, se generan numerosos conflictos que en muchas ocasiones acaban produciendo graves accidentes de circulación.

Para evitar los estacionamientos en la vía, pueden controlarse a través de dispositivos instalados sobre la vía (bordillos, bolardos, barreras, presencia de personal policial, etc.), ver Imagen 33. Los carriles excesivamente largos de estacionamiento deben evitarse, ya que obstruyen la visibilidad y crea un corredor que anima al exceso de velocidad por parte de los conductores.

Imagen 33. Ejemplo de bolardos a lo largo de una vía, para evitar el estacionamiento.



Fuente: Proyecto para la Ciudad de Lorca. Manual de seguridad vial para entornos urbanos y catálogo de soluciones.

Se deben desarrollar estrategias de comunicación que estén dirigida a padres, alumnos, peatones, pasajeros, conductores, autoridades y profesores para informarles sobre medidas que se deben adoptar para mejorar la seguridad en las rutas hacia y alrededor de las escuelas. Darle cumplimiento a la Ley 1503 del 2011 “*Por la cual se promueve la formación de hábitos, comportamientos y conductas seguras en la vía y se dictan otras disposiciones*”, aportar en la formación de criterios prudentes para la toma de decisiones en situaciones de desplazamiento o

de uso de la vía pública, dado que la educación vial no se basa solo en el conocimiento de normas y reglamentaciones, sino también en hábitos, comportamientos y conductas. La enseñanza en educación vial no solo debe establecerse como obligatoria desde la educación Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y que quede registrado en una ley, sino que debe darse cumplimiento y hacerse la respectiva verificación de los mismos, ya que dentro de las zonas escolares que se visitaron, los niños manifestaron no recibir clases de esto, sino una vez al año manifestaban que se realizaba alguna actividad dentro de la escuela donde se promueve la educación vial.

La señalización deficiente puede convertirse en una causa frecuente de accidentes de tránsito. Para los conductores de paso, una señalización informativa deficiente puede dar lugar a la accidentalidad, dado que los conductores circulan distraídos cometiendo infracciones. Una escasa señalización vertical que recuerde la limitación de velocidad dará lugar a velocidades inadecuadas, por su parte, una ausencia de marcas viales fomentará el estacionamiento inadecuado, cruces o giros no permitidos, etc.

Para controlar los excesos de velocidad, existen opciones en la implementación de resaltos portátiles anclados a la vía que obligan a los conductores a reducir la velocidad a casi cero y por lo tanto se genera mayor seguridad dentro de las zonas escolares.

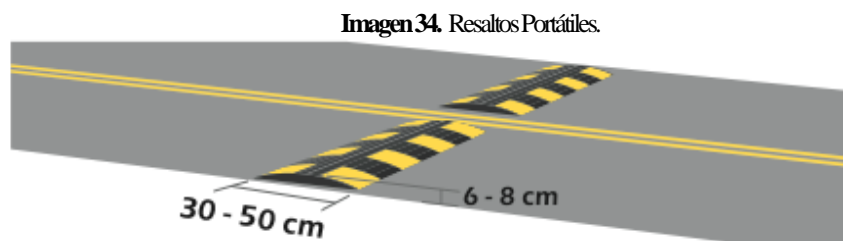
Estudios a nivel mundial han demostrado que la implementación de resaltos portátiles, ha generado efectos positivos en la reducción de la velocidad, estos deben implementarse en áreas amplias. A continuación en la Tabla 26 se mencionan algunas medidas que han resultado positivas, donde se evidencia claramente que la adecuada utilización de estos dispositivos en promedio reduce la velocidad en un 18%.

Tabla 26. Resumen efectos de estudios de medidas de pacificación del tráfico

País	Medida	Resultados
Holanda y Francia	Resaltos	Reducción de la velocidad en 25% y Reducción de choque a un 60%.
Dinamarca	Resaltos	Reducción de la velocidad en 11 km/h.
Holanda	Glorietas	Reducción de la velocidad en 20%, Reducción de choque en un 5% y Reducción de heridos en un 25%.
Reino Unido	Resaltos	Reducción de la velocidad en 14%.
Reino Unido	Resaltos y Rampas reductoras de velocidad	Velocidad reducida en 14 km/h.
Estados Unidos	Resaltos y Glorietas menores	Velocidad reducida en 14 %.

Fuente: Elaboración propia. Datos Synthesis of safety research related to speed and speed management.

Dentro del Manual de Señalización Vial de Colombia, se establecen como reductores de velocidad, los resaltos portátiles temporales, Imagen 34 para retenes policiales o en zonas escolares a las horas de salida de los estudiantes, pero no es una buena opción ponerlos y quitarlos todos los días en el caso de las zonas escolares sino establecerlos de forma permanente dentro de las vías en las que sea necesario, dados los altos índices de accidentalidad.



Fuente: Manual de Señalización Vial: dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia.

Un importante caso para mencionar se presenta en la zona del barrio Galerías de Bogotá (Calle 53B con Carrera 27), los reductores de velocidad han aportado un 100% en la disminución de eventos viales y han aportado a la protección de la integridad de los usuarios de la malla vial de Bogotá. Se trata de medidas de gestión que conlleven a la pacificación del tránsito en pro de una movilidad más segura. El dispositivo utilizado para reducir la velocidad de los vehículos en la calle 53B con Carrera 27 se le conoce con el nombre de resalto portátil, que acompañado de un correcto diseño de señalización puede ser uno de los elementos más efectivos para cumplir con este objetivo. La medida fue implementada en Noviembre de 2012 y desde esa fecha, según las

investigaciones que adelanta la Dirección de Seguridad Vial, en esta intersección no se ha reportado ningún accidente, evidenciando la efectividad de la medida.

Imagen 35. Implementación de dispositivos para regular la velocidad, ejemplo Galerías, Bogotá.

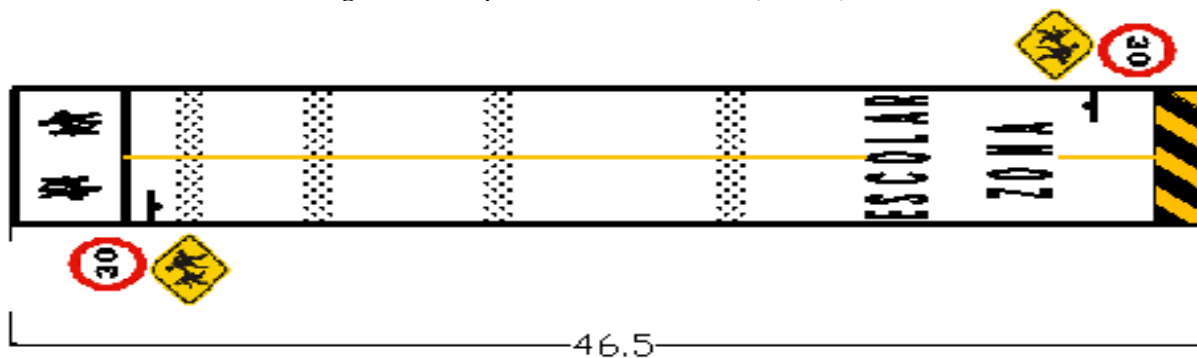


Fuente: Propia

Para complementar la principal alternativa recomendada, la cual es la implementación de resaltos portátiles en las zonas escolares, se generó una comparación en costos de implementar un (1) diseño tipo de zona escolar (diseño # 1 – Imagen 36), con el remplazo de las bandas de estoperoles, por resaltos portátiles (diseño # 2 – Imagen 37).

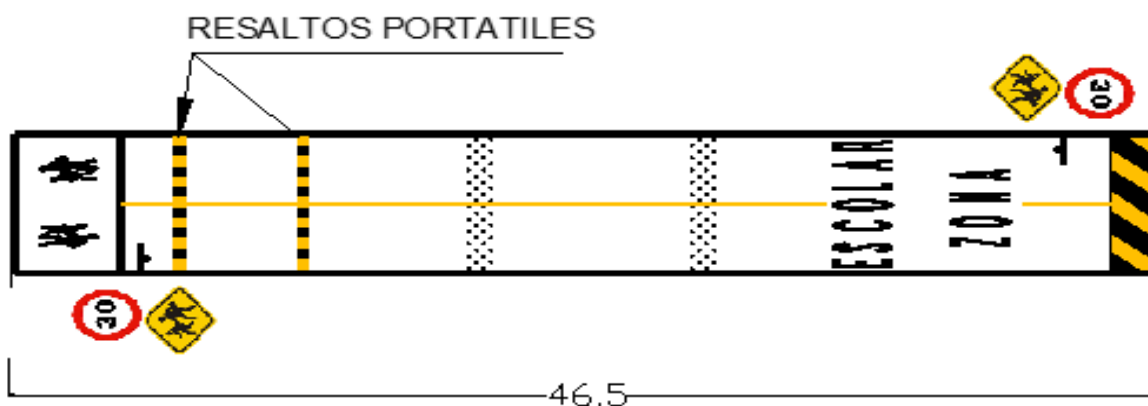
Las cantidades están definidas para una vía bidireccional con sección vial de siete (7) metros y una longitud de intervención en demarcación de 46.5 metros. Para este diseño se incluye una señal dúplex con tableros de 60 cm (vías locales) para cada sentido de operación.

Imagen 36. Diseño tipo de señalización Zona Escolar (diseño #1)



Fuente: Grupo de señalización, Dirección de Control y Vigilancia, SDM

Imagen 37. Diseño con reemplazo de 2 bandas de estoperoles por resaltos portátiles (diseño #2)



Fuente: Grupo de señalización. Dirección de Control y Vigilancia. SDM

En la Tabla 27, se muestra la comparación de costos, que se da al implementar los diseños de señalización vial descritos anteriormente; lo que se observa es que al implementar el diseño # 2, los costos aumentan en un 30% (\$ 1.143.588), con respecto al diseño # 1, pero que en cuanto a resultados otorgados, el diseño #2 ofrece mejoras comparados con el diseño #1.

Tabla 27. Comparación de costos, diseño #1 - diseño #2.

ITEM	UNIDAD	DISEÑO # 1		DISEÑO # 2	
		CANTIDAD	COSTO	CANTIDAD	COSTO
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL					
Suministro y aplicación de pintura Acrílica base solvente marcas viales sin microesfera, espesor seco 9 mils y 51% de sólidos por volumen, incluye pictogramas.	m2	25.6	\$1.125.288	25.6	\$1.125.288
Suministro y aplicación de resina Termoplástica a = 12 cm, para líneas de demarcación, incluye microesfera y espesor seco 90 mils.	ml	182.8	\$727.726	182.8	\$727.726
Suministro e instalación de estoperoles de 10 cm de diámetro y 2.5 cm de altura (con separación de acuerdo con la normatividad vigente).	UN	176	\$949.344	88	\$474.672
Suministro e instalación de Resalto portátil en caucho, incluye transportes (longitud de un metro).	UN	-	-	12	\$1.618.260
Suministro y aplicación imprimante acrílico negro, espesor seco 4 mils y 50% de sólidos por volumen.	m2	25.6	\$311.020	25.6	\$311.020
Suministro y aplicación imprimante acrílico negro 15 cm, espesor seco 4 mils y 50% de sólidos por volumen.	ml	182.8	\$192.248	182.8	\$192.248
SEÑALIZACIÓN VERTICAL					
Suministro e instalación de Señal doble de 50 cms, reflectivo Alta intensidad, en lámina galvanizada, pedestal en ángulo SP/SR-47/SR-30(30)	UN	2	\$444.344	2	\$444.344
		TOTAL	\$3.749.970	TOTAL	\$4.893.558

Fuente: Grupo de señalización. Dirección de Control y Vigilancia. SDM

Es más viable implementar diseños, que en cuanto a costos son más altos, pero en el tiempo se van a poder obtener resultados de mejoras en cuanto a índices de accidentalidad y por lo tanto esos altos costos no van a resultar siendo tan “altos”; adicional, la implementación del diseño #2, el cual incluye resaltos portátiles, tendrá una vida útil mayor que la de los estoperoles implementados hoy día.

Por otro lado se recomienda implementar indicadores digitales de velocidad, los cuales detectan automáticamente la velocidad de circulación de los vehículos que pasan por la zona de detección,

ofreciendo información precisa a los conductores a través de un display LED, Ver Imagen #38, es ideal para aumentar la seguridad en zonas sensibles como por ejemplo cercanía a escuelas, curvas y cruces peligrosos, hombres trabajando, etc. Como complemento, se le puede agregar un flash que simule la captura de una infracción cuando se supere la velocidad máxima permitida y llamar así la atención de los conductores.¹³

Imagen 38. Ejemplo de señalización dinámica.



Fuente: http://www.dynagroup.com.ar/e_productos_indicadores_indicador_velocidad.html

¹³ “Cumplimiento de los límites de velocidad - Detección y cumplimiento - Productos - SWARCO Latin America,” accessed September 22, 2014, <http://www.swarco.com/latinamerica/Productos/Detección-y-cumplimiento/Cumplimiento-de-los-límites-de-velocidad>.

CONCLUSIONES

De acuerdo con la información revisada sobre diseños de señalización de zonas escolares en otros países, es posible concluir que la determinación de un diseño tipo en nuestro caso, por sí solo no es suficiente para lograr el objetivo de la reducción de velocidad y por ende la disminución de la accidentalidad vial. Es importante recalcar que el comportamiento de los usuarios no solo se ve influenciado por la presencia de dispositivos para el control de tránsito en zonas escolares, sino con permanentes campañas en vía y en los centros educativos, con el propósito de lograr concientizar a los usuarios sobre la importancia de acatar la señalización.

Se debe reconocer, que la falta de información registrada en los Informes Policiales de Accidentes de Tránsito - IPAT, genera dificultades, para determinar los factores de riesgo asociados a la accidentalidad; pero de igual manera se logra establecer, mediante un análisis estadístico y característico de la accidentalidad, los factores de riesgo más relevantes identificados en los diferentes informes recuperados para las cinco zonas escolares de estudio.

Se logró determinar, que la causa probable de ocurrencia de accidentes de tránsito más reportada en los IPAT es “Otra – Sin establecer” ya que al momento de diligenciar, las causas no se logran identificar claramente, dado que, se implementa después de ocurrir los hechos, y por otro lado, los que registran la información difieren de las ya codificadas por el Ministerio de Transporte.

Se identificó, que en su mayoría los accidentes reportados fueron choques (86%), ya sea entre automóvil – automóvil o motocicleta – automóvil, seguido de atropello con un 14%. Por otro lado se identificó que la edad y el género son factores que influyen directamente sobre la accidentalidad; la edad promedio de los conductores y peatones involucrados en los accidentes lo presentó las edades entre 26 a 30 años (20%), seguidas de 31 a 35 años y 41 a 45 años, cada uno con el 16% y 13% respectivamente, de igual manera se observó que el género masculino con el 88% fue el mayor género involucrado en los accidentes que reportaron entre el 2007 y 2013.

Con relación a los diseños de señalización aprobados por la Secretaría Distrital de Movilidad y la implementación de los mismos, se encontraron diferencias, entre otras posibles causas debido al mal estado de la vía, que no permite la adherencia de la pintura reflectiva o haría que su durabilidad fuera menor.

En cuanto al estudio observacional que se realizó, se concluye que tanto los peatones como los conductores, no tienen una percepción del riesgo adecuada, ya que estos tienen actitudes y aptitudes no aptas en el comportamiento cuando se ven enfrentados a situaciones que podrían incurrir en un accidente, como por ejemplo no mirar antes de cruzar una vía, no esperar el cambio de semáforo para cruzar, entre otras.

A la pregunta ¿Cuándo está transitando por una vía, usted identifica en qué momento se encuentra en una zona escolar?, de los peatones entrevistados el 37%, respondió no saber, ni darse cuenta cuando se estaba transitando por una zona escolar, porcentaje representativamente alto, no variando mucho en condición de después; en cuanto a los conductores el 80% en condición antes y el 67% en condición después, respondieron a si darse cuenta en qué momento se encontraban en una zona delimitada escolarmente.

Por otro lado a preguntas como ¿Qué precaución tiene cuando transita por una vía?, ¿Considera que la instalación de la señalización es de utilidad? y Califique de 1 a 5 el estado de la señalización en esta zona escolar, se puede concluir según lo observado y encontrado en las respuestas a las encuestas realizadas, porcentajes importantes de certeza y aceptación, de los peatones y los conductores; estas respuestas obtenidas es un comportamiento esperado por parte de ellos, ya que las personas van a tender a responder que se comportan de la mejor manera y muy pocos van a ser sinceros y evaluar su comportamiento real dentro de la vía.

Un elemento crucial en las zonas escolares es la reducción de velocidad, por lo cual se implementan los reductores con diseños de cuatro franjas de estoperoles como medida para apaciguar el tráfico y minorar los accidentes, sin embargo, se encontró que estos dispositivos no están cumpliendo con la función para la cual fueron diseñados, al mismo tiempo, se pone en evidencia la falta de cultura por parte de los conductores dado que no están siendo responsables con el cumplimiento de las normas de tránsito.

Los conductores habituales de la vía se consideran son los que tienden a no cumplir la reducción de la velocidad, por lo tanto se deben evaluar otras alternativas que obliguen a los conductores habituales y no habituales a reducir la velocidad en las zonas estipuladas, y no a que algunos conductores osados aumenten la velocidad. Así mismo, se debe realizar seguimiento al cumplimiento del límite máximo de velocidad que se reglamente en las zonas escolares.

Se encontró que el 66% de los conductores que transitan por las zonas de estudio, sobrepasan el límite de velocidad permitido (velocidad media 34 km/h), siendo esto un alto porcentaje, como indicativo que alienta a tomar medidas de pacificación y cumplimiento de las normas de tránsito.

Como resultado de este trabajo de grado se pudo establecer que la reducción de velocidad producto de la instalación de señalización y demarcación de zonas escolares con la banda de estoperoles establecida en el Manual de Señalización Vial (Resolución 1050 de 2004), no es estadísticamente ni ingenierilmente significativa con relación a la velocidad registrada sin ningún dispositivo en vía, dado que se presentan valores altos de desviación estándar y las velocidades medidas antes se encuentran en el mismo rango de las velocidades medidas después; los datos comprueban lo observado en campo en cuanto a que los vehículos tienden a aumentar la velocidad o a seguir una misma conducta frente a la presencia de estos dispositivos como reductores de velocidad, por lo tanto las bandas de estoperoles no están generando ningún efecto en el cambio de la velocidad.

Como alternativa principal de dispositivos de control, que ayuden en la regulación de la velocidad en zonas escolares, son los resaltos portátiles, ya que es una medida que lleva a la pacificación del tránsito en pro de una movilidad más segura, ya que generan en los conductores un alto impacto de reducción de velocidad; por otra parte se recomienda la ubicación de pasos seguros supervisados por los guías de movilidad, ya que con esta medida se pretende que los estudiantes puedan cruzar de manera segura y controlada las vías aledañas a las instituciones. Las medidas se deben implementar antes de la ocurrencia de los siniestros y no después de que haya acontecido, pues implica costos adicionales además de la afectación moral de los familiares de los involucrados en un accidente de tránsito.

RECOMENDACIONES

Se recomienda, realizar una capacitación e inducción sobre el Manual para el Diligenciamiento de los Informes Policiales de Accidentes de Tránsito - IPAT a los diferentes agentes encargados de diligenciar los informes, ya que estos no tienen la capacidad de establecer las hipótesis causal de los accidentes, generando así que no se permitan establecer correctivos que logren evitar posibles accidentes en cada zona, para ello es recomendable aplicar evoluciones semestrales, para que se midan los conocimientos sobre los procedimientos a seguir para atender de la mejor manera posible los accidentes de tránsito y de igual manera se recomienda que se re-estructure la información solicitada en los IPAT, pues la información es insuficiente para generar posibles análisis.

Con relación a recomendaciones sobre el comportamiento identificados en este trabajo se recomienda:

- Impartir formación en educación vial a lo largo de la vida estudiantil, porque el tráfico y su entorno forma parte permanente de la vida de cualquier persona, es decir desde preescolar, básica primaria y básica secundaria, ya que de esta manera se irán afianzando, reforzando y poniendo en marcha todos los conceptos que a seguridad vial se refieren, dado que la educación desde temprana edad crea hábitos en el niño que a su vez determinan formas de conducta que pueden resultar beneficiosas cuando el niño se haga adulto.
- Es necesario que existan cruces peatonales en todas las intersecciones de acceso al colegio, ya que estos son uno de los mayores peligros a los que deben enfrentarse día a día los niños en el camino de la casa al colegio o viceversa y estos deben tener como mínimo las siguientes especificaciones:
 - Visibilidad: Debe existir una visibilidad clara para los peatones como para los conductores, evitando así la ocurrencia de accidentes. Para que esto se dé, se debe prohibir el estacionamiento unos metros antes y después de los cruces peatonales.
 - Señalización: La señalización vial, se debe encontrar en las mejores condiciones, para que esta sea visible de día como de noche, e indique con claridad la información que se desea transmitir.

- **Semaforización:** En el caso que sea necesario de acuerdo con la metodología empleada para la priorización de intersecciones para semaforizar, es recomendable la instalación de semáforos actuados para que los peatones puedan accionar la fase peatonal y así proteger el paso de los altos volúmenes de peatones durante las horas de entrada y salida de los estudiantes, y de esta manera en los otros momentos del día, no existirá la fase peatonal, por cuanto el flujo vehicular circularía sin restricción o a flujo libre.
- **Control de la velocidad:** La disminución de la velocidad de los vehículos en las proximidades de un paso de peatones es fundamental para reducir posibles situaciones de riesgo de ocurrencia de un accidente. Para disminuir la accidentalidad es conveniente, instalar señales de tráfico que obliguen a los vehículos a reducir la velocidad en los alrededores de las zonas escolares, con la implementación de resaltos portátiles elaborados en caucho o llanta.
- Para el caso de Colombia y específicamente de Bogotá, la parada de los buses no tiene normatividad, es por ello que se recomienda que los paraderos estén ubicados en tramos rectos, alejados de las zonas de carga y descarga de mercancías. Por otro lado se recomienda establecer medidas que limiten o eliminen la parada continua de los automóviles de los padres que llegan a dejar o recoger a sus hijos. En este sentido se recomienda la instalación de bordillos o bolardos que impidan el estacionamiento de los vehículos.
- Se recomienda que por parte de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, se realicen seguimientos a los diferentes dispositivos de señalización implementados, para que se tengan indicadores de funcionalidad para toda la ciudad, y de esta manera se puedan realizar correctivos.
- La señalización debe ser parte de un sistema integral, por lo tanto se recomienda mayor supervisión en la ejecución de proyectos y que dicha señalización no se lleve a cabo solo en la vía frente al colegio, sino en las demás vías aledañas que ayuden a difundir el efecto esperado.

- Se recomienda la implementación de resaltos portátiles como reductores de velocidad en zonas escolares que obligan a los conductores a detenerse y así mismo se reducen los siniestros y víctimas, se evidencia de esta forma la efectividad y el impacto positivo que puede llegar a tener la correcta implementación de este tipo de elementos, especialmente en lugares con alta ocurrencia de accidentalidad donde pese a la existencia de señalización, el desacato a esta origina eventos de accidentalidad.

A partir del desarrollo de este trabajo de grado, como posibles temas para adelantar futuros proyectos de grado o investigaciones, se recomiendan los siguientes:

- Realizar un estudio más profundo sobre uno de los elementos que incide en la accidentalidad vial, tal como el factor humano, es decir el comportamiento de los conductores y peatones, ya que este es uno de los principales factores de riesgo en la ocurrencia de accidentes de tránsito.
- Realizar estudios sobre la efectividad de los diferentes dispositivos de control de velocidad instalados en la ciudad, no solamente en zonas escolares como se evaluó en este estudio, para compararlos y determinar cuál podría ser más efectivo.
- Realizar análisis de accidentalidad vial en las zonas identificadas como críticas por la gravedad de los eventos registrados y proponer medidas que tiendan a su reducción.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Mayor de Bogotá. 2002. *La Accidentalidad Vial En Bogotá D.C.* 1a ed.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. 2014. “Decreto 364 de 2013.” *Secretaría Distrital de Planeación*. Accessed May 2. http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/POT_2020/POT.
- Aljanahi, A. A. M, A. H Rhodes, and A. V Metcalfe. 1999. “Speed, Speed Limits and Road Traffic Accidents under Free Flow Conditions.” *Accident Analysis & Prevention* 31 (1–2): 161–68. doi:10.1016/S0001-4575(98)00058-X.
- Box, Paul C. 1985. *Manual de Estudios de Ingeniería de Tránsito*. 4a ed. México: Representaciones y Servicios de Ingeniería.
- Departamento de seguridad vial. “Informe Sobre Comportamientos Peatonales En España”. RACE. http://www.elpais.com/elpaismedia/ultimahora/media/200909/16/espana/20090916elpepunac_1_Pes_PDF.pdf.
- Elizabeth J. Young, and Karen K. Dixon. 2003. “The Effects of School Zones on Driver Behavior”. Georgia Institute of Technology School of Civil & Environmental Engineering Atlanta, GA.
- Fondo de Prevencion Vial. 2011. *Anuario Estadístico de Accidentalidad Vial Colombia*.
- Gitelman, Victoria, Doron Balasha, Roby Carmel, Limor Hendel, and Fany Pesahov. 2012. “Characterization of Pedestrian Accidents and an Examination of Infrastructure Measures to Improve Pedestrian Safety in Israel.” *Accident Analysis & Prevention* 44 (1): 63–73. doi:10.1016/j.aap.2010.11.017.
- Harruff, Richard C., Anne Avery, and Amy S. Alter-Pandya. 1998. “Analysis of Circumstances and Injuries in 217 Pedestrian Traffic Fatalities.” *Accident Analysis & Prevention* 30 (1): 11–20. doi:10.1016/S0001-4575(97)00057-2.
- Ipingbemi, O., and A.B. Aiworo. 2013. “Journey to School, Safety and Security of School Children in Benin City, Nigeria.” *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 19 (July): 77–84. doi:10.1016/j.trf.2013.03.004.
- Kattan, Lina, Richard Tay, and Shanti Acharjee. 2011. “Managing Speed at School and Playground Zones.” *Accident Analysis & Prevention* 43 (5): 1887–91. doi:10.1016/j.aap.2011.04.009.
- Lassarre, Sylvain, Eleonora Papadimitriou, George Yannis, and John Golias. 2007. “Measuring Accident Risk Exposure for Pedestrians in Different Micro-Environments.” *Accident Analysis & Prevention* 39 (6): 1226–38. doi:10.1016/j.aap.2007.03.009.

Mesa Mateus, Fabián Leonardo. 2007. “Criterios de Seguridad Vial Para El Diseño de Señalización En Vías de Bajas Especificaciones Geométricas [Recurso Electrónico]”. Tesis de Pregrado, Bogotá: Universidad Javeriana.

Ministerio de Transporte. 2004. “MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL: Dispositivos Para La Regulación Del Tránsito En Calles, Carreteras Y Ciclorrutas de Colombia.”

———. 2012. *Resolución 11268 de 2012, “Por la cual se adopta en nuevo Infome Policial de Accidentes de Tránsito (IPAT), su Manual de Diligenciamiento y se dictan otras disposiciones”*.

———. 2013. *Resolución 1236 de 2013, “Por la cual se adiciona señales alternativas al “Manual de Señalización Vial – Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia”*.

Moudon, Anne Vernez, Lin Lin, Junfeng Jiao, Philip Hurvitz, and Paula Reeves. 2011. “The Risk of Pedestrian Injury and Fatality in Collisions with Motor Vehicles, a Social Ecological Study of State Routes and City Streets in King County, Washington.” *Accident Analysis & Prevention* 43 (1): 11–24. doi:10.1016/j.aap.2009.12.008.

“OMS | Informe Europeo sobre prevención de lesiones en la población infantil.” 2008. <http://www.seguridadvialinfantil.org/es/publicacion/informe-europeo-sobre-prevencion-de-lesiones-en-la-poblacion-infantil/>.

“OMS | Informe Mundial Sobre Prevención de Las Lesiones En Los Niños.” 2013. WHO. http://www.who.int/violence_injury_prevention/child/injury/world_report/report/en/.

“OMS | Informe Mundial Sobre Prevención de Los Traumatismos Causados Por El Tránsito.” 2014. WHO. Accessed April 10. http://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/es/.

“OMS | Informe Sobre La Situación Mundial de La Seguridad Vial.” 2013a. WHO. http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/es/.

“OMS | Informe Sobre La Situación Mundial de La Seguridad Vial 2013.” 2013b. WHO. Accessed September 11. http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/es/.

Pablo Páramo, and Andrea Milena Burbano Arroyo. 2011. “Género Y Espacialidad: Análisis de Factores Que Condicionan La Equidad En El Espacio Público Urbano.”

Peñalva, Miguel Ángel Pérez, and Ole Thorson Jorgensen. 2006. *Diseño de una carretera versus el comportamiento de los conductores: adelantamiento, velocidad y distancia de visibilidad*. Servei de Comunicació Institucional de la UPC.

Prato, Carlo Giacomo, Victoria Gitelman, and Shlomo Bekhor. 2012. “Mapping Patterns of

- Pedestrian Fatal Accidents in Israel.” *Accident Analysis & Prevention* 44 (1): 56–62. doi:10.1016/j.aap.2010.12.022.
- Rosenbloom, Tova, Adar Ben-Eliyahu, and Dan Nemrodov. 2008. “Children’s Crossing Behavior with an Accompanying Adult.” *Safety Science* 46 (8): 1248–54. doi:10.1016/j.ssci.2007.07.004.
- Rosenbloom, Tova, Matan Haviv, Ariela Peleg, and Dan Nemrodov. 2008. “The Effectiveness of Road-Safety Crossing Guards: Knowledge and Behavioral Intentions.” *Safety Science* 46 (10): 1450–58. doi:10.1016/j.ssci.2007.11.001.
- Scott A. Coorner., Kay Fitzpatrick, Mark D. Wooldridge, and Garry L. Ford. 2004. “Traffic Operations and Safety at Schools: Recommended Guidelines.”
- Secretaría Distrital de Movilidad. 2013. *Análisis estadístico, menores muertos, hospitalizados y valorados en la ciudad de Bogotá, 2007 - 2012.*
- SUNSTEIN, Cass R. 2009. *Leyes de Miedo. Más Allá Del Principio de Precaución.* Katz Editores.
- Sze, N.N., and S.C. Wong. 2007. “Diagnostic Analysis of the Logistic Model for Pedestrian Injury Severity in Traffic Crashes.” *Accident Analysis & Prevention* 39 (6): 1267–78. doi:10.1016/j.aap.2007.03.017.
- Téllez Rojas, Jeison F. 2013. “Seguridad Vial. Metodología de Evaluación de Seguridad Vial Para Viajes Escolares”. Tesis de Pregrado, Bogotá D.C: Universidad de los Andes.
- Torres, Mariela, and Karim Paz. s.f. “Tamaño de Una Muestra Para Una Investigación de Mercado.” http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf.
- Transporte, Bogotá (Colombia) Alcaldía Mayor Secretaría de Tránsito y, and William Fernando Camargo Triana. 2005. *Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y del transporte.* Alcaldía Mayor.
- Williams, Allan F., Sergey Y. Kyrychenko, and Richard A. Retting. 2006. “Characteristics of Speeders.” *Journal of Safety Research* 37 (3): 227–32. doi:10.1016/j.jsr.2006.04.001.
- Yu, Jie, Nan Zou, Yue Liu, Lianning Fu, Liya Liu, and Ann Yuan. 2012. “Childhood Road Safety Behaviors in China: A Cross-Sectional Study of Guangzhou City.” *Traffic Injury Prevention* 13 (6): 620–30. doi:10.1080/15389588.2012.670814.
- Zeedyk, M. Suzanne, and Laura Kelly. 2003. “Behavioural Observations of Adult–child Pairs at Pedestrian Crossings.” *Accident Analysis & Prevention* 35 (5): 771–76. doi:10.1016/S0001-4575(02)00086-6.

ANEXO 2

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES
(Licencia de uso)**

Bogotá, D.C., 30 de Septiembre de 2014

Señores
Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J.
Pontificia Universidad Javeriana
Ciudad

Los suscritos:

<u>PAULA ANDREA LOPEZ AGUDELO</u>	, con C.C. No	<u>1.018.455.191</u>
<u>ANDREA ALVAREZ GARZON</u>	, con C.C. No	<u>1.136.882.861</u>

En mí (nuestra) calidad de autor (es) exclusivo (s) de la obra titulada:
EVALUAR EL EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL EN CINCO ZONAS ESCOLARES DE BOGOTÁ.

Tesis doctoral	<input type="checkbox"/>	Trabajo de grado	<input checked="" type="checkbox"/>	Premio o distinción:	Si	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
----------------	--------------------------	------------------	-------------------------------------	----------------------	----	--------------------------	----	-------------------------------------

cual: presentado y aprobado en el año 2014, por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Pontificia Universidad Javeriana para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autorizan a la Pontificia Universidad Javeriana, a los usuarios de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J., así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado un convenio, son:

AUTORIZO (AUTORIZAMOS)	SI	NO
1. La conservación de los ejemplares necesarios en la sala de tesis y trabajos de grado de la Biblioteca.	X	
2. La consulta física (sólo en las instalaciones de la Biblioteca)	X	
3. La consulta electrónica - on line (a través del catálogo Biblos y el Repositorio Institucional)	X	
4. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer	X	
5. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet	X	
6. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previo convenio perfeccionado con la Pontificia Universidad Javeriana para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la

titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

De manera complementaria, garantizo (garantizamos) en mi (nuestra) calidad de estudiante (s) y por ende autor (es) exclusivo (s), que la Tesis o Trabajo de Grado en cuestión, es producto de mi (nuestra) plena autoría, de mi (nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy (somos) el (los) único (s) titular (es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Pontificia Universidad Javeriana por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.



De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Pontificia Universidad Javeriana está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

NOTA: Información Confidencial:

Esta Tesis o Trabajo de Grado contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de una investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

Si No

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta, tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

NOMBRE COMPLETO	No. del documento de identidad	FIRMA
PAULA ANDREA LOPEZ AGUDELO	1.018.455.191	
ANDREA ALVAREZ GARZON	1.136.882.861	

FACULTAD: INGENIERIA

PROGRAMA ACADÉMICO: INGENIERIA CIVIL

ANEXO 3

BIBLIOTECA ALFONSO BARRERO CABAL, S.J.
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO

FORMULARIO

TÍTULO COMPLETO DE LA TESIS DOCTORAL O TRABAJO DE GRADO			
EVALUAR EL EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL EN CINCO ZONAS ESCOLARES DE BOGOTÁ			
SUBTÍTULO, SI LO TIENE			
AUTOR O AUTORES			
Apellidos Completos		Nombres Completos	
LOPEZ AGUDELO		PAULA ANDREA	
ALVAREZ GARZON		ANDREA	
DIRECTOR (ES) TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO			
Apellidos Completos		Nombres Completos	
HERRERA MEDINA		ANA PATRICIA	
FACULTAD			
INGENIERIA			
PROGRAMA ACADÉMICO			
Tipo de programa (seleccione con "x")			
Pregrado	Especialización	Maestría	Doctorado
X			
Nombre del programa académico			
Ingeniería Civil			
Nombres y apellidos del director del programa académico			
María Patricia León Neira			

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:						
Ingeniero Civil						
PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o tener una mención especial):						
CIUDAD		AÑO DE PRESENTACIÓN DE LA TESIS O DEL TRABAJO DE GRADO			NÚMERO DE PÁGINAS	
BOGOTÁ		2014			143	
TIPO DE ILUSTRACIONES (seleccione con "x")						
Dibujos	Pinturas	Tablas, gráficos y diagramas	Planos	Mapas	Fotografías	Partituras
		X				
SOFTWARE REQUERIDO O ESPECIALIZADO PARA LA LECTURA DEL DOCUMENTO						
<p>Nota: En caso de que el software (programa especializado requerido) no se encuentre licenciado por la Universidad a través de la Biblioteca (previa consulta al estudiante), el texto de la Tesis o Trabajo de Grado quedará solamente en formato PDF.</p>						
MATERIAL ACOMPAÑANTE						
TIPO	DURACIÓN (minutos)	CANTIDAD	FORMATO			
			CD	DVD	Otro ¿Cuál?	
Vídeo						
Audio						
Multimedia						
Producción electrónica						
Otro ¿Cuál?						

DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS

Son los términos que definen los temas que identifican el contenido. *(En caso de duda para designar estos descriptores, se recomienda consultar con la Sección de Desarrollo de Colecciones de la Biblioteca Alfonso Borrero Cabal S.J en el correo biblioteca@javeriana.edu.co, donde se les orientará).*

ESPAÑOL	INGLÉS
SEÑALIZACIÓN	SIGN POSTS
SEGURIDAD VIAL	ROAD SAFETY
PEATÓN	PEDESTRIAL
ZONA ESCOLAR	SCHOOL ZONE
ACCIDENTE	ACCIDENT

RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

Resumen: La reducción de la velocidad es uno de los factores a tener en cuenta para la disminución e impacto de la accidentalidad. Este estudio involucra la medición del efecto que genera la implementación de la señalización en cinco zonas escolares de Bogotá. Para esto se realizó un estudio descriptivo de la accidentalidad en las zonas para el período comprendido entre los años 2007 y 2013. Se realizaron mediciones de velocidad antes y después de la implementación de la señalización, como uno de los factores más influyentes al analizar las causas de accidentalidad. Finalmente se realizó un estudio observacional del comportamiento por parte de conductores y peatones frente a los dispositivos de señalización instalados en la zona escolar. Se encontró, que la implementación de la señalización donde se incluyen “bandas de estoperoles” no cumplen con la función para los cuales están diseñados y por lo tanto deben evaluarse otras alternativas que si generen un efecto reductor por parte de los vehículos y así mismo se genere una reducción de los accidentes de tránsito.

Abstract: The speed reduction is one of the factors to consider for the reduction and impact of the accident. This study involves the measurement of the effect generated by the implementation of the five schools signaling in areas of Bogota. For this descriptive study was conducted in the accident areas for the period between 2007 and 2013. Velocity measurements were performed before and after implementation of signaling, as one of the most influential factors when analyzing the causes accident. Finally an observational study of behavior was performed by drivers and pedestrians against signaling devices installed in the school zone. It was found that the implementation of signaling where "bands studded" includes not fulfill the function for which they are designed and therefore other alternatives if generate a reducing effect by the vehicles should be evaluated and likewise are generate a reduction in traffic accidents.