

IDENTIFICACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA TECNOLÓGICA
ENFOCADA EN LA SEGURIDAD VIAL EN UNA CARRETERA

JUAN DAVID BETANCUR TABORDA 1.020.426.436

NORBHEY IVAN GOMEZ CASTAÑO 7.552.003

Asesor

Ing. Civil Msc.Ph.D.Cesar Augusto Hidalgo Montoya

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN

FACULTADES DE INGENIERÍA

ESPECIALIZACIÓN EN VÍAS Y TRANSPORTE

MEDELLÍN

2015

CONTENIDO

	Pág.
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	8
1.1 ANTECEDENTES.....	8
1.2 JUSTIFICACIÓN	10
1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	15
1.4 HIPOTESIS.....	16
1.5 OBJETIVO GENERAL	17
1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	17
2. MARCO DE REFERENCIA.....	18
2.1 SEGURIDAD VIAL	19
2.1.1 Inspección Vial.....	22
2.1.2 Gestión de Seguridad Vial.....	23
2.1.3 Educación en Seguridad Vial	24
2.1.4 Auditoria de la Seguridad Vial	25
2.1.5 Normalización y Legislación en Colombia	26
2.1.5.1 Constitución política de Colombia (1991).....	26
2.1.5.2 Ley 769 de 2002 Código nacional de tránsito terrestre.	26
2.1.5.3 SOAT.....	27
2.1.5.4 Resolución 1384 de 2010 Límites de Velocidad.	27
2.1.5.5 Fondo de Prevención Vial.	27
2.1.5.6 Resolución Número 0001236 De 2013 Manual de señalización vial.....	28
2.1.5.7 Manual de diseño geométrico de vías.....	28
2.1.5.8 Concesiones viales.....	28
2.1.5.9 Instituto Colombiano de Medicina Legal y Ciencias Forenses.	29
2.1.5.10 Estatuto del sector Transporte.	29
2.1.5.11 Código Nacional de Tránsito.....	29
2.1.5.12 Superintendencia de Puertos y Transporte.	29
2.1.5.13 Dirección de Tránsito y Transporte de la Policía Nacional (DITRA).	30

	3
2.1.5.14 Manual de accesibilidad.	30
2.1.5.15 Modelo para la prevención de accidentes.	30
2.1.6 Costo de Fallecidos y Lesionados Graves	30
2.2 INFRAESTRUCTURA PARA LA SEGURIDAD VIAL	31
2.2.1 Velocidad en Carreteras	32
2.2.2 Señalización Vial.....	35
2.2.2.1 Señales Verticales.....	36
2.2.2.2 Señalización horizontal.....	39
2.2.2.3 Señalización de calles y carreteras afectadas por obras.....	40
2.2.2.4 Otros dispositivos de regulación para el tránsito.....	42
2.2.2.5 Señalización de las ciclorrutas y vías peatonales	43
2.2.2.6 Semáforos	43
2.2.3 Diseño en condiciones de seguridad vial.....	45
2.2.3.1 Evaluación económica.	45
2.2.3.2 Alineamiento, sección transversal.	46
2.2.3.3 Pendiente longitudinal de la vía y peraltado.....	47
2.2.3.4 Superficie de Rodadura.....	48
2.2.3.5 Complementos al diseño.....	49
2.2.4 Manual de drenajes bajo el criterio de la seguridad vial	49
2.2.4.1 Tipo de secciones.....	50
2.2.4.2 Pocetas o cajas colectoras.....	53
2.2.4.3 Paso de cunetas bajo acceso de predios.....	54
2.2.4.4 Diseño geométrico y estructural para puentes.....	56
2.2.5 Zonas laterales seguras	58
2.2.5.1 Objetivos de seguridad vial de las zonas laterales seguras.....	59
2.2.5.2 Identificación de los elementos potencialmente peligrosos.....	63
2.2.6 Sistemas de contención vehicular.....	64
2.2.7 Sistemas inteligentes de transporte.....	68
2.2.8 Externalidades	72
2.3 IRAP.....	73
2.3.1 ETAPA 1	75
2.3.2 ETAPA 2	76

	4
2.3.3 ETAPA 3	76
2.3.4 ETAPA 4	76
2.3.5 QUE SE ESTÁ HACIENDO A NIVEL MUNDIAL.....	77
2.4 PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL EN COLOMBIA.....	78
2.4.1 PLAN DE ACCIÓN DEL GOBIERNO COLOMBIANO	79
2.4.2 LINEA DE ACCIÓN EN LAS CONCESIONES 4G	80
2.5 MATRIZ MULTICRITERIO	83
2.5.1 Origen de la Matriz.....	84
2.5.2 Objetivos de la Matriz	85
2.5.3 Etapas de la Matriz	85
2.5.4 Métodos de Análisis Multicriterio.....	86
2.5.5 Ventajas	87
3. METODOLOGIA	89
3.1 PLANTILLA DE EVALUACIÓN SEGÚN METODOLOGIA	93
3.2 CALIFICACIÓN DE LOS CAPITULOS EN LA PLANTILLA	105
3.3 RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA PARA EL TRABAJO DE CAMPO.....	105
3.4 DISEÑO DE PLANTILLA.....	106
4. RESULTADOS.....	115
4.1 TRABAJO DE CAMPO	115
4.2 CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE CAMPO.....	126
5. CONCLUSIONES	127
REFERENCIAS.....	130

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Registro de mortalidad por siniestros de tránsito en Colombia.....	12
Figura 2. Porcentajes de muertes violentas en Colombia.	13
Figura 3. Reporte de vehículos involucrados en un accidente con muertos.	14
Figura 4. Tasa a nivel mundial en muertos por 100 mil habitantes	15
Figura 5. Principales hipótesis de las causas de accidentes	35
Figura 6. Formas, colores y presentación de las señales verticales preventivas, reglamentarias e informativas.	38
Figura 7. Colores, forma y presentación de las señales temporales en obra.....	41
Figura 8. Ejemplo de obra peligrosa.	52
Figura 9. Ejemplo de cabezal peligro.	52
Figura 10. Ejemplo de descole peligro	53
Figura 11. Ejemplo de pasos a desnivel peligrosos.	54
Figura 12. Ejemplo de soluciones para descoles.	55
Figura 13. Ejemplo de solución para salida de drenajes.	55
Figura 14. Ejemplo de box culvert, bajo criterio de seguridad vial.....	56
Figura 15. Ejemplo barreras de puente estrechando la vía	57
Figura 16. Ejemplo de baranda de entrada en puente.	57
Figura 17. Índice de mortalidad.....	82
Figura 18. Plantilla de trabajo en Excel.....	108

Figura 19. Muestra de datos generales del tramo en la plantilla.....	109
Figura 20. Muestra de la descripción en la plantilla.	110
Figura 21. Muestra de información de explanación de la vía.	110
Figura 22. Muestra de señalización vertical y horizontal de la plantilla.	111
Figura 23. Muestra del estado de la superficie de rodadura en la plantilla.....	112
Figura 24. Muestra de la zona lateral segura discontinuo de la plantilla.....	113
Figura 25. Muestra de las recomendaciones y calificación final de la plantilla.	113
Figura 26. Evaluación del trabajo de campo en la ubicación K3+020, primera persona	118
Figura 27. Evaluación del trabajo de campo en la ubicación K3+020, segunda persona.....	119
Figura 28. Evaluación del trabajo de campo en la ubicación K5+920, primera persona	121
Figura 29. Evaluación del trabajo de campo en la ubicación K5+920, segunda persona.....	123

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Porcentaje de ponderación para los capítulos de la plantilla de trabajo.	91
Tabla 2. Definición y clasificación de calificación cualitativa.	92
Tabla 3. Información para calificación de la plantilla de trabajo	94

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 ANTECEDENTES

El tema de la seguridad vial en carreteras ha tenido evoluciones recientes en el mundo, porque los enfoques tradicionales han mostrado ser insuficientes para el tratamiento de un problema complejo que involucra numerosas variables, múltiples causas e innumerables actores.

En las dos últimas décadas se ha producido alguna literatura a nivel mundial, así como en Colombia”Algunas de las publicaciones o literaturas a nivel mundial son; Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial, cosevi, costa rica” (avances en seguridad vial en america latina y el Caribe 2010-2012, banco interamericano de desarrollo, división de transporte, Evaluación de la seguridad vial bajo la metodología del iRAP.), pero no se tiene conocimiento de investigaciones anteriores y de publicaciones que aborden el tema en el medio colombiano de la manera como se propone enfocarlo en este trabajo.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) alertó a los gobiernos sobre la mortalidad y la morbilidad producidas por los accidentes viales en todo el mundo, con base en cifras estadísticas que le permitieron calificarla como una pandemia (1.300.000 muertos y 20.000.000 de personas con secuelas incapacitantes cada año). Ante esta alerta, la Organización de Naciones Unidas (ONU) lanzó a finales de octubre de 2009 el Plan de Acción para el Decenio Mundial por la Seguridad Vial (2011-2020) y varios gobiernos han desarrollado sus respectivos Planes

Nacionales de Seguridad Vial. En Colombia, el Plan Nacional de Seguridad Vial, formulado inicialmente para 2011-2016, fue ajustado recientemente por el Ministerio de Transporte para ampliar el período hasta el año 2021.

Las carreteras de América Latina y el Caribe tienen un promedio mundial de 17 muertes por cada 100.000 habitantes, si las tendencias actuales continúan se espera que sea de 31 muertes por cada 100.000 habitantes en 2020. Los países de Latinoamérica pierden en promedio el 2% de su producto interno bruto (PIB) a causa de la morbilidad y la mortalidad ocasionadas por automóviles.

Tanto el Plan Mundial adoptado por la ONU como el Plan Nacional formulado por Colombia incluyen programas y acciones enmarcados en los siguientes cinco pilares estratégicos:

- **Primer pilar:** Mejora de la capacidad de gestión de los gobiernos frente a la inseguridad vial, mediante desarrollos normativos e institucionales orientados a la reducción de la accidentalidad vial y de sus consecuencias.

- **Segundo pilar:** Mejora de la seguridad de los vehículos por parte de la industria automotriz y acciones tendientes a asegurar la continuidad en el tiempo de esa seguridad mediante el adecuado mantenimiento de los vehículos en uso.

- **Tercer pilar:** Mejora de las prácticas de diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura vial, mediante la inclusión del concepto de seguridad vial, que en el pasado estuvo relegado frente a los criterios de economía, capacidad y velocidad.

- **Cuarto pilar:** Mejora del comportamiento humano de los actores de la vía (conductores, pasajeros y peatones) para reducir la accidentalidad mediante la formación de una cultura de autocuidado y de respeto por los demás.

- **Quinto pilar:** Mejora en la atención a las víctimas, especialmente en la atención prehospitalaria y hospitalaria.

Nuestro trabajo se relaciona con el tercero de dichos pilares, enfocado en la mejora de las prácticas como metodología de trabajo.

1.2 JUSTIFICACIÓN

De acuerdo a la importancia que tiene el preservar la vida del ser humano es necesario realizar unas mejoras a las condiciones actuales de las vías para prevenir, reglamentar e informar a los usuarios de los posibles riesgos y los objetos que actualmente se encuentran en la vía por la cual están transitando, generando de este modo respeto hacía las demás personas que usan este servicio, cultura del conductor cuando está realizando su desplazamiento, hacer correcto uso del buen estado que tienen las vías en infraestructura, de otra parte tener presente los semovientes que circulan por algunos sectores, y otro tipo defactores que pueden disminuir la seguridad, para que sea posible reducir los índices de accidentalidad. Mediante la aplicación de elementos tecnológicos novedosos ubicados en sectores de la vía, reconocimiento en el estado actual del diseño geométrico, complementos a la señalización y adecuaciones en el entorno de la vía.

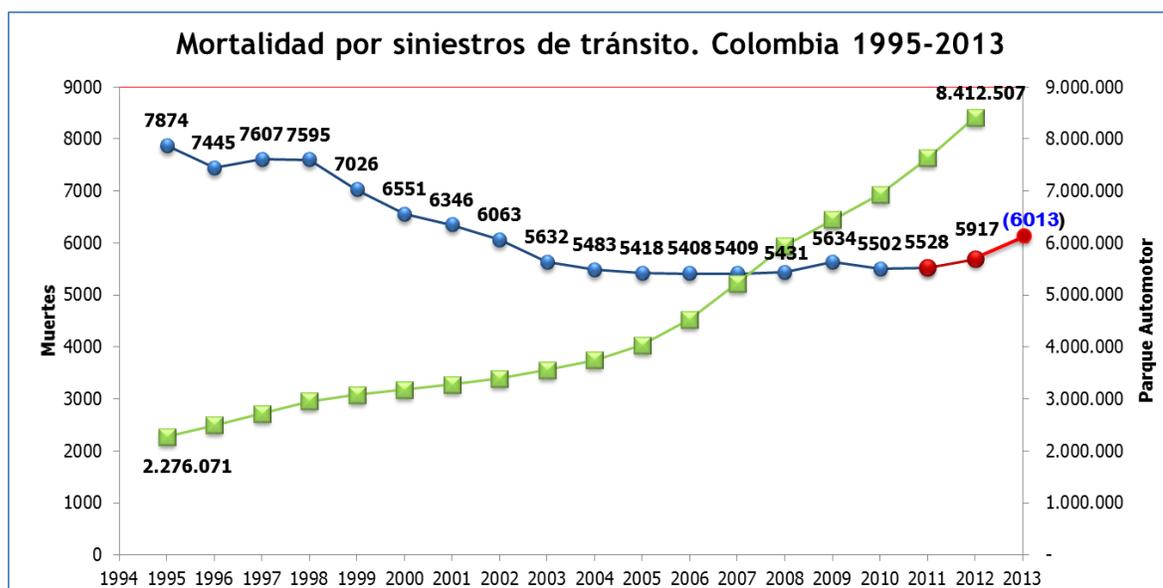
El 10 de Abril de 2014 se reunió la asamblea general de la ONU, para hablar de cómo los accidentes de tránsito se han convertido en una de las principales causas de afectación y mortalidad en cada uno de los países a nivel mundial; era necesario ponerse de acuerdo en emplear estrategias que ayuden a mitigar este problema, pensando en el bien de las personas, especialmente mejorar la seguridad de los niños en las carreteras del mundo, por ser estos los seres más frágiles y vulnerables, por su falta de conocimiento.

Las estadísticas de accidentalidad vial están en aumento y ya se encuentran dentro de las principales causas de muerte violenta, en especial para los jóvenes entre los 14 y 25 años. Esta situación es crítica para los países de desarrollo y Colombia no es ajena a ella, la cifra de muertos en el país aumentó en un 7% entre el 2011 y 2014” Artículo ONU por la seguridad vial, el mundo.com, Noticias; Lunes 21 de Abril de 2014.”

Como consecuencia de las implicaciones sociales y económicas que los accidentes de tránsito traen a los países, se ha decidido nombrar el periodo de 2011- 2020 como la década de la seguridad vial con el objeto de disminuir los índices de accidentalidad y concentrar esfuerzos en pro de vías más seguras para todos los usuarios.

A continuación se muestran unos gráficos que permiten observar la situación de Colombia frente al tema de accidentalidad:

Figura 1. Registro de mortalidad por siniestros de tránsito en Colombia.

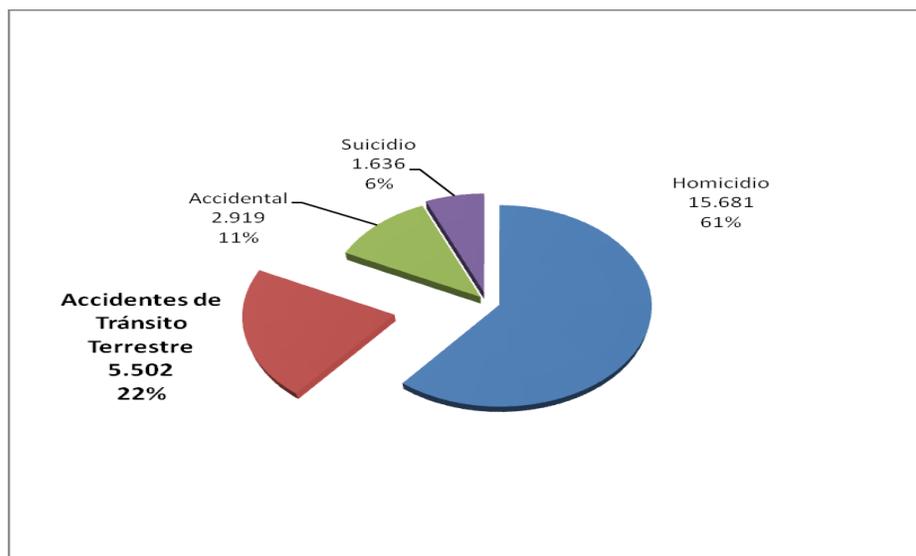


Fuente: Instituto Nacional de Medicina Legal, suministrada el 22 de abril de 2013; procesado por la Dirección de Investigación de la CFPV bajo la metodología de la OMS. Parque Automotor, Registro Único Nacional de Tránsito RUNT, con corte al 31 de diciembre de 2012.

Se evidencia como ha sido el crecimiento del parque automotor desde 1995 hasta el 2013 en un aproximadamente 370%, pasando de presentarse en el país 2'276.071 a 8'412.507 y se espera que siga aumentando cada año; la mortalidad presentó un decrecimiento en 1995 hasta el 2010, pero comenzó a aumentar nuevamente la mortalidad a partir del 2011 y continúa presentando este fenómeno hasta la fecha en relación con el crecimiento del parque automotor.

En 2009 se registraron 5.502 muertes por accidentes de tránsito terrestre, cifra que representa el 22% de las muertes violentas registradas ese año en el país.

Figura 2. Porcentajes de muertes violentas en Colombia.

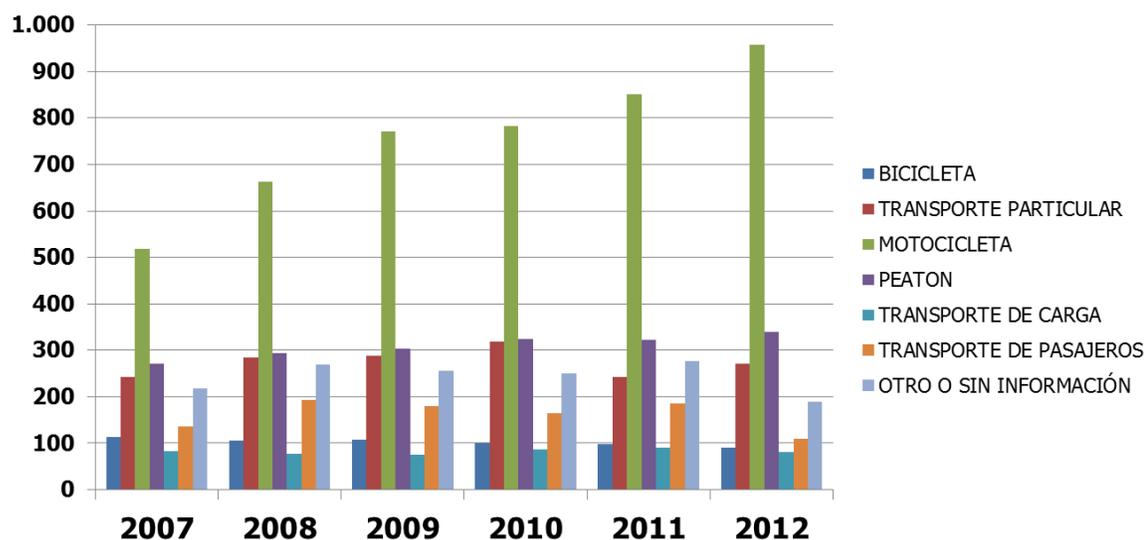


Fuente: ICMLCF

En la gráfica que se muestra en la figura 2, se puede entender mejor algunos de los valores que encontramos en la figura 1, en como fue la distribución de muertes violentas registradas en Colombia para el año 2009, de accidentes de tránsito frente a temas que igualmente se viven día tras día como son los suicidios, muertes causadas de forma accidental y los homicidios, donde las muertes provocadas en accidentes de tránsito han sido la segunda causa que más muertes registra.

En la siguiente gráfica se relaciona estadísticamente los muertos históricos en carretera por condición de usuario.

Figura 3. Reporte de vehículos involucrados en un accidente con muertos.



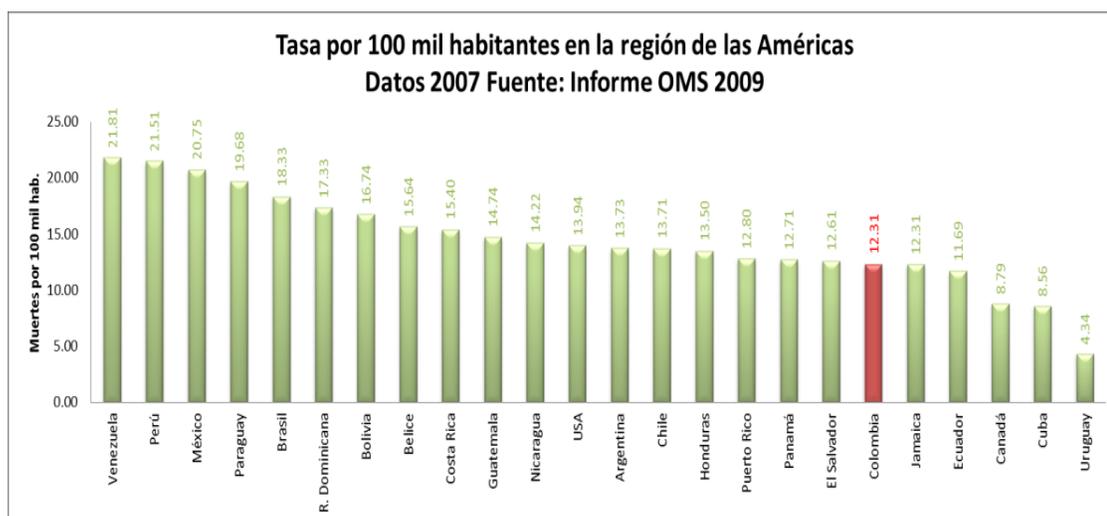
Fuente: Instituto Nacional de Medicina Legal, información reportada con corte 31/12/2012

Procesó: Dirección de Investigación - Corporación Civil para el Fondo de Prevención Vial bajo la metodología OPS.

A partir del 2007 se puede ver como es el crecimiento de muertos que usan como medio de transporte motocicletas, transporte particular, transporte no motorizado; esto se da al crecimiento poblacional que se va presentando cada año y al crecimiento del parque automotor pasando en menos de 6 años a casi el doble de muertos en las vías.

La tasa de mortalidad en accidentes de tránsito por 100.000 habitantes en 2007 situó a Colombia en el lugar 19 entre los 24 países de la región de las Américas.

Figura 4. Tasa a nivel mundial en muertos por 100 mil habitantes



En la gráfica anterior se evalúa, como se encuentra Colombia en la problemática frente a otros países de la región de las Américas el cual se encuentra por encima de países como Jamaica, Ecuador, Canadá, Cuba y Uruguay, de muertes por cada 100 mil habitantes, si se compara frente a la población de cada uno de estos países en Colombia el problema está muy alto este valor, se evidencia la necesidad de tomar medidas para disminuir la inseguridad vial.

1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las carreteras colombianas, en general, presentan algunos sectores con un riesgo de accidentalidad alto los cuales pueden ser producto de factores propios que presenta la vía, es posible mencionar la superficie de rodadura que tenga la vía en su actualidad, la geometría que pueda presentar en segmentos rectos o curvas, las estructuras de contención, las obras de arte, los

taludes cercanos, los terraplenes, objetos fijos como rocas o árboles y de igual manera existen algunos agentes externos diferentes a la vía que también pueden representar un potencial riesgo en la carretera como son las condiciones climatológicas, las decisiones de tipo político-administrativo, las condiciones y pericias del conductor, los problemas de salud, las condiciones del vehículo, entre muchas otras; todo esto se le es evaluado a la infraestructura existente en el momento que se presenta algún accidente de tránsito, para que permita determinar las posibles causas de cómo puedo pasar. El presente trabajo busca realizar unas recomendaciones a través de una metodología externa que se ha sido aplicada a nivel mundial en las carreteras principales de diferentes países, de este modo poder identificar estos factores y así proponer posibles soluciones que permitan mejorar las condiciones actuales de la carretera y de este modo mejorar la seguridad de quien la está usando.

¿Tomando como referencia el iRAP a manera de metodología externa a nuestro país, será posible adaptar esta metodología en las carreteras de Colombia?

1.4 HIPOTESIS

Es posible obtener una metodología simple adaptando a las condiciones de Colombia la metodología llamada iRAP para mejorar la seguridad vial y que pueda ser implementada en vías de cualquier orden mediante una evaluación sencilla.

1.5 OBJETIVO GENERAL

Elaborar una metodología que permita identificar los sitios que presentan mayor riesgo de accidentalidad,.

1.6 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Elaborar un marco conceptual o técnico sobre la seguridad vial.
- Identificar las situaciones que pueden inducir a la accidentalidad en los sitios de mayor riesgo.
- Determinar los elementos que puedan mejorarse para aumentar las condiciones de seguridad vial para todos los usuarios en un tramo de una carretera.
- Proponer soluciones que mejoren las condiciones de seguridad general de la vía, como obras, velocidades y señalización.

2. MARCO DE REFERENCIA

El presente documento pretende hacer una metodología que evalúe las características de una vía vehicular existente, mediante la realización de una evaluación de los aspectos más relevantes desde la óptica de la seguridad vial, proponiendo una ficha o plantilla programada, donde se recopilan y califican los datos obtenidos en campo; esta información se procesa con la implementación de una “matriz multicriterio ponderada” en una hoja programable tipo Excel, que a su vez evalúa, califica y arroja un resultado.

En los próximos párrafos de este capítulo. Ahondamos en la temática de la seguridad vial desde sus definiciones y normatividades, hasta la razón por la cual se usa el procesamiento y calificación mediante una matriz multicriterio, pasando por su definición, características y como se uso para la estrategia de recolección y procesamiento de datos.

Cabe resaltar que se incluyen temas como seguridad, inspección, gestión, educación vial que nos ayudan a contextualizar la seguridad vial, así mismo se hacen unas generalidades sobre diseños viales que contemplen la seguridad desde su inicio. Además se redactan otros temas como los costos que dejan los accidentes y como la tecnología a través de los Sistemas Inteligentes de Tránsito “ITS” mejoran la seguridad en las carreteras.

2.1 SEGURIDAD VIAL

La seguridad vial consiste en la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas, cuando tuviera lugar un hecho no deseado de tránsito. También se refiere a las tecnologías empleadas para dicho fin en cualquier medio de desplazamiento terrestre (ómnibus, camión, automóvil, motocicleta, bicicleta y a pie) (Wikipedia).

Los siniestros viales destruyen parcial o completamente la vida normal de cualquier persona y alteran el presupuesto tanto privado como público en función de los costos que éstos le cuestan al país.

Es preciso definir entonces que es un accidente, para que sea más claro la importancia que toma dentro de la seguridad vial; un accidente cualquier es un suceso que es provocado por una acción violenta y repentina ocasionado por un agente interno o en algunos casos externo que puede ser involuntario y puede dar lugar a una lesión corporal. La amplitud de los términos de esta definición obliga a tener presente que los diferentes tipos de accidentes se hayan condicionados por múltiples fenómenos de carácter imprevisible e incontrolable.

Los accidentes es posible clasificarlos de múltiples formas, entre los cuales se pueden denominar como colisiones, atropellamiento, salida de la vía, volcamiento, encunetado, entre otros.” Fragmento extractado de la definición de accidente en Wikipedia “Estos pueden dejar en algunos casos que se presente morbilidad y mortalidad.

Todos los accidentes se deben registrar de acuerdo a las condiciones en las cuales se pueda presentar como es el caso de: accidentes con heridos, accidentes con muertos, accidentes de tránsito y accidente solo daños. Para medir el tamaño del riesgo que este puede presentar.

En términos que se refieren a la seguridad vial, existe también el término de incidente que a diferencia de la situación anterior (accidente), donde no involucra lesiones corporales, se relaciona con aquellas situaciones donde los daños son soportados por los elementos que se usan como medio de transporte.

Luego de haber aclarado que es un accidente y que es un incidente, se debe precisar que la mayoría de los accidentes no pueden atribuirse a una sola causa, sino que son el resultado de una compleja secuencia de acciones e interacciones entre varios componentes del sistema humano-ambiente-vehículo (HAV). Esto genera un efecto de sinergia que incrementa el beneficio que se obtiene de acciones individuales. “Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial, segunda edición octubre de 2013, Ministerio de obras públicas y transporte, consejo de seguridad vial Germán Valverde González Profesor Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, página 10” Por lo tanto, los problemas de seguridad deben ser abordados mediante la implementación de acciones integrales que tomen en cuenta cada uno de los componentes del sistema HAV.

La educación vial es una puesta en marcha de conductas sensatas que debemos agilizar para comenzar a actuar ya es un problema muy serio que afecta a todos los ciudadanos.

De allí se debe dar importancia a que la seguridad vial se considerada como un proceso de estudio de aplicaciones y mecanismos sobre la vía pública, con un fin preventivo, que se propone

garantizar la circulación segura de los sujetos que interactúan en los espacios públicos (Biamés, pág. 13).

Tienen un punto de vista más general de cómo se ve a nivel mundial los accidentes de tránsito, el parque automotor se estima que hay aproximadamente unos 1.000 millones, y se estima que mueren aproximadamente 1.5 millones de personas por accidentes viales por año. Sus consecuencias en el factor humano al momento de conducir se han incrementado en la proporción de este aumento en el parque automotor, por lo que es imprescindible que sean tomadas medidas a corto plazo, para disminuir los accidentes de tránsito.

Se piensa que una de las maneras de reducir los accidentes en las autopistas, es integrar a nuestros procesos la gestión y la prevención de la seguridad vial, que organiza la adquisición de datos, su representación y su manejo, basado en acciones y evaluación de resultados.

Gestionar:

1. Identificación de tramos conflictivos. Evaluar los puntos donde a lo largo del tiempo ha presentado mayor número de muertos y continua presentando, tramos de concentración de accidentes.

2. Concienciación del personal sobre temas de seguridad vial, causas y cómo evitar accidentes.

3. Implantar acciones clave.

Prevención:

1. Brigada de seguridad vial, identifican puntos potenciales de accidentes.

2. Solución de problemas identificados.
3. Interacción con instituciones: coordinación con organismos públicos y privados.
4. Seguimiento de resultados

La ingeniería de seguridad vial contribuye de manera directa a la reducción del número de muertes y lesionados graves de los accidentes viales, disminuyendo el riesgo de colisiones y la gravedad de las mismas al impactar el diseño de intersecciones, andenes seguros y secciones transversales apropiadas. Las vías exclusivas para peatones y bicicletas, reducen sustancialmente el riesgo de muerte o lesión de estos usuarios evitando la interacción con vehículos motorizados.

Se hace necesario conocer en que estado se encuentra la vía o la carretera que se tiene como objeto inspeccionar y realizar las mejores que ayuden a mitigar el daño en los accidentes.

2.1.1 Inspección Vial

La inspección de seguridad vial (RSI) es un proceso sistemático de revisión in situ de una carretera o tramo de carretera, dirigido por expertos de seguridad vial, con el fin de identificar aspectos peligrosos, deficiencias o carencias de la carretera susceptibles de desencadenar un accidente.

La inspección de seguridad viales una herramienta de trabajo que puede ser utilizada por las autoridades como parte de su programa integral de seguridad vial. Las RSI's tiene por objeto identificar carencias potenciales de la carretera con el fin de reducir la probabilidad de que se produzca un accidente en ese tramo, mediante la aplicación de las medidas correctoras oportunas. Esto contribuirá, en última instancia, a reducir los costos individuales, familiares y

sociales asociados a los accidentes. Así mismo, las inspecciones pueden contribuir a reducir la probabilidad de que ocurra un accidente; así como disminuir la gravedad del mismo, en caso de que este se produzca, reduciendo por tanto, los costos de reparación de estos problemas; cuando no se realiza ningún tipo de inspección en la vía puede aumentar el riesgo de que los costos que se deben pagar por causa de un accidente sea mayor a futuro de seguir presentándose el mismo acontecimiento, en el mismo sitio, en comparación con los costos de acometer la revisión oportuna y realizar las modificaciones en el proyecto, derivadas de dicha revisión.

2.1.2 Gestión de Seguridad Vial

Cuando se habla de gestión de seguridad vial, se hace énfasis a un proceso de transición que se realiza desde las acciones basadas en la experiencia, intuición, buen juicio y tradiciones hacia las acciones basadas en evidencia empírica, ciencia y tecnología. La seguridad vial por ser un problema multisectorial, hace que cada situación sea de forma particular debido a las diferentes externalidades que se pueden detectar en una carretera.

Al sistema de gestión de seguridad vial es posible dividirlo en dos situaciones que son de análisis como estándares de seguridad como son: la prevención y la cura en donde se evalúan las diferentes condiciones que pueda tener una carretera nueva o una carretera existente, de este modo poder ejecutar un plan estratégico de seguridad vial que brinde acciones frente a la situación de reducción de muertos y accidentes graves.

2.1.3 Educación en Seguridad Vial

Como fue mencionado en el capítulo 2.1 se busca educar a las personas sobre la seguridad vial y tomen conciencia de la importancia y el valor que tiene la vida, es por esto que se piensa en comunicar, enseñar y aprender sobre los diferentes impactos.

Todos los días se tiene testimonio del flagelo de los accidentes de tránsito en Colombia y muchos otros países en desarrollo, que se ilustran en diferentes medios de comunicación: imágenes de accidentes, personas heridas, datos de causas y consecuencias de los accidentes, datos de muertes en carretera, cifras económicas en gastos de atención del percance y las víctimas y su impacto para la salud pública, entre otros (III Congreso Ibero – Americano de Seguridad Vial, 2012, pág. 32).

Es fundamental a corto plazo, darle un viraje total a la educación vial que se imparte desde las instituciones educativas, inclusive desde la educación superior, cambiando esa práctica que se da en muchos casos, donde se ensaña pintando sobre papel o sopas de letras; mientras las cifras de muertos y lesionados van en aumento.

Para poder lograr realizar una buena educación es necesario crear conciencia de la problemática que se vive en estos tiempos, en que los siniestros ocupan un lugar importante en los casos de muerte, con ello promover la gestión organizada de todos los miembros de la comunidad educativa que puedan intervenir de manera directa en el desarrollo de la seguridad vial.

Interactuar con proyectos que en el marco de su trabajo logre prevenir siniestros viales en niños y con la convicción de que los hábitos y valores incorporados en la infancia los acompañan

durante toda la vida, fomentando en los niños y mayores, actitudes de conciencia ciudadana y desarrollar hábitos encaminados a la creación del sentido vial, estimulando la capacidad crítica y reflexiva, dándole así un rol activo en su seguridad y los semejantes. El derecho a la vida como valor y sustento de los derechos humanos.

2.1.4 Auditoria de la Seguridad Vial

No solo es importante conocer como se realiza una inspección de seguridad vial, si no que también se debe considerar como se debe realizar una auditoria de seguridad, que desde desde el papel se comienzan a considerar los posibles factores y errores que ayuden a mitigar los afectaciones de la carretera cuando se encuentre en etapa de operación.

Dentro de la seguridad vial se reconoce comó Auditoria de Seguridad Vial ASV aquel trabajo que se desarrolla en investigar el estado actual y las condiciones en las que se puede encontrar una infraestructura de vía que se tiene como objeto construir, a través de herramientas efectivas que ayuden a mejorar las condiciones de seguridad. Las técnicas que sustentas estas evaluaciones tienen sus pilares principalmente en la experiencia de los auditores y el empleo de las denominadas “listas de chequeo”, estas ayudan a abordar sistemáticamente los diferentes tópicos técnicos que intervienen en el diseño y tienen participación en la seguridad vial.

Uno de los temas que los manuales de auditoria de seguridad vial remarcan, es la necesaria consideración de todos los usuarios (como participantes del sistema vial), a fin de tomar en cuenta su vulnerabilidad. Así mismo se reconoce la información estadística de la accidentalidad como fuente de datos para evaluar riesgos presentes en tramos de la vía.

2.1.5 Normalización y Legislación en Colombia

Se debe conocer que a nivel nacional existe normatividad y legislación en pro de controlar y conservar a que día a día la vida de las personas sea lo más importante en cualquier espacio (incluyendo las carreteras), el desconocer esto produce consecuencias fatales o en algunos casos mortales.

En el estado colombiano entre las principales adecuaciones institucionales y normativas se adoptó en las décadas de 1990 y 2013 una relación importante en la seguridad vial, estas son solo algunas de las más importantes a considerar como ha sido lo siguiente:

2.1.5.1 Constitución política de Colombia (1991).

El reconocimiento de la vida como valor supremo de la sociedad colombiana y la declaración expresa de que las autoridades públicas están constituidas para preservar la vida de los habitantes del territorio constituyen un fundamento sólido para la formulación de planes, programas y acciones orientados a la mejora continua de la seguridad vial con la participación activa de los distintos agentes estatales y de la ciudadanía.

2.1.5.2 Ley 769 de 2002 Código nacional de tránsito terrestre.

Las normas del presente Código rigen en todo el territorio nacional y regulan la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, agentes de tránsito, y vehículos por las vías públicas o privadas que están abiertas al público, o en las vías privadas, que internamente circulen vehículos; así como la actuación y procedimientos de las autoridades de tránsito.

2.1.5.3 SOAT.

La institucionalización del denominado Seguro Obligatorio de Accidentes de Tránsito (SOAT) generó impactos muy significativos para la seguridad vial porque ha contribuido a una mejora sustancial en la atención a las víctimas de los accidentes de tránsito por parte del sector sanitario al contar con recursos financieros más firmes para sufragar los costos asociados.

2.1.5.4 Resolución 1384 de 2010 Límites de Velocidad.

Esta resolución adopta el método para establecer los límites de velocidades todas las carreteras de Colombia tanto en las nacionales y departamentales, como en las vías urbanas y municipales que se modificaron en los artículos 106 y 107; pensando en el desarrollo y con énfasis en la seguridad en las carreteras se establecen los estos límites.

2.1.5.5 Fondo de Prevención Vial.

La destinación al Fondo Vial Nacional de una porción del monto de las primas que las aseguradoras recaudan por este concepto generó impactos muy significativos para la seguridad vial. No resulta temerario afirmar que la gestión desarrollada por la “Corporación Civil para la Administración del Fondo Nacional de Prevención Vial” en investigación y formación sobre diversos aspectos de la seguridad vial ha sido uno de los factores determinantes para la desaceleración del crecimiento de las tasas de mortalidad y morbilidad por accidentalidad vial en Colombia.

2.1.5.6 Resolución Número 0001236 De 2013 Manual de señalización vial.

La actualización del “Manual de señalización de carreteras, calles y ciclorrutas de Colombia” elaborada por INVIAS y adoptada por el Ministerio de Transporte mediante la Resolución 050 de 2004 incluyó avances muy importantes en dicho aspecto de la seguridad vial. No obstante, urge una nueva actualización en virtud del acelerado desarrollo conceptual y tecnológico que caracteriza a esta faceta de la infraestructura vial.

2.1.5.7 Manual de diseño geométrico de vías.

La actualización del “Manual de diseño geométrico de carreteras” elaborada por INVIAS en 2008 y adoptada por el Ministerio de Transporte mediante la Resolución 0744 de 2009 incorporó algunos avances relacionados con la seguridad vial. No obstante, urge una nueva actualización que incorpore las mejores prácticas a nivel mundial orientadas a la seguridad de los actores más vulnerables de la movilidad, en especial de los motociclistas.

2.1.5.8 Concesiones viales.

El sistema de concesiones viales ha contribuido de manera apreciable a la mejora de la seguridad vial en las vías concesionadas por varias razones, entre las que deben destacarse las siguientes: La vigilancia que el Estado y la ciudadanía ejercen sobre la operación de las redes viales concesionadas es más intensa que la que ejercen sobre la operación de las vías no concesionadas, lo que induce mejores prácticas de prevención en las primeras que en las segundas; la mayor proximidad geográfica de los recursos de que disponen los concesionarios para la atención de eventos en las redes viales a su cargo hace más rápida su reacción frente a cualquier siniestro que ocurra en ellas; los contratos de concesión incluyen la provisión de

recursos físicos y otros apoyos por parte de los concesionarios a la Policía Nacional con destinación exclusiva a la vigilancia y control de las redes viales a cargo de cada concesión.

2.1.5.9 Instituto Colombiano de Medicina Legal y Ciencias Forenses.

El ICMLCF ha sido fundamental en la mejora del sistema de recolección de la información sobre las consecuencias de la siniestralidad vial para la salud pública y en la consolidación de las cifras estadísticas que aparecen periódicamente en “Forensis”.

2.1.5.10 Estatuto del sector Transporte.

La Ley 105 de 1993 y las normas que la han desarrollado aportan una variedad importante de enfoques conceptuales y de instrumentos para la formulación y puesta en práctica de planes, programas y acciones que propendan por la seguridad para todos los actores de la movilidad.

2.1.5.11 Código Nacional de Tránsito.

La Ley 0769 de 2002 y las normas que la han desarrollado contienen aproximaciones conceptuales e instrumentos de control muy valiosos para la seguridad vial.

2.1.5.12 Superintendencia de Puertos y Transporte.

Entre las funciones asignadas por la normatividad vigente a la Superintendencia de Puertos y Transporte figuran importantes directrices e instrumentos orientados a propender por la seguridad para todos los actores de la movilidad.

2.1.5.13 Dirección de Tránsito y Transporte de la Policía Nacional (DITRA).

La Resolución 1212 de 2007 mediante la cual la Dirección General de la Policía Nacional reorganizó la antigua Policía de Carreteras constituye un avance muy importante en lo relacionado con la prevención de la siniestralidad vial y con el control policial de las regulaciones específicas para el tránsito vehicular en las vías del país.

2.1.5.14 Manual de accesibilidad.

Las acciones comprendidas en el ámbito internacional a través de la ONU ha conllevado a que el tema de discapacidad de vuelva una prioridad a nivel mundial. La presidencia de la república de Colombia emprendió el plan nacional de atención a las personas discapacitadas, estos forman un papel muy importante a la hora de diseñar una infraestructura vial, debido a las necesidades que tienen estas personas para moverse.

2.1.5.15 Modelo para la prevención de accidentes.

La administradora de riesgos profesionales SURATEP, quiso tener la iniciativa y elaborar un modelo que ayudara como medida de prevención de los accidentes de tránsito que se han generado desde la aparición del primer vehículo, basado en las estadísticas encontradas por el ministerio de transporte y tránsito donde mostro que los accidentes de tránsito son la segunda causa de muerte en Colombia.

2.1.6 Costo de Fallecidos y Lesionados Graves

Cuando se deja de lado la importancia de la vida humana, o el no realizar las mejoras necesarias que ayuden a mitigar los daños sufridos en un accidente de tránsito, trae consigo unos

costos por los cuales el estado debe hacerse responsable; esto afecta enormemente el desarrollo de un país en el ambiente económico.

Un informe realizado por la Corporación Fondo de Prevención Vial y la Universidad de los Andes, “Costo económico de la accidentalidad vial en Colombia: calculó para el periodo de 2008- 2010”. Dicho enfoque sigue la línea de los estudios desarrollados por el Banco Mundial y ha sido aplicado en varios países a través de la metodología iRAP. En el caso colombiano, el costo de una muerte se estima en 47 veces el Producto Interno Bruto Per Cápita a pesos corrientes y el costo de un lesionado grave en 0,25 veces el costo de una vida perdida. Para Colombia el costo de un muerto se estimó en \$ 665.750.000 millones de pesos y el costo de un lesionado grave en \$ 166.425.000 millones de pesos.

2.2 INFRAESTRUCTURA PARA LA SEGURIDAD VIAL

La red vial debe ser apropiadamente planificada y diseñada para lograr una circulación segura, eficiente, y económica de todos los usuarios de la infraestructura, y por lo tanto debe minimizar las consecuencias o el impacto negativo que dicha circulación puede producir.

Los requerimientos de seguridad vial de una carretera no se pueden expresar de una manera simple. Se debe tomar en cuenta los factores que contribuyen a un funcionamiento apropiado así como también las conclusiones que se obtengan del mal funcionamiento del sistema.

La principal responsabilidad de las autoridades encargadas de la red vial nacional consiste en tomar acciones sobre los factores ambientales de la carretera.

Es de primordial importancia considerar de forma adecuada las interacciones humano-infraestructura, concepto que puede denominarse “ergonomía de la carretera”. También deben considerarse las interacciones vehículo-infraestructura, que se enfocan en el diseño de carreteras con características geométricas adecuadas para la dinámica de comportamiento de los vehículos y para proveer una conducción ergonómica para los conductores (González, 2013, pág. 11).

La infraestructura y el entorno de una carretera representan aproximadamente el 28% de las causas de accidentalidad “Fuente: Presentación J. Ursua, Foro Infraestructura y Seguridad Vial, a través de la corporación fondo de prevención vial, el legado de la seguridad vial en Colombia, fondo de prevención vial, informe de gestión.”, se plantea evaluar algunas de las construcciones realizadas dentro de la infraestructura vial que puedan presentar un riesgo para los usuarios en las carreteras y algunas de las soluciones que se han logrado implementar para hacerla una zona más segura; se evaluara la infraestructura de la vía en cuanto a la señalización, ciclo-infraestructura, diseño, barreras, zonas laterales, ITS y externalidades.

2.2.1 Velocidad en Carreteras

La velocidad juega uno de los papeles más determinantes a la hora de que ocurra un accidente de tránsito en una carretera, porque se presenten problemas por fallas mecánicas, problemas por fallas humanas y en algunos de los casos problemas por el estado actual de la infraestructura sobre la cual se está transitando.

En las carreteras las velocidades autorizadas para los vehículos públicos o privados, son determinadas por el ministerio de transporte o la gobernación, según sea el caso teniendo en cuenta las especificaciones técnicas que presente la vía “Artículo 107. La Ley 1239 de 2008 se encarga de modificar el artículo 107 de la ley 769 de 2002, la cual en el código nacional de tránsito de encarga de establecer los límites de velocidad en carreteras nacionales y departamentales.”

En el manual de diseño para carreteras en Colombia se especifica que por ningún caso la velocidad de operación puede ser mayor a la velocidad específica de diseño, esto se da por la velocidad de diseño de acuerdo a su definición en el manual es la máxima velocidad segura a la cual puede transitar un vehículo por un tramo homogéneo. Esto del mismo modo da claridad de que no en toda una red vial sea necesario conservar la misma velocidad de operación dadas las condiciones y especificaciones de la carretera.

Se entiende como velocidad de operación la velocidad a la cual los vehículos transitan en un tramo de vía, en una carretera representados por la velocidad de un percentil 85 y las condiciones de flujo libre a las cuales se puedan desplazar. Esta velocidad se determina a través de una serie de ensayos de campo apoyado en el manual para determinar la velocidad de operación en un tramo de carretera.

Todo vehículo que se transporta a través de una carretera se puede ver enfrentado a diferentes maneras de colisión en una vía producto de la velocidad a la cual se tiene reglamentada como operación, existen varias medidas que permitan redireccionar el vehículo o mejorar las condiciones para evitar que se presente daños fatales, algunas situaciones de colisiones se pueden presentar con choque frontal, choque lateral en intersecciones, volcamiento o

choque contra un elemento lateral en la vía y atropellamiento. Muchas de las vías en Colombia fueron diseñadas con parámetros y criterios diferentes a los que hay en el manual para carreteras del 2008, debido a que antes no se tenía una percepción sobre la importancia de la seguridad en las vías.

Los límites de velocidad se deben fijar atendiendo criterios de seguridad vial. Por tanto, se debe procurar establecer mecanismos o indicadores que midan el factor de riesgo en las vías, de aquí la importancia de la velocidad frente a la seguridad vial en las carreteras, cuando se trata de preservar la vida.

En un estudio que realizó el ministerio de defensa nacional se crearon las principales hipótesis de las causas de accidentalidad en las carreteras, donde se considera que el factor que más vidas ha tomado ha sido el exceso de velocidad muy por encima de otras razones como son el estado de embriaguez, no respetar las señales, entre otras.

En el siguiente gráfico se puede apreciar las principales causas de accidentalidad en las carreteras de Colombia.

Figura 5. Principales hipótesis de las causas de accidentes



Fuente: Ministerio de Defensa Nacional. Policía Nacional de Colombia. Balance accidentalidad vial nacional y operatividad realizada por la Dirección de Tránsito y Transporte. Años 2009-2010

2.2.2 Señalización Vial

En la actualidad para todo proyecto vial nuevo o construido el manual diseño en Colombia que rige cual debe ser la señalización a usar es el manual de señalización vial “Se uso como marco de referencia el Manual de señalización vial de Colombia de 2004 con relación a la seguridad vial.”, bajo este manual se encuentra el ministerio de transporte de Colombia el cual comenzó a darle importancia y valor a la preservación de la vida humana, dado el desarrollo y el crecimiento poblacional de los últimos años.

Como aspectos generales que presente este manual se establecen las especificaciones para el diseño, ubicación y aplicación de los dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas; la decisión de utilizar un dispositivo en particular, en una localización determinada, debe basarse en un estudio de ingeniería identificado como proyecto de señalización o de semaforización, según sea el caso, en donde tiene relevante importancia el juicio del ingeniero que lo elabora.

Esta publicación es el resultado de un esfuerzo conjunto de personas e instituciones que busca proporcionar a las autoridades responsables de la señalización vial, la forma correcta de utilizar los diferentes dispositivos para la regulación del tránsito, con el fin de prevenir accidentes y mejorar la movilidad por las vías públicas y privadas.

El manual presenta el siguiente contenido: señalización vertical, señalización horizontal, señalización de calles afectadas por obras, otros dispositivos para la regulación del tránsito, señalización de ciclorrutas, semáforos, especificaciones técnicas, ejemplos típicos de señalización y como casos más particulares algunas entidades privadas han incurrido en el uso de incorporar algunas señales verticales preventivas o informativas que ayuden a mejorar el entorno por donde se circula, que funcionen como un complemento para garantizar la seguridad vial, sin salirse de los parámetros exigidos por el manual de señalización.

2.2.2.1 Señales Verticales.

Las señales verticales son placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información

necesaria para guiar a los usuarios de las mismas (Transporte, Manual de señalización vial dispositivos uniformes para la regulación de tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia, 2015, pág. 11)

De acuerdo con la función que cumplen, las señales verticales se clasifican en:

Señales preventivas: su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. Estas señales suelen denominarse también Advertencia de Peligro.

Señales reglamentarias: tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su transgresión constituye infracción a las normas del tránsito.

Señales informativas: tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible. También informan acerca de distancias a ciudades y localidades, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, servicios al usuario, entre otros.

Señales transitorias: modifican transitoriamente el régimen normal de utilización de la vía. Pueden ser estáticas o dinámicas, indicando mensajes reglamentarios, preventivos o informativos. Ambas se caracterizan por entregar mensajes que tienen aplicación acotada en el tiempo, siendo las segundas también denominadas señales de mensaje variable— capaces de entregarlo en tiempo real.

Señales de mensajes variables: Una señal de mensaje variable (SMV) es un dispositivo de control de tránsito cuyo mensaje puede ser cambiado manual, eléctrica, mecánica o

electrónicamente, con el fin de proporcionar a los conductores, en tiempo real, información pertinente a su viaje.

Su representación en la vía se encuentra en los siguientes colores y formas:

Figura 6. Formas, colores y presentación de las señales verticales preventivas, reglamentarias e informativas.



Fuente: Manual de señalización vial de 2004, capítulo 2 señales verticales.

Todas las señales deben mantenerse en buen estado, limpias y con buena visibilidad, su ubicación debe ser acorde de tal forma que cualquier usuario le sea posible percibir y pueda tener una adecuada reacción en el momento que este se acerque a la señal; Las señales preventivas, reglamentarias e informativas deberán elaborarse con material retrorreflectante, que cumpla con las coordenadas cromáticas en términos del Sistema Colorimétrico Standard y las demás especificaciones fijadas en la norma técnica colombiana NTC 4739.

De acuerdo al manual la ubicación de estas señales verticales debe cumplir con unas distancias mínimos en su instalación para que estas sean visibles, en la ubicación lateral en carreteras, la distancia de la señal medida desde su extremo interior hasta el borde del pavimento,

deberá estar comprendida entre 1,80 m y 3,60 m. En las zonas urbanas serán instaladas de tal forma que la distancia de la señal medida desde su extremo más sobresaliente hasta el borde del andén no sea menor de 0,30 m; en algunos casos de forma longitudinal no es posible ubicar dos señales debido al poco espacio que presenta la vía, es posible colocar dos señales en el mismo par, pero esta debe cumplir con las condiciones mínimas de acuerdo a la velocidad de operación de la vía; la altura de la señal medida, desde el extremo inferior del tablero hasta el nivel de la superficie de rodadura no debe ser menor de 1,80 m, para aquellas que se instalen en el área rural, en el caso de las que sean instaladas en las áreas urbanas esta no debe ser menor 2,0m.

La estructura de los soporte de las señales serán fabricados en ángulos de acero, también podrán ser fabricadas en tubo galvanizado de 2” de diámetro y 2mm de espesor; esto con el fin de que las señales sean objetos traspasables por cualquier vehículo y no se conviertan en algún tipo de obstáculo.

2.2.2.2 Señalización horizontal.

Como definición en el manual podemos encontrar que la señalización horizontal, corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos (Ministerio de Transporte, Manual de señalización, 2004, pág. 107).

Las marcas viales o demarcaciones deben ser reflectivas excepto paso peatonal tipo cebra, o estar debidamente iluminadas; Las líneas de demarcación con pintura en frío que se apliquen

sobre concreto asfáltico deberán ser pintadas como mínimo treinta (30) días después de construida la carpeta de rodadura, para que la vía no pase tanto tiempo sin demarcación verticales es posible usar pintura de menor calidad que funciona como demarcación temporal la cual puede ser aplicada al día siguiente de haber sido instalado el concreto asfáltico.

Los materiales de estas marcas viales deben hacerse mediante el uso de pinturas en frío o en caliente. Sin embargo, puede utilizarse otro tipo de material, siempre que cumpla con las especificaciones de color y visibilidad; siendo el caso que no presente condiciones deslizantes. En el caso de las líneas longitudinales, podrán utilizarse unidades individuales (tachas, estoperoles o pintura termoplástica con pequeños abultamientos-vibraline), que sobresalgan menos de 2,5 cm de la superficie del pavimento y de color blanco o amarillo. La pintura en frío para demarcación de pavimentos son los contemplados en la norma técnica colombiana NTC-1360-1.

2.2.2.3 Señalización de calles y carreteras afectadas por obras.

Es importante preservar las condiciones que recomendando el manual de señalización para el uso adecuado de la señales para este capítulo, debido a que cada día toma más importancia el cuidado de los bienes. Cuando se ejecutan trabajos de construcción, rehabilitación, mantenimiento o actividades relacionadas con servicios públicos en una determinada vía, o en zona adyacente a la misma, se presentan condiciones especiales que afectan la circulación de vehículos y personas.

Dichas situaciones deberán ser atendidas especialmente, estableciendo normas y medidas técnicas apropiadas, que se incorporan al desarrollo del proyecto cualquiera sea su importancia o

magnitud, con el objeto de reducir el riesgo de accidentes y hacer más ágil y expedito el tránsito de los usuarios, procurando reducir las molestias en su desplazamiento por la vía.

Las señales que requieran una mayor permanencia en el sitio de las obras, se instalarán en soportes fijos y aquellas que requieran una menor permanencia, se instalarán en soportes portátiles. Debido a que algunas de las obras que se realizan en la vía son dinámicas, lo cual requiere un tratamiento especial “Manual de señalización 2004, capítulo 4 señalización de calles y carreteras afectadas por obras, página 143, elaborado por el Ministerio de transporte”.

De igual forma que en el capítulo 2 del manual de señalización vial, es necesario contar con señalización de tipo preventiva, reglamentaria e informativa las cuales podrán encontrarse con la siguiente forma y color:

Figura 7. Colores, forma y presentación de las señales temporales en obra



Fuente: Manual de señalización vial de 2004, capítulo 4 señalización en obras

Como medida complementaria para el uso de las señales verticales antes descritas se usan dispositivos para la canalización del tráfico, lo cual permite encauzar los vehículos por un área segura a través de la zona de trabajo; de las cuales se pueden encontrar en la obra, las barricadas,

los conos, delineadores tubulares, canecas, barreras plásticas flexibles, tabiques, cintas plásticas y mallas, banderas de pare y siga, luminarias, entre otros elementos que pueden ser de mucha ayuda y que su uso es de acuerdo a las condiciones y necesidad que tenga la obra.

El mal uso de estos dispositivos puede generar una zona insegura para los usuarios que transitan por la zona, pese a que se cuente con todo lo reglamentario por parte del contratista de las obras, de aquí su importancia y su consideración el momento que se habla de la seguridad vial, es necesaria la presencia de una persona capacitada que esté haciendo un seguimiento constante de los desvíos y el funcionamiento de todo el conjunto.

2.2.2.4 Otros dispositivos de regulación para el tránsito.

El manual de señalización vial creo un capítulo que se encargara de regular el uso de otros dispositivos que ayudaran con la regulación del tránsito en las calles y en las carreteras los cuales son los siguientes:

- Señales guía
- Reductores de velocidad
- Delineadores de piso
- Señales de Pare portátiles

Estos elementos en gran medida le brindan un aporte muy importante al mejoramiento del tránsito porque ayudan a prevenir al usuario y controlar en algunos casos las velocidades de operación, según las necesidades que se tengan como son las condiciones de: Zonas escolares

cercanas, curvas peligrosas, pasos peatonales, separadores de carriles, entre otros. Esto tiene una contribución a mejorar la seguridad de los diferentes usuarios que integran la vía.

2.2.2.5 Señalización de las ciclorrutas y vías peatonales

Existen algunos casos donde las ciclorrutas se integran con la carretera funcionamiento en forma paralela al sentido del tráfico o porque se presentan cruces transversales entre calles (esto principalmente para las zonas urbanas), suelen presentar gran conflicto cuando tienen un uso compartido de la zona con los peatones que puedan llegar a transitar, su señalización se usa de igual forma que los dispositivos verticales y horizontales empleados en las carreteras; su importancia debe tenerse a consideración dado que su integración en una carretera lo convierte en usuario más y una vida humana que se debe preservar.

2.2.2.6 Semáforos

Los semáforos son dispositivos de señalización mediante los cuales se regula la circulación de vehículos, bicicletas y peatones en vías, asignando el derecho de paso o prelación de vehículos y peatones secuencialmente, por las indicaciones de luces de color rojo, amarillo y verde, operadas por una unidad electrónica de control.

En beneficio para la seguridad vial los semáforos se pueden desempeñar, con las siguientes funciones:

- Interrumpir periódicamente el tránsito de una corriente vehicular o peatonal para permitir el paso de otra corriente vehicular.

- Regular la velocidad de los vehículos para mantener la circulación continua a una velocidad constante.
- Eliminar o reducir el número y gravedad de algunos tipos de accidentes, principalmente los que implican colisiones perpendiculares.
- Proporcionar un ordenamiento del tránsito.

Son elementos que pueden ayudar en gran medida a mejorar la seguridad vial en las carreteras, permitiendo que los vehículos respeten a los peatones y bicicletas que necesiten cruzar la carretera, de igual medida ayuda a regular la velocidad de operación que tienen los vehículos por la carretera.

El último manual de señalización vial para Colombia fue presentado el 17 de Junio de 2015 el cual se encuentra como normatividad vigente, se incluyeron una gran cantidad de condiciones que pueden ayudar significativamente la seguridad vial en las carreteras, tomando a consideración el complemento de algunas señales verticales, señalización horizontal, señales de obras, paneles informativos, túneles, semáforos, peatones, motocicletas. Haciendo un mayor uso de las tecnologías que día a día se van presentando en el medio y al desarrollo en las infraestructuras que está teniendo el país.

El control de velocidad mediante el uso de las cámaras, que se usa como medida de control y regulación de los vehículos que transitan por una vía la cual se puede encontrar como resultado diferencia entre la velocidad de circulación y la velocidad máxima permitida en las señales verticales.

El diseño en condiciones de Seguridad Vial. Un buen diseño puede hacer un elemento seguro mientras que un mal diseño puede crear un foco de inseguridad.

2.2.3 Diseño en condiciones de seguridad vial

En este capítulo se tiene como objeto hacer una evaluación del manual de diseño geométrico para carreteras del 2008 y la revisión técnica que hace la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín bajo el enfoque de la seguridad vial en el 2012.

La conducción consta de cuatro etapas básicas: detención, identificación, decisión y respuesta siendo su parámetro común el tiempo que el conductor consume en cada una de ellas. La interrelación de la demarcación horizontal con el conductor (agudeza visual) con el vehículo (iluminación, velocidad) y la carretera (trazado, iluminación pública, tipo de pavimento, etc.), llegando a modelizar matemáticamente el nivel de seguridad aportado por los distintos factores.

2.2.3.1 Evaluación económica.

Es claro que el mejoramiento de la seguridad vial requiere inversiones adicionales sobre la infraestructura, pero que producen beneficios que frecuentemente justifican tales inversiones en la reducción de la pérdida de vidas humanas y los altos costos de las consecuencias de la accidentalidad en relación con la productividad del país, incapacidades físicas, daños en la propiedad, costos de oportunidad, impacto ambiental y muchos otros beneficios convertibles a valores monetarios y con alto impacto social.

Si no se adelantan las inversiones necesarias para mejorar las condiciones de seguridad vial, como la gran mayoría de la infraestructura del país adolece, se continuaría incurriendo en la generación de costos superiores para el Estado debido a las demandas por los accidentes que se

producen imputables a las deficiencias de la infraestructura vial y por no disfrutar de los beneficios referidos anteriormente.

En el manual existe un numeral en el cual se habla sobre la elaboración de los estudios preliminares y diseños complementarios, al igual que el numeral del presupuesto preliminar, en el cual no se tenía a consideración la importancia de la seguridad vial en Colombia, para los nuevos ajustes y requerimientos de los nuevos proyectos se debe incluir dentro de este numeral el estudio preliminar de auditoría en la seguridad vial y las obras que sean necesarias para mejorar la seguridad vial en una carretera, como son las obras de contención amortiguamiento y demás obras.

2.2.3.2 Alineamiento, sección transversal.

De acuerdo a los tramos homogéneos identificados en una carretera es necesario realizar los debidos controles de diseño geométrico para cada uno de estos. Se resalta especialmente la necesidad de considerar una sección transversal amplia, libre de obstáculos o debidamente protegidos, con taludes suaves para que den la posibilidad a que los vehículos que eventualmente abandonen la calzada en una trayectoria descontrolada recuperen el control o evitar que colisionen con obstáculos y generen consecuencias fatales. En los casos donde las condiciones topográficas no permitan el diseño una sección transversal amplia, se debe considerar una alternativa donde el vehículo pueda ser redireccionando minimizando los daños que se puedan causar.

Cuando se tiene como objeto el trazado del alineamiento vertical en una carretera, Lo ideal es la obtención de rasantes largas con un ajuste óptimo de curvas verticales y curvas horizontales a las condiciones del tránsito y a las características del terreno, generando un proyecto lo más

económico posible tanto en su operación como para su construcción pero se debe primar la seguridad vial al momento de realizar cualquier tipo de ajuste por económico que este pueda ser para el proyecto.

2.2.3.3 Pendiente longitudinal de la vía y peraltado.

Del mismo modo, se destaca de este concepto el reconocimiento de la relación entre la pendiente máxima y la velocidad según la categoría de la vía; Estas velocidades pueden ser alcanzadas por automóviles pero difícilmente por los camiones que circulan por las carreteras colombianas debido a su relación peso/potencia alta reduciendo la velocidad de operación de todo el tránsito según su participación aumente y el trazado de la carretera sea tortuosa; en este caso debe analizarse alternativas para mejorar el nivel de servicio como implementar carriles auxiliares, en primera instancia, y luego la operación en doble calzada. Con el fin de evitar la imprudencia de realizar maniobras de adelantamiento en zonas donde no se cuenta con una distancia segura que permita realizar esta maniobra sin poner en riesgo la vida humana y el riesgo que provocar algún accidente. En el caso de tener pendiente muy altas (sea en negativo o sea en positivo), se debe considerar que estos trazados no se desarrollen una longitud mayor a 5km, debido a la fatiga y el desgaste que van sufriendo los vehículos, se recomienda que exista una zona plana para permitir que los vehículos puedan descansar por el esfuerzo, de lo contrario puede provocar un aumento de la temperatura en la zona de frenado, provocando la falla mecánica del vehículo.

Para el caso de las curvas horizontales en el trazado de una carretera, es de vital importancia la relación que tiene el peralte de la curva, la velocidad de diseño y el radio de curvatura mínimo, de tal forma que el vehículo que este transitando por una curva tenga la plena

seguridad de que su vehículo no será arrastrado por la fuerza centrífuga que se genera producto de la masa y la forma del mismo; para la seguridad vial un mal estado y desarrollo del peralte en una curva puede ser fatal, porque este puede ocasionar que el vehículo se salga de la vía y colisiones contra las zonas laterales.

2.2.3.4 Superficie de Rodadura.

Pensando en la seguridad vial, es de vital importancia que la superficie de rodadura diseñada para la carretera que tiene como objeto el tránsito de vehículos, debe ser la más indicada, para que esta pueda generar confort, comodidad, estabilidad, adherencia, que permita garantizar el frenado y seguridad; cumpliendo con las especificaciones de acuerdo a la norma INVIAS.

Cuando es el caso de que no se cuenta con una superficie de rodadura apropiada por falta de mantenimiento o que se deje de cumplir con lo anteriormente mencionado, aumenta significativamente el riesgo de que se pueda presente algún tipo de accidente por esta carretera, pese a que se cuente con un vehículo que mecánicamente se encuentre en las mejores condiciones o sea el caso que el conductor cuente con mucha habilidad para operar el vehículo, estos no serán suficientes para adaptarse a las condiciones de la superficie por la cual se encuentra transitando.

Cuando las condiciones de la carpeta de rodadura no se encuentran en buenas condiciones por falta de mantenimiento en las vías y se hacen cada vez más notables las diferentes patologías o fallos en la superficie, como es el caso (ahuellamiento, ondulaciones, baches, huecos, abultamiento, pérdida de los agregados, entre otros), compromete muy notablemente la seguridad

de los usuarios, elevando el riesgo de que se pueda presentar algún accidente por culpa de alguno de los fallos mencionados.

2.2.3.5 Complementos al diseño.

En algunos casos especiales donde se cuenta con una vía existente, se ponen a consideración algunas soluciones prácticas que ayuden a minimizar los riesgos de accidentalidad que presenta el tramo de carretera en la actualidad, como ha sido el caso de la construcción de rampas de frenado en las circunstancias donde ha sido repetitivo los accidentes causados por fallas mecánicas (perdida de los frenos, debido a las altas pendientes), barreras neumáticas en los casos donde se tienen curvas donde el radio es mínimo o menor, barreras metálicas más amigables con el ambiente, postes de energía traspasables, y los mismos automóviles se están diseñando con mejores especificaciones y materiales convirtiéndolos en elementos más seguros para los pasajeros.

2.2.4 Manual de drenajes bajo el criterio de la seguridad vial

Para el diseño de las carreteras siempre se tiene una gran importancia a la hora de elaborar los diseños de los drenajes, debido a la manejo de las aguas tanto superficiales, subterráneas y las que son producto de las aguas lluvias, con el fin de preservar el buen estado de la estructura del pavimento y taludes, algunos autores consideran que estas obras son las que determinan quizás la vida útil que pueda tener la infraestructura; cuando se diseñaban las drenajes para las vías solo se tomaba a consideración como un factor importante el caudal o la capacidad de estos, pero no se ponía en consideración como este diseño pueda ayudar a mejorar la seguridad vial en la carretera.

2.2.4.1 Tipo de secciones

Secciones rectangulares o trapezoidales profundas o con taludes altos hacen infranqueables o dificultan en gran manera la salida de vehículos descontrolados de la calzada y se constituyen en obstáculos indeseables debido a las consecuencias graves de los accidentes que ocasionan, por lo que, en caso de ser empleadas, deben estar acompañadas de barrera de seguridad, sistemas de contención o amortiguadores de impacto según lo recomienda el “Manual Técnico para el Diseño, Aplicación y Uso de Sistemas de Contención Vehicular” (FPV,2012) y la “Guía Técnica para el Diseño de las Zonas Laterales, para Vías más Seguras” (FPV,2012) o, como mínimo, de señales de advertencia con el adecuado manejo desde el punto de vista de seguridad de estos elementos que obstaculizan el tránsito vial.

Los diseños para la construcción de vías nuevas, deben incluir diseños de cunetas de sección triangular y trapezoidal, en condición de máxima eficiencia hidráulica. Estas secciones son las más fáciles de construir y de limpiar, pero deben eliminar las aristas vivas en las intersecciones de las caras, y remplazarlas por bordes redondeados.

En las secciones en terraplén, es necesario mejorar las condiciones de empalme entre las cunetas y la estructura del pavimento, y eliminar, así, los bordes débiles, con alta posibilidad de asentamientos diferenciales, longitudinales y adyacentes a las cunetas, los cuales pueden ser fatales para motociclistas y ciclistas.

Para atender el criterio de seguridad vial según el cual la zona lateral de la calzada debe estar libre de obstáculos o que estos sean atravesables ante la salida eventual y descontrolada de un vehículo de manera que la cunetana se constituya en impedimento.

Las cunetas y canales deben diseñarse para que evacuen la escorrentía superficial de diseño y el agua adicional en lluvias excesivas, con el mínimo de inundación o daño de los carriles de circulación. Sin embargo, estos canales también deben ser diseñados, construidos, y mantenidos considerando su efecto sobre la seguridad de la vía.

Las cunetas reducidas, solo deben ser usadas cuando el terreno es accidentado y hay limitaciones de espacio, y deben cubrirse con una rejilla o tapa con ranuras, o ser protegidas por una barrera de contención vehicular.

Cuando se busca realizar la orientación del flujo del agua recogida a través de las cunetas que es llevada hacia donde se encuentran las obras transversales, se pueden cometer errores constructivos los cuales se convierten en obstáculos peligrosos y generar volcamientos con consecuencias graves cuando un vehículo se sale de la calzada de manera descontrolada, por ello, se recomienda su configuración para que resulte traspasable en caso que las condiciones lo permitan. Algunos de estos ejemplos se pueden ver en las siguientes imágenes

Figura 8. Ejemplo de obra peligrosa.



Fuente: Fotografía orientadores de flujo (actuales), Carretera El Queremal- Anchicayà Valle del Cauca

Figura 9. Ejemplo de cabezal peligro.



Fuente: Fotografía de Orientador de flujo propuesto Hatillo – Barbosa (vieja)

2.2.4.2 Pocetas o cajas colectoras.

El diseño de estructuras de entrada, tipo pocetas, para carreteras nuevas, el cual es casi siempre modular en cuanto a su profundidad, debe elaborarse de tal manera que éstas funcionen como los sumideros en los sistemas urbanos, sin guardarruedas o bordillo e incluya una tapa de concreto perforada, compuesta por dos (2) módulos independientes para facilitar su remoción, y que tenga la misma pendiente de las cunetas que descargan en la misma.

Las descargas de los filtros en las pocetas, deben quedar a una altura de 30 cm sobre el fondo de la poceta para evitar, así, un contraflujo o que ingresen sedimentos que eviten el correcto funcionamiento de dicho filtro.

Figura 10. Ejemplo de descole peligro



Fuente: Fotografía de salida en obra transversal en la ruta 60-04 Medellín – Bogotá, bordillo salido.

2.2.4.3 Paso de cunetas bajo acceso de predios.

El paso de cunetas bajo vías son obstáculos peligrosos para la circulación de los vehículos cuando salen de la calzada. Cuando un vehículo sale de la calzada e introduce sus ruedas en la cuneta corre el riesgo de que ésta le guíe hasta una obra de paso de la cuneta bajo la vía próxima produciéndose un grave accidente debido al fenómeno de enganchamiento.

Figura 11. Ejemplo de pasos a desnivel peligrosos.



Fuente: revisión manual de drenaje bajo criterio de seguridad vial. Paso de cuneta bajo vía (rampa).

Esto en término de la seguridad vial representa un enorme peligro para cada uno de los usuarios que involucra la vía, es por eso que se hace necesario plantear soluciones que permitan disminuir el peligro que está presente.

Figura 12. Ejemplo de soluciones para descoles.



Fuente: revisión manual de drenaje bajo criterio de seguridad vial. Pasó salva cunetas en forma de pico de flauta.

Esta es una excelente medida para evitar que los vehículos que pierden en control y se tengan que salir de la vía por los sitios donde se encuentre las obras o alcantarillas, no tengan el riesgo de sufrir un accidente con daños mayores, si no que este pueda llegar a ser controlado.

Figura 13. Ejemplo de solución para salida de drenajes.



Fuente: Revisión manual de drenaje bajo criterio de seguridad vial. Salida de drenaje subsuperficial traspasable.

Aunque las alcantarillas de cajón o box culvert son obras hidráulicas desde el criterio de seguridad vial puede servir como estructura para el paso de ganado por debajo de las vías evitando que este interactúe con el tránsito automotor disminuyendo el riesgo de accidentalidad por ello es conveniente considerar esta otra función.

Figura 14. Ejemplo de box culvert, bajo criterio de seguridad vial.



Fuente: Revisión manual de drenaje bajo criterio de seguridad vial. Box-culvert. Corredor Granada (meta) –San José del Guaviare.

2.2.4.4 Diseño geométrico y estructural para puentes.

Los puentes constituyen las principales obras de drenaje que pueden presentarse en una vía. En relación con estas estructuras es necesario destacar que en una gran cantidad de casos los extremos de las barandas y los pasamanos se convierten en puntos peligrosos por estar constituidos por elementos rígidos de concreto o metálicos demasiados próximos a la vía, especialmente cuando los apoyo extremos del puente quedan ubicados cerca a los PC o PT de curvas horizontales mala disposición y capacidad estructural puede generar condiciones de riesgo a la seguridad vial al exponer partes que se constituyen como obstáculos peligrosos y producir

consecuencias graves cuando un vehículo se sale de la calzada de manera descontrolada o su estructura no tiene capacidad de contención; algunos de estos casos es posible observarlos en las siguientes imágenes.

Figura 15. Ejemplo barreras de puente estrechando la vía



Fuente: Fotografía angostamiento peligroso de las barandas del puente, en la ruta 60-04 Medellín – Bogotá, sector San Luis puente La Leticia K73+750.

Figura 16. Ejemplo de baranda de entrada en puente.



Fuente: revisión manual de drenaje bajo criterio de seguridad vial. Fotografías de la exposición peligrosa del pasamano de los puentes. Amaga, Albania-Bolombolo

2.2.5 Zonas laterales seguras

Se define como zona lateral de una vía, aquella zona ubicada fuera del área de circulación vehicular, comprendida entre el extremo exterior de la berma y el límite del derecho de vía, que incluye las bermas, los terrenos colindantes, los separadores no pavimentados, las instalaciones auxiliares como son las áreas de descanso, parqueaderos, miradores, instalaciones para peatones y ciclistas, y las instalaciones para el manejo del agua superficial.

Las funciones operacionales de las zonas laterales son aquellas que proporcionan seguridad a los usuarios y trabajadores en la vía e incluyen las instalaciones para la provisión de usos múltiples al borde de las carreteras como parte de los servicios del sistema de transporte y movilización al cual pertenecen. En general incluyen, el control de accesos, la disposición de áreas de recuperación y la gestión de la distancia de visibilidad mediante la acomodación adecuada de las señales y otras estructuras de servicios.

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

La seguridad vial en las zonas laterales de las carreteras debe ser una prioridad, en consecuencia, este patrón “Información tomada de la guía para el diseño de las zonas laterales seguras, elaborado por la corporación fondo para la prevención vial, el 28 de septiembre de 2012, editorial HOF CONSULTORES S.A.S., página 11.”:

- En las zonas laterales de las carreteras predominan las muertes por volcamientos con el 40,7%.
- Los usuarios más afectados son los pasajeros con el 53,9% de las víctimas.
- Existe una importante participación de motociclistas muertos con el 26,4%.
- Prevalecen los decesos nocturnos con el 49,4% del total.

2.2.5.1 Objetivos de seguridad vial de las zonas laterales seguras.

Seguridad de los ocupantes de los vehículos. Para la protección de los ocupantes de los vehículos se utilizan medidas de tratamiento como las zonas despejadas, la gestión de la distancia de visibilidad, el uso de sistemas de contención de vehículos y el manejo del deslumbramiento producida por la luz solar o por las luces de los vehículos.

Sistemas de contención de vehículos. Los sistemas de contención de vehículos corresponden a los distintos tipos de elementos físicos, en general metálicos o de concreto, usados para contener y redireccionar el vehículo ante una potencial salida de la calzada. Estos sistemas son instalados en la zona lateral de las carreteras frente a obstáculos siguiendo criterios técnicos específicos, con el objeto de proteger a los ocupantes de los vehículos.

Manejo del deslumbramiento. El deslumbramiento producido por ángulo bajo del sol durante el amanecer o anochecer, así como el producido por las luces de los vehículos pueden convertirse en un serio problema para los conductores haciéndoles perder el control del vehículo y provocar accidentes en las zonas laterales. La utilización adecuada de la vegetación puede bloquear el deslumbramiento.

Seguridad de los trabajadores y peatones El diseño y tratamiento de las zonas laterales deben proporcionar elementos para la seguridad de los trabajadores de mantenimiento de las vías, mediante estrategias como la introducción de bermas anchas en sitios cercanos a instalaciones o estructuras fijas de servicios, y la provisión de accesos para los vehículos de mantenimiento donde el área de las cunetas es limitada mediante la adición de sobre anchos.

Es preciso conocer algunas de las funciones de las zonas laterales frente al impacto ambiental, impacto visual y algunas funciones auxiliares como las siguientes:

Las funciones ambientales de las zonas laterales son aquellas que protegen y mejoran el entorno natural y las construcciones circunvecinas, las cuales pueden contribuir a mejorar la seguridad si se tratan apropiadamente. Incluyen: la preservación, protección y mejoramiento de la calidad del agua, encausamiento y manejo de las aguas lluvias, protección de humedales y áreas sensibles, control del crecimiento de la vegetación, disminución del ruido y control de la erosión.

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

Las funciones auxiliares de las zonas laterales son aquellas que proporcionan situaciones operacionales, ambientales y visuales adicionales, completando las instalaciones para la adecuada operación del tránsito vehicular y de los demás usuarios viales. Dentro de las instalaciones que prestan funciones auxiliares en las zonas laterales se encuentran, las áreas de

descanso, los sitios de estacionamiento en las zonas laterales, los miradores, los usos agrícolas, las instalaciones para peatones y ciclistas.

Es preciso que las zonas laterales tengan algunas consideraciones generales que se deban aplicar al diseño para garantizar un espacio más seguro, algunas de estas consideraciones son:

Las zonas laterales de las carreteras son los lugares más utilizados para combinar las instalaciones para el tránsito y movilización de la población con el ambiente natural de lugar y con las áreas construidas en dicho espacios, situación que en general caracteriza las márgenes de las carreteras del país. Esta mezcla de infraestructura con el terreno del borde de la vía, debe tener como principio la necesidad de mantener y respetar la estructura ambiental de las regiones.

El proyecto de diseño de las zonas laterales de las carreteras incorpora las condiciones del lugar, los compromisos, la magnitud de las necesidades y desarrolla conceptos de diseño, como los siguientes:

- Curvas de nivel.
- Irrigación.
- Barreras contra el ruido.
- Muros de contención.
- Seguridad vial.
- Zonas de descanso, estacionamientos, miradores.
- Señales.

- Sistemas de contención vehicular.
- Vegetación.
- Servicios públicos.

En cuanto al tema de la valoración de la probabilidad y la gravedad de los accidentes de tránsito en las zonas laterales de la vía, deben entenderse los conceptos de la probabilidad que se presente un accidente en la zona lateral de la vía y la gravedad del mismo, para proceder a evaluar efectivamente las opciones de seguridad al borde de vía. Los accidentes en el caso de las zonas laterales de la vía corresponden principalmente a choques con objeto fijo y volcamientos.

Se pueden tener a consideración de estudio las siguientes variables:

- Volumen de tránsito.
- Velocidad.
- Características de la vía (número y ancho de carriles, bermas, calzadas divididas o no, etc.).
- Curvatura horizontal.
- Pendiente.
- Tamaño y separación lateral del peligro o barrera.
- Índice de invasión (afectado por la familiaridad, distracciones y expectativas de los conductores, y coherencia de diseño del camino).

2.2.5.2 Identificación de los elementos potencialmente peligrosos.

De igual forma se deben de identificar los elementos que sean potencialmente peligrosos en las carreteras de Colombia, debido a las condiciones particulares que tiene las zonas por su limitación topográfica, por la zona boscosa, por las zonas rocosas, entre otras; para esto se debe considerar después del borde de la vía, la geomorfología del terreno montañoso, bosques, protuberancias rocosas, masas de agua, son algunos ejemplos de características que comúnmente se encuentran en las márgenes de las carreteras las cuales se convierten en serios peligros para usuarios .

Los obstáculos laterales pueden ser traspasables o no traspasables, continuos o discontinuos y artificiales o naturales. Ejemplos de peligros no traspasables son las hileras de grandes árboles, cabezales de alcantarillas, entre otros. Los muros de contención y los árboles son los objetos fijos más comúnmente chocados, con el 34,2% y el 25,4 % del total de choques contra objetos fijos, respectivamente. En los estudios que se realizaron entre el 2007 y el 2010.

Si se busca realizar más a detalle un estudio sobre las posibles alternativas que se tienen como soluciones para que las zonas laterales de las vías se vuelvan más seguras, consultar la guía técnica para el diseño de las zonas laterales, para vías más seguras.

De acuerdo a lo que se especifica en la guía técnica de las zonas laterales más seguras, en las carreteras se pueden encontrar dos clases de peligros:

Peligros continuos, son todos aquellos peligros que se presentan a lo largo de la calzada en una longitud considerable; como son el caso de: las cunetas, cortes y terraplenes, puentes,

viaductos, muros de contención de corona, cortes rocosos o taludes de roca, sardineles, muros, ausencia de marcas viales, deficiencia en el trazado de la carretera.

Peligros discontinuos, son todos aquellos peligros que se presentan a lo largo de la carretera de manera puntual; como son el caso de: arboles, rocas, pasos sobre las cunetas, parales de las señales, torres, postes para transporte de electricidad, pilas, estribos de puentes, extremos agresivos de las barreras, transiciones entre barreras de seguridad, inmuebles y edificaciones.

Otros peligros, que pueden ser localizados en la zona lateral de la carretera y que no hacen parte de las dos clasificaciones anteriores, pueden ser los siguientes: postes de barrera metálica, discontinuidades entre barreras de seguridad vial próximas, altura insuficiente de la barrera, barreras en mal estado, presencia de peatones en la calzada, presencia de semovientes en la calzada.

2.2.6 Sistemas de contención vehicular

Los sistemas de contención vehicular son un complemento importante para evitar los accidentes de aquellos vehículos que se salen de la vía, en la guía técnica para el diseño, aplicación y uso de sistemas de contención vehicular, es posible encontrar una gran cantidad de alternativas que existen en el mundo como solución a este problema.

Parte de las nuevas exigencias de construcción para las vías en Colombia se ejecutan con el concepto de “carreteras que perdonan” consiste en, permitir a los vehículos errantes que abandonan involuntariamente la vía, encontrarse con una zona lateral de carretera cuya conformación reduzca las consecuencias graves del accidente. Este concepto ha sido refinado al

punto de que el diseño de las zonas laterales de las carreteras, en muchos países, ha sido incorporado como parte integral de los criterios de diseño de la infraestructura vial.

Los sistemas de contención vehicular son dispositivos que se instalan en las zonas laterales de una carretera o en las fajas de separación de calzadas en sentido contrario, y su finalidad es retener y redireccionar los vehículos que se salen fuera de control de la vía, de manera que se limiten los daños y lesiones, tanto para los ocupantes como para los otros usuarios de la carretera y personas u objetos situados en las cercanías, tales como viviendas, escuelas, ciclo vías, personas y objetos en zonas de obras. Estos sistemas de contención vehicular se pueden clasificar según “Guía técnica para el diseño, aplicación y uso de sistemas de contención vehicular, elaborado por la corporación fondo de prevención vial, diseñado por Diseñum Tremens, página 4.”:

- Barreras de contención vehicular lateral, tienen como funciones:

Es un sistema longitudinal aproximadamente paralelo al flujo vehicular y su propósito es contener y redireccionar los vehículos que pierden el control, se salen de la vía hasta impactarle. Son sistemas normalmente diseñados para ser impactados por un solo costado.

- Barreras de contención vehicular central. Son sistemas longitudinales que se instalan aproximadamente paralelos al flujo vehicular y su función es contener y redireccionar los vehículos evitando que estos pasen a otros carriles, normalmente del flujo contrario.

- Barreras de contención con sistema de protección para motociclistas. Son barreras de contención vehicular que además se diseñan para evitar que los motociclistas sufran lesiones graves si pierden el control y colisionan contra la barrera.

- Pretil de puente. Es un sistema análogo a una barrera de contención vehicular lateral o central, que se diseña específicamente para bordes de tableros de viaductos, puentes, cabezales de muros de retención y obras similares.

- Terminal de barrera. Son sistemas longitudinales aproximadamente paralelos al flujo vehicular y su función principal es servir como anclaje inicial y final de las barreras laterales y centrales. Son diseñados para generar el anclaje y contener y redireccionar un vehículo en el caso de un impacto lateral.

- Transición. Es un segmento de barrera que cumplen la función de servir de transición gradual entre un sistema de menor rigidez a uno de mayor rigidez.

- Amortiguador de impacto. Conocido también como atenuador de impacto, es un dispositivo cuyo propósito es evitar el choque frontal de un vehículo contra un obstáculo fijo que no puede intervenir con otro tipo de solución.

- Barreras para ciclistas y peatones. Se utilizan en puentes peatonales o ciclo vías.

Rampas de escape. Son áreas adyacentes a la calzada de la carretera donde los vehículos pesados pueden detenerse si pierden el control. Existen tres tipos de rampas de escape:

- Gravitacionales. Usan un material compactado y logran detener el vehículo principalmente por acción de la gravedad, convirtiendo la energía cinética que este posee al ingreso de la rampa, en energía potencial gravitacional hasta su detención.

- Montículos de arena: Estas rampas están compuestas por montículos de arena suelta y pueden tener influencia gravitacional dependiendo de su pendiente.

- Lechos de frenado: Esta rampa utiliza material granular suelto, con profundidad desde material que van de menor a mayor, desde el ingreso a la rampa hasta su final, lo que garantiza una desaceleración controlada.

Las barreras de contención consideran un nivel de contención dependiendo de las características de los vehículos y las especificaciones para esto se considera, la capacidad que tiene un sistema para contener un vehículo de forma controlada (sin que el vehículo atraviese el sistema ni se vuelque), se determina mediante el nivel de contención, para lo cual el sistema se somete a un ensayo estandarizado de choque a escala real. Dicha capacidad de contención es medida mediante la energía cinética, que en el caso particular de las barreras de contención vehicular es la energía cinética transversal -"IS"- . En este sentido, el "nivel de contención" es la máxima energía cinética que el sistema tiene capacidad de contener.

De acuerdo con su nivel de contención, los sistemas de contención vehicular, se pueden clasificar en:

- Sistemas de nivel de contención bajo.
- Sistemas de nivel de contención medio.
- Sistemas de nivel de contención alto.
- Sistemas de nivel de contención muy alto.

La rigidez de un sistema de contención vehicular se determina mediante su capacidad de deflexión ante el impacto de un vehículo. Por deflexión se entiende el máximo desplazamiento lateral que experimenta el sistema cuando es colisionado por un vehículo bajo condiciones

controladas de velocidad, masa del vehículo y ángulo de impacto. Su rigidez es posible clasificarla en flexible, semirrígido y rígido.

Existen en el medio una gran variedad de selección para las barreras que se pueden usar como sistemas de contención vehículos, como lo son: las barreras metálicas, las barreras con cables, las barreras de concreto o en algunos casos es posible combinarlas las cuales se conocen como barreras mixtas; cada una de estas barreras debe cumplir con las todas las características que se han mencionado para que funcionen de forma eficiente en el sistema de contención.

Como información de uso complementario, dado el caso y las necesidad que se tengan con respecto a los sistemas de contención de vehículos, se puede hacer uso de la guía técnica para sistemas de contención vehicular, en la cual se encuentra de forma más detallada como debe ser la implementación de cada uno de los sistemas que se han mencionado, los diseños e implementaciones.

2.2.7 Sistemas inteligentes de transporte

Para el desarrollo de las nuevas carreteras en Colombia, se ha comenzado a considerar el uso de tecnologías que ayuden tener un mejor control de las vías y a conocer más el comportamiento de los usuarios que las usan, pensando en mejorar la seguridad vial y preservar la vida humana; para esto se están incorporando el uso de los ITS “Sistemas Inteligentes de Transporte” como complemento para la seguridad vial.

Los ITS se instalan con el propósito de crear un beneficio o implementar una solución, para esto se debe cuestionar por qué se quiere implementar los ITS, que se busca, estas simples preguntas pueden resolver en gran medida como será su implementación, su funcionamiento, su

servicio, su utilidad, su beneficio y los más importante que justifique su inversión; dado que esto es posible implementarlos para mejorar la seguridad, la fluidez, la comodidad, el impacto ambiental, la operación; en Colombia no existe hasta la fecha una normatividad que pueda reglamentar el uso de los ITS o que guíe como se deben usar, para esto es importante la debida asesoría con profesionales idóneos en el área.

Algunas de las tecnologías ITS que se han empleado a nivel mundial para mejorar la seguridad vial en las vías, han consistido en hacer una apropiada integración entre los diferentes sistemas como son el bluetooth de los celulares, el bluetooth de los vehículos, radares, lidar, entre otros. Para esto se debe contar con un adecuado centro de operaciones y control que permita generar la información al instante de los diferentes cambios que se van presentando en la movilidad, como es el caso de prevención, controles y reducción en los peligros que pueda presentarse en la vía ajenos a esta.

Colombia: atrasada en sistemas inteligentes de transporte del ministerio de educación, Según Víctor Gabriel Valencia Alaix, miembro del Grupo de Investigación en Vías y Transporte, Colombia está en "pañales" a la hora de compararse con ciudades como Londres y Santiago de Chile. "Todas las ciudades están atrasadas, incluyendo a Bogotá. Solo hay intersecciones controladas por semáforos, algunas de ellas accionadas por el tránsito, es decir, que tienen detectores de vehículos que permiten medir el tránsito que circula por las vías", aseveró "Noticia publicada por la universidad nacional de colombia Bogotá, a través del sitio web del ministerio de educación, jueves 16 de septiembre de 2010, el enlace es <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-247493.html>".

Los ITS buscan solucionar los problemas de tránsito y transporte en una región y utilizan las tecnologías más avanzadas de comunicación e información con el objetivo de mejorar el uso de las vías, la seguridad en las mismas y disminuir los tiempos de desplazamiento, entre otros asuntos.

Podemos concluir que falta mucho que aprender e implementar; pero también esto no quiere decir que a la fecha no se esté haciendo al respecto los procesos y proyectos que encaminen hacia la modernización de las vías mediante las ITS, en la actualidad existen entidades públicas como la Policía Nacional que cuenta con una estructuración muy completa de ITS desarrollado por la firma CONSYSTEC, veremos toda la arquitectura que rige este macro sistema a un nivel nacional muy bien organizado sustentado e interrelacionado con otros entes como el INVIAS.

También la Fundación ITS Colombia propende por implementación de estos sistemas, hasta hace poco toda la información relacionada había que traerla de otros países, es bueno saber que ya se cuenta con empresa de nivel mundial que están ubicadas en nuestra región y así podemos estructurar de una forma más ágil, económica y profesional las ITS que requieren los colombianos, se adjunta de su página web la siguiente información.(<http://www.its-colombia.org/>)

El objeto principal de la Fundación ITS Colombia es fomentar y mejorar la eficiencia de los sistemas de movilidad y seguridad vial, nacional o internacional y a cualquier nivel territorial (nacional, departamental, municipal o distrital), a través de sistemas inteligentes de transporte tales como sistemas de: manejo de transporte, manejo de carreteras y autopistas, manejo arterial, asistencia a los conductores, notificación de accidentes, prevención de colisiones, carga

multimodal, operación de vehículos comerciales, reacción al tiempo, operación y mantenimiento de vías, prevención de accidentes y seguridad vial, manejo de información, información al viajero, pagos electrónicos, manejo de emergencias, manejo de accidentes, entre otros.

Para el logro de estos objetivos realizamos las siguientes actividades:

- Apoyo a la investigación tecnológica en tránsito, transporte y logística
- Investigación, Promoción, Desarrollo, Implementación y Administración de Sistemas de Transporte Inteligente
- Capacitación no formal de organizaciones públicas y privadas
- Participación en eventos nacionales e internacionales
- Realización de las Jornadas ITS en Colombia
- Acompañamiento y apoyo de los organismos del gobierno en el desarrollo de normas y lineamientos nacionales
- Asesoría a organizaciones públicas y privadas
- Elaboración y apoyo de documentos técnicos y otras divulgaciones

Si destacamos que en la actualidad las vías en Colombia adelantan procesos que los llevan a modernizar las diferentes corredores viales, esto ha mejorado notoriamente la seguridad de los tramos intervenidos mediante ITS, y se cuenta con una base de seguimiento e información que arroja resultados muy positivos; estos sistemas ITS complementados con la nueva normatividad y estrategias permiten llevar datos estadísticos que redundan en mejor seguridad vial.

2.2.8 Externalidades

En las carreteras de Colombia es frecuente encontrar una gran cantidad de agentes externos que forman parte de las vías, en algunos de los casos es debido a la oportunidad de negocio que se genera al encontrarse en las cercanías de la carretera, como también es el caso de las viviendas, centros comerciales, escenarios deportivos, estaciones de servicios, centros recreativos, centros culturales, refugios naturales, paraderos de buses, avisos publicitarios; todo esto es indiferente del orden que esta pueda tener (primaria, secundaria o terciaria). Para la seguridad vial estas externalidades se pueden ver como un peligro para los usuarios de la vía, debido a la cercanía que estos lugares tienen con la carretera.

Los usuarios de las vías suelen aprovechar estos espacios como sitios turísticos, sitios de compras, a esto se le suma algunas necesidades fisiológicas del ser humano (alimentación, uso del baño, limpieza corporal, entre otras), todo esto desencadena en los cambios del uso del suelo.

Estas externalidades en gran medida para seguridad vial se han afectado, reduciendo los espacios para tener en la carretera zonas laterales más amplias y más seguras, del mismo modo estos se han convertido en obstáculos discontinuos sobre la vía aumentando así el riesgo de colisión que puedan tener los vehículos cuando el conductor pierda el control del mismo, estos lugares no siempre cuentan con un espacio adecuado para que los vehículos puedan incorporarse y parquear con seguridad en los lugares sitios, afectando altamente la transitabilidad porque reduce notablemente los espacios que tiene la vía por diseño, de igual forma los usuarios al hacer al hacer uso concentra una gran densidad de peatones en un mismo lugar, lo cual hace que estos pueden presentar un riesgo mayor en asuntos de accidentalidad por ser más vulnerables.

Los mayores riesgos de accidentalidad que se presentan en estos sitios, se dan en el momento que uno de los vehículos desea entrar al lugar y deba realizar un giro izquierdo para hacerlo, como también se puede presentar cuando uno de los vehículos que se encontraba estacionado desea incorporarse nuevamente al flujo de la vía(indiferente si es giro izquierdo o giro derecho), dado que no siempre se logra contar con buena visibilidad para observar los vehículos que puedan estar transitando por la zona, en el momento que un vehículo desde su mismo carril pueda ingresar a una de estas zonas puede aumentar el riesgo de una colisión producto a la acción de frenado o disminución de velocidad que este debe aplicar para que le permita ingresar al lugar, olvidándose por completo de los vehículos que puedan estar detrás de este.

2.3 IRAP

Antes de plantear la metodología que se busca implementar en las carreteras de Colombia, se hace necesario explicar y conocer mejor como es el funcionamiento y la aplicación de la metodología internacional conocida mejor como iRAP, quien se encarga de hacer toda la evaluación en carreteras de primer orden en la mayor parte de los países.

El programa internacional de evaluación de carreteras (iRAP, *International Road Assessment Programme*) es una organización sin fines de lucro dedicada a salvar vidas mediante vías más seguras.

iRAP forma alianzas con gobiernos y organismos no gubernamentales para:

- Inspeccionar vías de alto riesgo y desarrollar la clasificación por estrellas y los planes de inversión para vías más seguras.
- Proveer capacitación, tecnología y apoyo a fin de sostener el desarrollo de la capacidad en los ámbitos nacional, regional y local
- Monitorear el desempeño de la seguridad en las vías de tal manera que los organismos donantes puedan evaluar los beneficios de sus inversiones.

El propósito de la clasificación por estrellas del iRAP para clasificar la seguridad vial (CSV) es evaluar como la infraestructura vial contribuye a ocurrencia de lesiones fatales o graves de los usuarios de la vía. El protocolo del iRAP se ha desarrollado para evaluar el nivel de riesgo relevante para los ocupantes de vehículos, peatones, ciclistas y motociclistas en vías urbanas, semiurbanas y rurales.

iRAP también ha desarrollado un conjunto de herramientas para usar datos derivados de la inspección a fin de identificar los esquemas prioritarios que mejoren la seguridad de redes viales que ayuden a tomar decisiones sobre inversiones. Las herramientas de iRAP generan puntajes de la CSV para todos los grupos de usuarios de las vías, usan datos derivados de la inspección para estimar el número de víctimas en una ruta, generar contramedidas y determinar mediante evaluaciones económicas el valor óptimo de los programas que mejoren la seguridad de la red.

El proyecto iRAP Colombia consistió en la evaluación y el análisis de alternativas disponibles para aproximadamente 11.200 kilómetros de la red vial nacional. Los datos de estado inicial del modelo fueron levantados por un vehículo chileno a cargo de la empresa APSA Limitada, la etapa de codificación estuvo a cargo de la Universidad de los Andes, la Universidad

del Cauca y la Universidad del Norte, estas universidades se encontraban ubicadas en distintas regiones del país. En cada una de ellas se realizó una capacitación acompañada por un grupo de profesionales a cargo de iRAP para garantizar la calidad del producto (Evaluación de la seguridad vial en la red nacional de carreteras, bajo la metodología del International Road Assessment Programme – iRAP 2013, pág. 10).

Se realiza un comparativo de la evaluación de la seguridad vial en la red nacional de carreteras bajo la metodología del iRAP en Colombia, frente a la evaluación realizada usando está misma metodología en Chile.

Partiendo de unas evaluaciones que se realizaron a nivel nacional en la red vial principal de Colombia en vías de primer orden, se pretende aplicar este método a una situación regional o más específica, donde las condiciones generales del tránsito pueden tener comportamientos diferentes.

Esta metodología iRAP requiere de un proceso de recolección y procesamiento de la información, la cual está dada por los siguientes pasos:

2.3.1 ETAPA 1

Consiste en la recolección de datos y codificación: esta etapa incorpora la planificación de la red de inspección, la inspección en sí, y el control y aseguramiento de la calidad de los datos.

La planificación de la red de inspección debe realizarse de forma que primero se inspeccionen las vías donde se producen la mayor cantidad de accidentes mortales y graves. La red de inspección debe ser acordada por todos los socios pertinentes.

La inspección se puede llevar a cabo de la siguiente manera: Recolección de datos con video, tipos de carretera, puntos claves de la frecuencia, situación del tráfico, entorno, tipología.

2.3.2 ETAPA 2

Pre-procesamiento: en esta etapa, los datos se convierten del formato propio al modelado por el formato modelado por el sistema iRAP adaptado a las condiciones de Colombia.

2.3.3 ETAPA 3

Clasificación: se va cotejar la información recolectada en campo confrontada con la normatividad para ese tipo de vía y para las condiciones locales.

Asemajaremos la clasificación de la vía con resultados entre 1 y 5 estrellas semejantes a la calificación emitida por la metodología iRAP.

2.3.4 ETAPA 4

Generación de medidas de mitigación: se analizarán los resultados encontrados en la clasificación realizada al tramo vial, con base en lo obtenido de este análisis se propondrán o postularán medidas de mitigación, buscando sean soluciones fáciles de implementar y adicionalmente de gran impacto, como meta salvar un número significativo de vidas. Estas medidas que se pueden recomendar para mejorar la seguridad de la vía pueden ser algunas como las siguientes: Mejoramiento de señalización, iluminación, mejoramiento geométrico de la carretera (rectificación), implementación de elementos físicos (barreras metálicas, separadores centrales, reductores de velocidad), entre otros.

Estimación del número de víctimas: cuando no hay datos de colisiones disponibles por una entidad pública o privada, en casos son imprecisos la información de víctimas que se tiene o en la situación donde sea posible adquirirla, se realiza una estimación en el número de víctimas en un tramo de carretera presente o posterior. Llevando esto a un valor unitario por víctima estimando su costo al estado o dueño de la vía, si esta es lesión grave o muerte siendo de vital importancia para cuantificar el valor económico de estos sucesos hechos y los sucesos futuros durante su tiempo de existencia.

Evaluación económica: Luego de tomar las mejores decisiones técnicas o su posterior cuantificación de la inversión versus beneficios, obtenemos una valoración económica, cuyo objeto es poner en cifras tangibles de cuanto costo se deja gastar por el posible número de víctimas que ya no serían al hacer este ahorro, frente al costo de la medidas de mitigación que logren mejorar las condiciones de seguridad vial del tramo evaluado, de esta forma es posible lograr beneficios económicos de salvar vidas, reducir lesiones graves y siniestros vehiculares.

2.3.5 QUE SE ESTÁ HACIENDO A NIVEL MUNDIAL

Como consecuencia de las muertes que se generan en los accidentes de tránsito, cada año se pierden 4,7 millones de años de vida, según indica el estudio sobre la Carga Mundial de Morbilidad. Esto equivale a los años de vida perdidos a causa del VIH, cáncer de pulmón, tuberculosis y malaria juntos.

La ONU aprobó una resolución en 2010, en la que se declaró la década de acción para la Seguridad Vial 2011--2020 con el apoyo de más de 100 países, incluyendo los de ALC. El objetivo de la década de acción es, primero estabilizar y luego reducir la cifra de muertes y lesiones en carretera, con el potencial de salvar 5 millones de vidas en 1100 años. Durante la

conferencia sobre el desarrollo sostenible de la ONU, celebrada en 2012 en Río de Janeiro, la ONU incluyó a la seguridad vial como parte de sus esfuerzos por lograr un desarrollo sostenible (Información extractada de un artículo publicado por el periódico mundo.com, el 21 de Abril de 2014, llamado naciones unidas por la seguridad vial).

La Organización Mundial de la Salud publicó un Informe sobre la seguridad vial mundial documentando la seguridad vial en 182 países, casi el 99% de la población mundial. El informe indica que la cifra total de muertes en carretera sigue siendo inaceptablemente alta, con 1,24 millones de fallecidos al año. Sólo 28 países, o lo que es lo mismo, el 7% de la población mundial, disponen de una legislación detallada relativa a la seguridad vial, que cubre cinco factores de riesgo: manejar bajo los efectos del alcohol, excesodevelocidad y la falta de uso del casco al ir en motocicleta, de cinturones de seguridad y de sistemas de retención infantil. Este informe sirve de base para la década de Acción para la Seguridad Vial.

2.4 PLAN NACIONAL DE SEGURIDAD VIAL EN COLOMBIA

El Gobierno de Colombia ha definido como una prioridad y como una Política de Estado la seguridad vial. En ese contexto, a través del Ministerio de Transporte, se ha establecido un Plan Nacional de Seguridad Vial - PNSV 2011-2016, que a continuación se presenta y que se estructura fundamentalmente tomando la experiencia internacional y las recomendaciones que sobre la materia han formulado diversos organismos multilaterales, especialmente la Organización Mundial de la Salud OMS, que ha consagrado el período comprendido entre los años 2011 y 2020 como "La década para la acción" que tiene como finalidad reducir en un 50%

las mortalidades derivadas de los accidentes de tránsito en el mundo, con esto Colombia se suma al compromiso a través de lo establecido.

2.4.1 PLAN DE ACCIÓN DEL GOBIERNO COLOMBIANO

Este Plan Nacional, a través de la resolución 001282 de marzo de 2008 emitida por el Ministerio de transporte, además de articular y coordinar, establecerá los lineamientos estratégicos de funcionamiento de la seguridad vial, en el cual se presentan los tres factores básicos del tránsito, el ser humano, el vehículo y el entorno; durante las tres etapas de un siniestro, es decir antes de la colisión o choque, durante la colisión o choque propiamente tal, y después de la colisión o choque. La Matriz de Haddon representa un sistema dinámico y cada una de sus celdas puede entenderse como un área con posibilidades específicas de intervención para reducir las consecuencias derivadas de los siniestros de tránsito.

El enfoque sistémico basado en la Matriz de Haddon permite identificar las cuatro posibles estrategias de reducción de las consecuencias derivadas de los siniestros de tránsito, esto es:

- ✓ La reducción en la exposición a los riesgos viales.
- ✓ La prevención de los accidentes de tránsito,
- ✓ La disminución de la gravedad de las lesiones en caso de accidente y
- ✓ La mitigación de las consecuencias de los traumatismos mediante una mejor atención del accidentado.

También podemos distinguir en cuanto al momento en que se producen; antes de que se produzca el siniestro (prevención del accidente), en el momento en que se produce (disminución

de las lesiones y daños materiales) o finalmente después de que el siniestro de tránsito ha tenido lugar (conservación de la vida).

Además de la estructura propia de la Matriz de Haddon, este Plan articulará las medidas propuestas entregando para cada una de ellas un sustento científico y técnico, además de describir de acuerdo a la metodología internacional los resultados que ellas han tenido en la disminución de siniestros de tránsito, lesionados y fallecidos.

Así la estructuración de este Plan, siguiendo la Matriz de Haddon considerará:

1. Aspectos Institucionales
2. Medidas sobre el Comportamiento Humano
3. Medidas sobre los Vehículos
4. Medidas sobre la Infraestructura o las Vías
5. Medidas de Atención a Víctimas

Una vez se evalúa cada uno de estos puntos, a través de las estadísticas que se tenga en la vía, se concluye y se hacen recomendaciones que permitan mejorar la seguridad y de este modo lograr que se disminuye considerablemente el número de víctimas en las carreteras.

2.4.2 LINEA DE ACCIÓN EN LAS CONCESIONES 4G

Se tiene como objetivo implementar algunas medidas de medición que ayuden a disminuir los peligros y riesgos que no se tomaron en las concesiones anteriores de primera generación,

segunda generación y tercera generación, aun manteniendo algunas consideraciones en común como lo son:

- El cumplimiento del parámetro en los diseños geométricos
- Cumplimiento de las normas del manual de señalización
- Equipamiento para la policía de carreteras en el control de la seguridad vial

Para las concesiones de primera generación el contrato de concesión no regulaba nada respecto a la seguridad vial, en las concesiones de segunda y tercera generación los contratos de la tercera generación establecen algunas obligaciones en materia de la seguridad vial; como parte de las exigencias para el concesionario este debe realizar todas las acciones necesarias para reducir los índices de accidentalidad en la vía y de igual forma la promoción de actitudes de manejo preventivo y seguro.

En las consideraciones que se van a tomar como línea de acción en las concesiones 4G, para disminuir los riesgos de mortalidad y morbilidad en las carreteras de Colombia son:

- Auditoría de seguridad vial
- Intervención de puntos negros
- Jerarquización de la red
- Mejoras en la infraestructura vial
- Normatividad para infraestructura vial

La iniciativa para la implementación de estas acciones comienza desde la estructuración de las auditorías de seguridad vial como medida preventiva, para mejorar y corregir sitios críticos, adoptando recomendaciones del fondo de prevención vial (señalización, elementos de contención vehicular, tratamientos especiales en los pasos urbanos, entre otros), como medida de ejecución se debe hacer una estricta medición de los indicadores de mortalidad, dado que el incumplimiento de este originara un descuento en el pago mensual del concesionario, durante la estructuración del proyecto se deben estar realizando inspecciones de seguridad vial con visitas de campo y recolección de información de accidentalidad (Ministerio de Transporte), priorización de puntos críticos de accidentalidad y de igual forma es necesario estar realizando auditorías de seguridad vial con el fin de verificar el cumplimiento de los diseños según los diferentes componentes de seguridad vial. Durante la operación el concesionario debe mantener en buen estado y en óptimas condiciones de visibilidad la señalización vertical y la señalización horizontal, mantener en buenas condiciones las barreras de contención, mediciones semestrales del coeficiente de fricción de la capa de rodadura.

Figura 17. Índice de mortalidad

Índice de Mortalidad:

$$Im (mes i) = \frac{N^{\circ} \text{Victimas Fatales(Tramos críticos)} * 100.000}{(TM \times Long Tc(km))}$$

Donde:

Im= Índice de mortalidad

TM= Transito mensual en la concesión

Long Tc = Longitud del Tramo Critico(km.).

100.000 = Constante

Valor tolerable= $Im < 0.13$

Fuente: basada en el fondo de prevención vial, presentación de las concesiones 4G brindada por la ANI (Agencia Nacional de Infraestructura).

Se plantea por parte de la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), una estrategia como sistema de gestión de la seguridad vial, a través de un método reactivo que responde a los acontecimientos que ya ocurrieron, como los accidentes de tránsito, un método proactivo el cual busca activamente identificar los riesgos potenciales para los distintos usuarios de la vía concesionada, y un método predictivo que analiza los resultados de procesos monitoreados, control y seguimiento del sistema y su entorno para identificar los problemas potenciales a futuro.

Para llevar todo esto a cabo el gobierno está invirtiendo un porcentaje igual o menor al 10% del valor del contrato de concesión, para que el concesionario garantice la implementación de los diferentes sistemas que ayuden a disminuir los índices de seguridad vial.

2.5 MATRIZ MULTICRITERIO

Después de recopilar y documentar toda la información, es necesario traducirla y tabularla a valores significativos. Con el conocimiento e información plasmada en los textos anteriores se propone mediante la realización de una ficha técnica desarrollada en software Excel de Microsoft hacer una plantilla tipo matriz multicriterio que recoja y compare con una documentación preinstalada en ella misma, de este cotejo calificar la seguridad vial del tramo auscultado. Para ello se preinstalan valores y condiciones que al ser comparados con los evaluados hacen un comparativo y de este arrojar la calificación.

La elaboración de los correspondiente algoritmos son desarrollo propio al igual que la plantilla, obviamente con la asesoría un profesional en sistemas. El análisis multicriterio se utiliza para emitir un juicio comparativo entre proyectos o medidas heterogéneas.

En el ámbito de la evaluación, el análisis multicriterio se emplea especialmente en evaluaciones ex ante, más concretamente en la definición de opciones estratégicas de intervención. En el ámbito de las evaluaciones ex post, el análisis multicriterio puede contribuir a la evaluación de un programa o de una política valorando los efectos de las acciones realizadas con respecto a varios criterios.

Análisis multicriterio es una herramienta de apoyo al proceso de toma de decisiones. Se utiliza para facilitar el camino hacia la decisión, de manera que en intervengan distintos puntos de vista, aunque sean contradictorios. Dentro de sus ventajas se halla la de simplificar las situaciones complejas.

Constituye una herramienta de apoyo en el proceso de toma de decisiones, especialmente en la planificación, debido a que permite integrar diferentes criterios de acuerdo a la opinión de los participantes, en un solo marco de análisis.

2.5.1 Origen de la Matriz

Inicialmente este método fue desarrollado en el ámbito de las ciencias económicas y en el de la ingeniería industrial. Fue desarrollado en la década de los 60 y a partir de la segunda mitad de la década de 1970 comenzó a experimentar un importante desarrollo, hasta convertirse en una herramienta científica.

Los principios del análisis multicriterio se derivan de: la Teoría de Matrices, Teoría de Grafos, Teoría de las Organizaciones, Teoría de la Medida, Teoría de las Decisiones Colectivas, Investigación de Operaciones y de Economía.

2.5.2 Objetivos de la Matriz

El análisis multicriterio nace como herramienta para analizar fenómenos complejos y no repetibles, que no pueden ser verificables objetivamente en laboratorio. Es un método que permite orientar la toma de decisiones tomando como basamento varios criterios comunes. Se utiliza para emitir juicios comparativos entre proyectos o medidas heterogéneas, y su objetivo es llegar a la solución del problema mediante su simplificación. Es muy empleado en la evaluación.

2.5.3 Etapas de la Matriz

- Determinar el ámbito de aplicación e identificar la lógica de intervención.
- Designar al grupo (o a los grupos) de negociación o de juicio.
- Designar al equipo técnico que colaborará con el grupo de juicio (coordinador, ayudante técnico y los expertos encargados de recopilar datos para la negociación).
- Elaborar la lista de acciones que se incluirán en el análisis multicriterio: los criterios deben definirse antes de realizar el análisis, a partir de unas reglas que todos los participantes deben conocer y aceptar.
- Identificar y seleccionar los criterios de juicio.
- Determinar el peso relativo de cada criterio.

- Juicio por criterio.
- Agregación de los juicios.
- Aplicaciones posibles del análisis multicriterio
- Se emplea con frecuencia en el proceso de planificación y evaluación.
- Se emplea en el análisis de diversas alternativas.
- Se emplea en la definición y negociación de opciones estratégicas de intervención.
- Puede contribuir a la evaluación de un programa o de una política realizando el balance de sus efectos.

2.5.4 Métodos de Análisis Multicriterio

Los problemas en los que las alternativas de decisión son finitas se denominan problemas de Decisión Multicriterio Discreta. Algunos de los métodos que se utilizan en estos casos son:

Ponderación Lineal (scoring): permite abordar situaciones de incertidumbre o con escaso nivel de información. Se construye una función de valor para cada una de las alternativas. Supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad.

Utilidad Multiatributo (MAUT): Para cada atributo se determina la correspondiente función de utilidad (parcial), y luego se agregan en una función de utilidad multiatributo de forma aditiva o multiplicativa. Al determinarse la utilidad de cada una de las alternativas se consigue una ordenación completa del conjunto finito de alternativas. Utiliza “escalas de intervalo”, y acepta el principio de “preservación de orden” (rankpreservation).

Relaciones de Superación: Estos métodos usan como mecanismo básico el de las comparaciones dos a dos de las alternativas, criterio por criterio. De esta forma puede construirse un coeficiente de concordancia C_{ik} asociado con cada par de alternativas (a_i, a_k) . Existen dos métodos de la escuela francesa: ELECTRE y PROMETHEE. El método ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité) tiene varias versiones que usan pseudocriterios y la teoría de conjuntos difusos. El método PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) se ha aplicado, con predicción para problemas de ubicación.

Proceso Analítico Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process): fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty en 1980 y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico. El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un modelo que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas. Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones por pares entre dichos elementos (criterios-subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Una vez obtenido el resultado final, el AHP permite llevar a cabo el análisis de sensibilidad del modelo (Ministerio de Educación, 10 de mayo de 2015). (Ernesto, D. T., 1981). (Manual de Educación para el tránsito, 1 de mayo de 2015). (Comisión Europea).

2.5.5 Ventajas

- Simplifica situaciones complejas. Permite avanzar paso a paso hacia la búsqueda de una solución, con toda transparencia.

- Las bases sobre las que se realiza la selección de los criterios y la puntuación de los resultados son a menudo sencillas, comprensibles y determinadas por el grupo que conduce el análisis.

- Permite una valoración estable de los diferentes elementos incluidos en el análisis, por lo que racionaliza el proceso de toma de decisiones.

- Herramientas que pueden combinarse con el análisis multicriterio

- Este tipo de herramientas pueden complementar al análisis de multicriterio en dependencia de las necesidades particulares de cada situación:

- Análisis coste-eficacia: puede ser aplicado a alguno de los criterios.

- Panel de expertos: para que tomen participación en las ponderaciones.

- Herramientas de observación: los estudios de caso, las entrevistas y los cuestionarios pueden proporcionar información al momento de seleccionar los criterios y su valoración.

3. METODOLOGIA

La medición internacional iRAP ha sido adaptada a las condiciones locales de acuerdo a los manuales establecidos para las carreteras en Colombia, para ser aplicada en vías de primer, segundo o tercer orden, independientemente de que la carretera se encuentre en límites urbanos o en zonas rurales. Una diferencia de esta propuesta con iRAP es que esta última solo es aplicada a vías de primer orden.

La metodología consta de la aplicación de una plantilla de trabajo de creación propia, en la cual se recopila toda la información del tramo vial de carretera que se quiere evaluar o investigar, este tramo de carretera es seleccionado de acuerdo a la necesidad que presente la ubicación, frente a las ocurrencias de accidentalidad y que necesitan de mejoramiento para disminuir esta incidencia y el riesgo de que se continúen presentando en este sitio. En la figura 18 en las paginas 109 y 110 se encuentra el formulario y posteriormente su explicación y funcionamiento.

Entonces la metodología implementada se basa en calificar de (1) uno a (5) cinco, siendo el numero uno el peor escenario y cinco el mas excelente, los elementos de seguridad a través de una plantilla donde están condensados los principales criterios para evaluación de un tramo vial desde el punto de vista de la seguridad, los cuales fueron recopilados después de una minuciosa depuración, y a su vez estos criterios contienen una ponderación por cada capítulo. (Ver tabla 1).

Para la descripción minuciosa de cada criterio están relacionados en la tabla Nro.3

En la obtención de la calificación final la plantilla realiza una sumatoria de los resultados por capítulos y esta mediante unos condicionantes que incluyen un rango de valores, son

traducidos al resultado final y calificados entre las siguientes evaluaciones: Mala, Regular, Aceptable, Buena y Excelente (ver tabla 2).

Se plantea realizar una calificación para cada uno de los capítulos C, D, E y F por ser estos los espacios donde se deben registrar todos los valores calificables, los cuales se están evaluando dentro de la plantilla de trabajo en Excel, con un respectivo porcentaje para cada uno de estos entre un 100% del resultado total, dado que no todos los capítulos presentan el mismo porcentaje de calificación para la seguridad en la vía. Se efectuó la encuesta a un grupo de veinte (20) profesionales del ramo sobre la distribución de los porcentajes para cada uno de estos capítulos, cuyo resultado está plasmado en el siguiente cuadro.

ENCUESTA PORCENTAJES PARA VALORIZACIÓN DE CAPÍTULOS

DESCRIPCIÓN	PORCENTAJES																				TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
C. EXPLANACIÓN	30	30	20	30	20	30	15	30	30	30	30	10	30	30	10	40	10	20	10	20	24
D. SEÑALIZACIÓN	10	20	30	15	20	20	20	10	10	10	10	20	15	20	30	15	40	30	30	20	20
E. RODADURA	40	30	40	35	40	30	50	30	40	40	40	60	25	40	40	25	40	35	40	40	38
F. ZONAS LATERALES	20	20	10	20	20	20	15	30	20	20	20	10	30	10	20	20	10	15	20	20	18

100

Del cuadro anterior se realizó un ajuste para la distribución final de los porcentajes, propuestos por los encuestados en cada uno de los capítulos de acuerdo a sus experiencias o puntos de vista, quedando como valores definitivos los presentados en la Tabla 1.

Se mejora el porcentaje para el capítulo C que corresponde a la información de la explanación de la vía, el cual debe tener una mayor importancia de acuerdo con el proceso de documentación hecho para el presente trabajo, debido a que allí se encuentra características significativas que se tienen a consideración dentro de la seguridad en las carreteras, como es el caso de: la geometría de la vía, la sección transversal de los taludes, ancho de la calzada, ancho de carril, berma izquierda y derecha, separador de carril, tipo de separador, bombeo, peralte, pendiente longitudinal, radio de curva, longitud de la curva vertical, altura de bordillo, cuneta, talud derecho e izquierdo, acceso para discapacitados, altura de acceso, ciclovia.

Tabla 1. Porcentaje de ponderación para los capítulos de la plantilla de trabajo.

CAPITULO Y DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE
C. INFORMACIÓN DE EXPLANACIÓN DE LA VÍA	30 %
D. SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL	10 %
E. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA	40 %
F. ZONA LATERAL SEGURA DISCONTINUO	20 %
TOTAL	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Los capítulos A y B corresponden a la información general del tramo y su descripción, respectivamente.

De la tabla anterior podemos mencionar que a su vez cada capítulo recoge una serie de criterios calificables y además poseen la habilidad de tenerse en cuenta o no según el tramo evaluado, esto se logra mediante un condicionante de SI o NO para activar o desactivar el criterio evaluado.

Dentro de la plantilla de trabajo, existe una calificación total numérica y cualitativa la cual se encarga de describir el resultado encontrado, luego de evaluar el tramo de vía en una carretera, para esto se hace una descripción de cada uno de estos calificativos y así poder entender mejor el

funcionamiento de la plantilla. Esto también lo podemos expresar de la siguiente manera, cada capítulo contiene una cantidad de criterios calificables, estas calificaciones se suman y luego se dividen por el valor máximo que se puede obtener para dicho capítulo, y a este resultado se multiplica por el porcentaje ponderado del mismo capítulo, para quedar evaluado el mismo y posteriormente la sumatoria de los capítulos que son el 100% de la evaluación obtenida se compara contra unos rangos preestablecidos y mediante un algoritmo se arroja la calificación final, que esta relacionada en la siguiente tabla Nro. 2

Tabla 2. Definición y clasificación de calificación cualitativa.

Calificación Numérica	Interpretación Cualitativa	Definiciones
1	Mala	Tramo vial evaluado que en sus especificaciones cumple con menos del 25% de las normas mínimas de seguridad tenidas en cuenta, y que como consecuencia pueden producir volcamientos, salida del vehículo por fuera de la vía, colisiones, encunetado, atropellamiento, alta accidentabilidad con gran probabilidad de lesiones morbilidad grave y mortalidad.
2	Regular	Tramo vial evaluado que en sus especificaciones cumple con hasta el 41% de las normas mínimas de seguridad tenidas en cuenta, y que como consecuencia pueden producir volcamientos, salida del vehículo por fuera de la vía, colisiones, encunetado, atropellamiento, alta accidentabilidad con gran probabilidad de lesiones morbilidad moderada y mortalidad.
3	Aceptable	Tramo vial evaluado que en sus especificaciones cumple con hasta el 58% de las normas mínimas de seguridad tenidas en cuenta, y que como consecuencia pueden ocasionar volcamientos, salida del vehículo por fuera de la vía, colisiones, encunetado, atropellamiento, alta accidentabilidad con gran probabilidad de lesiones morbilidad moderada y mortalidad moderada.
4	Buena	Tramo vial evaluado que en sus especificaciones cumple con hasta el 77% de las normas mínimas de seguridad tenidas en cuenta, y que como consecuencia pueden producir colisiones, atropellamiento, alta accidentabilidad medianamente accidentes y lesiones con muertes ocasionales.
5	Excelente	Tramo vial evaluado que en sus especificaciones cumple con más del 77% de las normas mínimas de seguridad tenidas en cuenta, y que como consecuencia presente esporádicos colisiones, accidentes con mínimas lesiones y casi ninguna muerte.

Fuente: Creación propia.

3.1 PLANTILLA DE EVALUACIÓN SEGÚN METODOLOGIA

Para realizar una mejor aplicación de la metodología, se vio la necesidad de crear una plantilla que plasmara todas las mediciones y consideraciones de los diferentes manuales de construcción en carreteras vigentes en Colombia, esta al ser una *creación propia* tiene algunas consideraciones para realizar la evaluación y una respectiva calificación que permita obtener un resultado confiable frente a la seguridad vial, de la carretera o tramo vial, de acuerdo a la siguiente calificación que es necesario leer, analizar y tener en cuenta antes de comenzar a aplicar la plantilla de campo en Excel.

Las carreteras son escenarios dinámicos, debido a los diferentes comportamientos que tienen los vehículos y las personas que los usan, esto hace que se haga más difícil determinar todas las situaciones que se pueden experimentar en el sitio y representarlo en una plantilla de Excel, es por esto que solo se realiza la evaluación de parámetros que sean posible medir en el campo, basado en conocimientos especializados de las múltiples situaciones que son posible encontrar en tal escenario y de allí realizar un adecuada y acertada calificación del tramo de carretera que está siendo evaluado frente a las exigencias que tiene la seguridad vial.

Tabla 3. Información para calificación de la plantilla de trabajo

C. INFORMACIÓN DE EXPLANACIÓN DE LA VÍA.	
Para calzadas de primer orden (sencilla y doble)	
Calificación	Descripción
5	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno (plano, ondulado, montañoso, escarpado), para velocidades entre 60 Km/h y 110 Km/h, se encuentra en 7,3 m.
4	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno (plano, ondulado, montañoso, escarpado), para velocidades entre 60 Km/h y 110 Km/h, se encuentra entre 7,3 m y 7,2 m.
3	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno (plano, ondulado, montañoso, escarpado), para velocidades entre 60 Km/h y 110 Km/h, se encuentra entre 7,2 m y 7,1 m.
2	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno (plano, ondulado, montañoso, escarpado), para velocidades entre 60 Km/h y 110 Km/h, se encuentra entre 7,1 m y 7,0 m.
1	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno (plano, ondulado, montañoso, escarpado), para velocidades entre 60 Km/h y 110 Km/h, se encuentra <7,0 m.
Para calzadas de primer orden (sencilla)	
Calificación	Descripción
5	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno escarpado, para velocidades entre 60 Km/h y 80 Km/h, se encuentra en 7,0 m.
4	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno escarpado, para velocidades entre 60 Km/h y 80 Km/h, se encuentra entre 7,0 m y 6,9 m.
3	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno escarpado, para velocidades entre 60 Km/h y 80 Km/h, se encuentra entre 6,9 y 6,7 m.
2	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno escarpado, para velocidades entre 60 Km/h y 80 Km/h, se encuentra entre 6,7 m y 6,5 m.
1	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno escarpado, para velocidades entre 60 Km/h y 80 Km/h, se encuentra < 6.5 m.
Secundaria terreno plano y ondulado	
Calificación	Descripción
5	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 60 Km/h y 80 Km/h, se encuentra en 7,3 m.
4	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 60 Km/h y 80 Km/h, se encuentra entre 7,3 m y 7,2 m.
3	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 60 Km/h y 80 Km/h, se encuentra entre 7,2 m y 7,1 m.
2	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 60 Km/h y 80 Km/h, se encuentra entre 7,1 m y 7,0 m.
1	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 60 Km/h y 80 Km/h, se encuentra en <7,0 m.
Secundaria terreno ondulado y montañoso.	
5	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 50 Km/h y 70 Km/h, se encuentra en 7,0 m.

Calificación	Descripción
4	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 50 Km/h y 70 Km/h, se encuentra entre 7,0 m y 6.9 m.
3	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 50 Km/h y 70 Km/h, se encuentra entre 6.9 m y 6.7 m.
2	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 50 Km/h y 70 Km/h, se encuentra entre 6.7 m y 6.5 m.
1	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 50 Km/h y 70 Km/h, se encuentra en < 6.5 m.
Secundaria terreno escarpado.	
5	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades de 60 Km/h se encuentra en 7,0 m.
4	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades de 60 Km/h se encuentra entre 7,0 m y 6.9 m.
3	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades de 60 Km/h, se encuentra entre 6.9 m y 6.7 m.
2	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades de 60 Km/h se encuentra entre 6.7 m y 6.5 m.
1	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades de 60 Km/h se encuentra en < 6.5 m.
Secundaria terreno montañoso y escarpado.	
5	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 40 Km/h y 50 Km/h, se encuentra en 6,6 m.
4	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 40 Km/h y 50 Km/h, se encuentra entre 6,6 m y 6,5 m.
3	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 40 Km/h y 50 Km/h, se encuentra entre 6,5 m y 6,4 m.
2	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 40 Km/h y 50 Km/h, se encuentra entre 6,4 m y 6,2.
1	Si el ancho de la calzada en metros, para velocidades entre 40 Km/h y 50 Km/h, se encuentra en < 6,2 m.
Secundaria terreno escarpado y terciaria todos los terrenos.	
5	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno (plano, ondulado, montañoso, escarpado), para velocidades entre 40 Km/h y 20 Km/h, se encuentra en 6,0 m.
4	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno (plano, ondulado, montañoso, escarpado), para velocidades entre 40 Km/h y 20 Km/h, se encuentra entre 6,0 m y 5,9 m.
3	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno (plano, ondulado, montañoso, escarpado), para velocidades entre 40 Km/h y 20 Km/h, se encuentra entre 5,9 m y 5,8 m.
2	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno (plano, ondulado, montañoso, escarpado), para velocidades entre 40 Km/h y 20 Km/h, se encuentra entre 5,8 m y 5,6 m.
1	Si el ancho de la calzada en metros, para todos los tipos de terreno (plano, ondulado, montañoso, escarpado), para velocidades entre 40 Km/h y 20 Km/h, se encuentra en < 5,6 m
Ancho del carril	
5	Si los carriles de la calzada tienen la misma distancia media, de acuerdo al ancho de la calzada.

Calificación	Descripción
4	Si los carriles de la calzada tienen la una diferencia de 10 cm, de acuerdo al ancho de la calzada.
3	Si los carriles de la calzada tienen la una diferencia de 20 cm, de acuerdo al ancho de la calzada.
2	Si los carriles de la calzada tienen la una diferencia de 30 cm, de acuerdo al ancho de la calzada.
1	Si los carriles de la calzada tienen la una diferencia de > 30 cm, de acuerdo al ancho de la calzada.
Berma para calzadas de primer orden doble, esto es para terreno plano, para velocidades entre 70 Km/h y 110 Km/h.	
5	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en 2,5 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra en 1,0 m.
4	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 2,5 m y 2,3 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra entre 1,0 m y 0,90 m.
3	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 2,3 m y 2,1 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra entre 0,90 m y 0,80 m.
2	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 2,1 m y 1,9 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra entre 0,80 m y 0,70 m.
1	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en < 1,9 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra en < 0,80 m.
Berma para calzadas de primer orden doble, esto es para terreno ondulado, para velocidades entre 70 Km/h y 110 Km/h.	
5	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en 2,0 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra en 1,0 m.
4	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 2,0 m y 1,8 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra entre 1,0 m y 0,90 m.
3	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,8 m y 1,6 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra entre 0,90 m y 0,80 m.
2	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,6 m y 1,5 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra entre 0,80 m y 0,70 m.
1	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en <1,5 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra en < 0,80 m.
Berma para calzadas de primer orden doble, esto es para terreno montañoso y escarpado, para velocidades entre 70 Km/h y 100 Km/h.	
5	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en 1,8 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra en 0,5 m.
4	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,8 m y 1,5 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra entre 0,50 m y 0,40 m.
3	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,5 m y 1,2 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra entre 0,40 m y 0,30 m.
2	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,2 m y 0,9 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra entre 0,30 m y 0,20 m.
1	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en <0,90 m y el ancho de la berma izquierda se encuentra en < 0,20 m.
Berma para calzadas de primer orden una calzada, esto es para terreno plano y ondulado, para velocidades entre 70 Km/h y 100 Km/h.	
5	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en 2,0 m.
4	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 2,0 m y 1,8 m.
3	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,8 m y 1,6 m.

Calificación	Descripción
2	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,6 m y 1,4 m.
1	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en < 1,4 m.
Berma para calzadas de primer orden una calzada, esto es para terreno montañoso y escarpado, y para calzada secundaria para terreno plano y ondulado, para velocidades entre 80 Km/h y 90 Km/h.	
5	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en 1,8 m.
4	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,8 m y 1,6 m.
3	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,6 m y 1,4 m.
2	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,4 m y 1,2 m.
1	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en < 1,2 m.
Berma para calzadas de primer orden una calzada, esto es para terreno montañoso y escarpado, para velocidades entre 60 Km/h y 70 Km/h y para calzada secundaria para terreno plano, ondulado y montañoso, para velocidades de 70 Km/h.	
5	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en 1,5 m.
4	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,5 m y 1,4 m.
3	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,4 m y 1,2 m.
2	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,2 m y 1,0 m.
1	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en < 1,0 m.
Berma para calzadas de secundaria, esto es para terreno plano, ondulado y montañoso, para velocidades entre 50 Km/h y 60 Km/h y para calzada terciaria para terreno plano y ondulado, para velocidades de 40 Km/h.	
5	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en 1,0 m.
4	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 1,0 m y 0,8 m.
3	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 0,8 m y 0,6 m.
2	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 0,6 m y 0,5 m.
1	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en < 0,5 m.
Berma para calzadas de secundaria, esto es para terreno montañoso y escarpado, para velocidades entre 40 Km/h y 60 Km/h excepto terreno montañoso a 60 Km/h y para calzada terciaria para terreno ondulado, montañoso y escarpado, para velocidades entre 20 Km/h y 40 Km/h.	
5	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en 0,5 m.
4	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 0,5 m y 0,4 m.
3	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 0,4 m y 0,3 m.
2	Si el ancho de la berma derecha se encuentra entre 0,3 m y 0,2 m.
1	Si el ancho de la berma derecha se encuentra en < 0,2 m.
Separador de la calzada en caso de dos calzadas.	
5	Si el ancho del separador central se encuentra entre 4,0 m y 10 m
4	Si el ancho del separador central se encuentra entre 4,0 m y 3,0 m
3	Si el ancho del separador central se encuentra entre 3,0 m y 2,0 m.
2	Si el ancho del separador central se encuentra entre 2,0 m y 1,0 m
1	Si el ancho del separador central se encuentra en < 1,0 m.
Bombeo para concreto hidráulico o concreto asfáltico, tratamientos superficiales, superficie de tierra o grava.	
5	Si el bombeo de superficie de rodadura se cumple con los rangos establecidos por la norma, concreto 2 %, tratamiento entre 2 % y 3 % y tierra o grava entre 2 % y 4 %.
4	Si el bombeo de superficie de rodadura se encuentra entre el 2 % y el 1,5 %
3	Si el bombeo de superficie de rodadura se encuentra entre el 1,5 % y el 1,0 %
2	Si el bombeo de superficie de rodadura se encuentra entre el 1,0 % y el 0,5 %
1	Si el bombeo de superficie de rodadura se encuentra en < 0,5 %

Pendiente longitudinal de acuerdo al tipo de terreno, si escarpado ≥ 8 máximo%	
Calificación	Descripción
5	Si la pendiente longitudinal cumple con la pendiente máxima establecida.
4	Si la pendiente longitudinal supera entre 1% y 2 % la pendiente máxima establecida.
3	Si la pendiente longitudinal supera entre 2% y 3 % la pendiente máxima establecida.
2	Si la pendiente longitudinal supera en 3% y 4 % la pendiente máxima establecida.
1	Si la pendiente longitudinal supera en $\geq 4\%$ la pendiente máxima establecida.
Peralte de la curva, en el caso que sea una vía primaria o secundaria valor máximo de 8%, para velocidades entre 40 Km/h y 130 Km/h; para vías terciarias el valor máximo de 6%, para velocidades entre 20 Km/h y 60 Km/h.	
5	El peralte cumple a satisfacción con el valor máximo en toda la curva.
4	El peralte cumple con el valor máximo en la mayor parte de la curva.
3	El peralte se encuentra por debajo del valor máximo establecido por la norma.
2	El peralte es el mismo bombeo con valor positivo entre la curva.
1	La curva no presenta ninguna tipo de peralte.
Radio de curva con relación a los valores del peralte.	
5	El radio de la curva cumple con el valor mínimo o está por encima según el peralte que tiene la curva.
4	El radio de la curva se encuentra por debajo del valor mínimo en un 5%
3	El radio de la curva se encuentra por debajo del valor mínimo en un 10%
2	El radio de la curva se encuentra por debajo del valor mínimo en un 15%
1	El radio de la curva se encuentra por debajo del valor mínimo en un 20%
La cuneta no debe ser mayor a 0.5 % de la pendiente longitudinal y la pendiente de la calzada debe ser menor o igual al 25% con relación a la profundidad.	
5	La cuneta cumple con lo mínimo establecido o se encuentra por debajo.
4	La cuneta cumple con la pendiente transversal mínima pero la pendiente longitudinal se encuentra por encima del valor establecido.
3	La cuneta cuenta con valores por encima de los mínimos establecidos en un incremento del 5%.
2	La cuneta cuenta con valores por encima de los mínimos establecidos en un incremento del 10%.
1	La cuneta cuenta con valores por encima de los mínimos establecidos en un incremento $>$ al 10%.
Altura de elevación que tiene el bordillo en los andenes y/o en los separadores centrales	
5	La altura del bordillo cumple con una altura entre los 10 cm y los 25 cm.
4	La altura del bordillo cumple con una altura entre 10 cm y 0 cm.
3	La altura del bordillo cumple con una altura entre 25 cm y 30 cm.
2	La altura del bordillo cumple con una altura entre 30 cm y 35 cm.
1	La altura del bordillo cumple con una altura $>$ 35 cm.
Clasificación del talud según sea el caso de terraplén o corte, de acuerdo a la pendiente longitudinal, es comprobar que tan seguro es para ser traspasable o no.	
5	Si la relación de la pendiente vertical y horizontal del talud se encuentra entre $S \leq 1V:6H$.
4	Si la relación de la pendiente vertical y horizontal del talud se encuentra entre $1V:6H < S \leq 1V:4H$
3	Si la relación de la pendiente vertical y horizontal del talud se encuentra entre $1V:4H < S \leq 1V:3H$.
2	Si la relación de la pendiente vertical y horizontal del talud se encuentra entre $S > 1V:3H$

Calificación	Descripción
1	No se tiene ningún tipo de talud.
La altura máxima que debe tener un acceso para personas con movilidad reducida no será ≥ 10 cm.	
5	Si la altura de acceso para personas con movilidad reducida esta entre 0 cm y 3 cm.
4	Si la altura de acceso para personas con movilidad reducida esta entre 3 cm y 6 cm.
3	Si la altura de acceso para personas con movilidad reducida esta entre 6 cm y 8 cm.
2	Si la altura de acceso para personas con movilidad reducida esta entre 8 cm y 10 cm.
1	Si la altura de acceso para personas con movilidad reducida es ≥ 10 cm.
El ancho libre que debe considerarse desde el borde de la calzada hasta el borde de la ciclovía construida de forma paralela en la vía en ningún caso será $\leq 2,00$ m.	
5	El ancho libre que desde el borde de la calzada, hasta el borde de la ciclovía es $\geq 2,00$ m.
4	El ancho libre que desde el borde de la calzada, hasta el borde de la ciclovía entre 2,00 m y 1,80 m.
3	El ancho libre que desde el borde de la calzada, hasta el borde de la ciclovía entre 1,80 m y 1,50 m.
2	El ancho libre que desde el borde de la calzada, hasta el borde de la ciclovía entre 1,50 m y 1,00 m.
1	El ancho libre que desde el borde de la calzada, hasta el borde de la ciclovía es $< 1,00$ m.
La longitud de la curva vertical presenta visibilidad, de acuerdo a la establecida por la norma, para que los vehículos puedan observar los obstáculos que se encuentren más adelante según la velocidad	
5	Tiene una visibilidad amplia de acuerdo a la longitud de parada.
4	La curva vertical cuenta con una longitud aproximada a la mínima establecida.
3	La longitud de la curva vertical es igual a la distancia de parada mínima.
2	La longitud de la curva vertical es igual a la distancia de parada mínima, pero presenta unas pendientes pronunciadas.
1	La longitud de la curva vertical es menor a la distancia de parada mínima y presenta pendientes pronunciadas.
D. SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL	
Señalización vertical	
Señalización vertical en la zona de estudio, verificar el estado y condiciones en las que se encuentran, verificar si están completas o hacen falta.	
5	Se cumple con la respectiva señalización del sitio, los tableros y los parales se encuentran en buen estado, cumplen con las medidas establecidas, son visibles.
4	Existe la señalización apropiado en la zona, pero hace falta por lo menos una señal, algunas señales están sucias, por lo menos una señal no tiene visibilidad.
3	Existe señalización en la zona pero hace falta por lo menos dos o más señales, en algunos casos las señales se encuentran sucias, algunas veces los tableros y parales están en mal estado, hay poca visibilidad.
2	En el sitio solo se tiene una o dos señales, las señales se encuentran sucias, el tablero y el paral están en mal estado.
1	No se cuenta con ningún tipo de señal en el sitio.
Determinar una distancia promedio de retiro de la señal vertical, hasta el borde del pavimento, para que esta sea visible y no genere un peligro, no debe ser menor a 1,80 m y en ningún caso debe estar retirada a más de 3,60 m.	
5	La distancia promedio de retiro de la señal vertical al borde del pavimento es $\geq 1,80$ m.

Calificación	Descripción
4	La distancia promedio de retiro de la señal vertical al borde del pavimento entre 1,80 m y 1,50 m.
3	La distancia promedio de retiro de la señal vertical al borde del pavimento entre 1,50 m y 1,0 m.
2	La distancia promedio de retiro de la señal vertical al borde del pavimento entre 1,0 m y 0,5 m.
1	La distancia promedio de retiro de la señal vertical al borde del pavimento es $< 0,50$ m.
Determinar una altura promedio de la señal vertical, con relación a la superficie de rodadura, para que esta sea visible y no, genere un peligro, no debe ser menor a 1,80 m	
5	La distancia promedio de retiro de la señal vertical al borde del pavimento es \geq a 1,80 m.
4	La distancia promedio de retiro de la señal vertical al borde del pavimento entre 1,80 m y 1,50 m.
3	La distancia promedio de retiro de la señal vertical al borde del pavimento entre 1,50 m y 1,0 m.
2	La distancia promedio de retiro de la señal vertical al borde del pavimento entre 1,0 m y 0,5 m.
1	La distancia promedio de retiro de la señal vertical al borde del pavimento es $< 0,50$ m.
Determinar una distancia promedio de retiro los postes de anclaje para el paso suburbano los cuales no deben ser menor en el lado externo medido desde el borde de la berma en 1,80 m y en el lado interno medido desde el borde de la berma de 0,60 m.	
5	La distancia promedio de retiro del paso suburbano al borde de la berma lado externo $\geq 1,80$ m y lado interno \geq a 0,60.
4	La distancia promedio de retiro del paso suburbano al borde de la berma lado entre 1,80 m y 1,60 m y lado interno $<$ a 0,60.
3	La distancia promedio de retiro del paso suburbano al borde de la berma lado entre 1,60 m y 1,40 m y lado interno $<$ a 0,60.
2	La distancia promedio de retiro del paso suburbano al borde de la berma lado entre 1,40 m y 1,20 m y lado interno $<$ a 0,60.
1	La distancia promedio de retiro del paso suburbano al borde de la berma lado $<$ 1,20 m y lado interno $<$ a 0,60.
Determinar una distancia promedio de retiro para la bandera con relación al borde de la berma debe ser $\geq 1,80$ m.	
5	La distancia promedio de retiro de para la bandera al borde de la berma debe ser $\geq 1,80$ m
4	La distancia promedio de retiro de para la bandera al borde de la berma debe ser entre 1,80 m y 1,50 m.
3	La distancia promedio de retiro de para la bandera al borde de la berma debe ser entre 1,50 m y 1,0 m.
2	La distancia promedio de retiro de para la bandera al borde de la berma debe ser entre 1,0 m y 0,6 m.
1	a distancia promedio de retiro de para la bandera al borde de la berma debe ser $< 0,6$ m.
Señalización Horizontal	
Las líneas de borde y centro estarán formada pintura con un ancho de 12 cm, las líneas de centro debe tener una longitud entre segmento pintado y segmento sin pintar respectivamente de 4,50 m y 7,50 m, vías rurales.	
5	Se cuenta con líneas en color amarillo y blanco en buenas condiciones, visible y limpia, cumplen con las medidas.
4	Se cuenta con líneas en color amarillo y blanco en buenas condiciones, pero sucias, cumplen con las medidas.

Calificación	Descripción
3	Se cuenta con líneas en color amarillo y blanco sucias y en zonas borrosas, cumplen con las medidas.
2	Se cuenta con líneas en color amarillo y blanco sucias y en zonas borrosas, no cumplen con las medidas
1	No se cuenta con ningún tipo de demarcación lineal.
La demarcación lineal de las líneas debe cumplir con la distancia mínima, de acuerdo a la velocidad para que sea seguro adelantar.	
5	Se tiene una longitud amplia entre curvas y las condiciones de la vía son las mejores con berma amplia, permite realizar adelantamiento de forma segura.
4	Se tiene una longitud amplia entre curvas y las condiciones de la vía sin bermas pero con batea cuneta, permite realizar adelantamiento de forma segura.
3	Se tiene una longitud amplia entre curvas pero las condiciones de la vía solo tienen el ancho de la calzada.
2	No se cuenta con la distancia mínima para adelantar y tiene demarcación de adelantamiento.
1	No se cuenta con una distancia mínima para adelantar, no tiene demarcación y los vehículos realizar la maniobra.
Demarcación horizontal de acuerdo a la zona, si es curva peligro, zona escolar, cuenta con todos los elementos establecidos por la norma.	
5	Se cuenta con buena demarcación horizontal, pictogramas, paso peatonal, líneas en cebrá en las dimensiones establecidas por la norma.
4	Se cuenta con buena demarcación horizontal, pictogramas, paso peatonal, líneas en cebrá en las dimensiones establecidas por la norma, pero ya se está comenzando a ver sucia y borrosa.
3	Se cuenta con demarcación horizontal, pero ya se encuentra desgastada o hace falta pictograma o líneas.
2	Se cuenta con una demarcación horizontal pero en medidas que no son las adecuadas, están borrosas.
1	No se cuenta con demarcación horizontal.
Demarcación horizontal de resalto, cuenta con todos los elementos establecidos por la norma en ángulo de 45° y con un ancho de 4,0 m, en color amarillo y blanco.	
5	Se cuenta con una buena demarcación horizontal de resalto, según las dimensiones y colores preestablecidos por la norma.
4	Se cuenta con una buena demarcación horizontal de resalto, según las dimensiones y colores preestablecidos por la norma, pero se encuentra sucio o borroso.
3	Se cuenta con una buena demarcación horizontal de resalto, en dimensiones menores a las establecidas por la norma y un solo color.
2	Se cuenta con una buena demarcación horizontal de resalto, en dimensiones menores a las establecidas por la norma y un solo color, pero borroso.
1	No se cuenta con demarcación horizontal
Se debe cumplir con un número de líneas reductoras de velocidad, establecidas por la norma, de acuerdo a la velocidad que se busca llegar	
5	Cumple con la cantidad de líneas de acuerdo a la velocidad, y cumple con la distancia logarítmica.
4	Cumple con la cantidad de líneas de acuerdo a la velocidad, y cumple con la distancia logarítmica, pero ya está algo sucia o borrosa
3	Cumple con la cantidad o está por encima de líneas de acuerdo a la velocidad, y una o dos líneas no cumplen con la distancia logarítmica.

Calificación	Descripción
2	Se tienen menos cantidad de líneas de acuerdo a la norma y una o más no cumplen con la distancia establecida.
1	No se cuenta con ninguna línea.
Se debe cumplir con un número de delineadores de curva horizontal de acuerdo al radio de curvatura y se deben colocar con una separación entre mayor a 1,80 m.	
5	Cumple con la cantidad de delineadores de curva horizontal según el radio y la separación es $\geq 1,80$ m.
4	Cumple con la cantidad de delineadores de curva horizontal según el radio y la separación entre 1,80 m y 1,50 m.
3	Cumple con la cantidad de delineadores de curva horizontal según el radio y la separación entre 1,50 m y 1,0 m.
2	Hace falta uno o más delineadores de curva horizontal según el radio y la separación entre 1,80 m y 1,0 m.
1	Hace falta uno o más delineadores de curva horizontal según el radio y la separación es $< 1,0$ m.
E. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA	
Se tiene una superficie de rodadura que en todo el tramo que se está evaluando presenta una afectación en porcentaje de área entre 0 y 100 %, de acuerdo a las patologías que tenga.	
5	5. Si la patología presente una afectación de daño que se encuentre entre 0 % y 20%
4	4. Si la patología presente una afectación de daño que se encuentre entre 20 % y 40%
3	3. Si la patología presente una afectación de daño que se encuentre entre 40 % y 60%.
2	2. Si la patología presente una afectación de daño que se encuentre entre 60 % y 80%.
1	1. Si la patología presente una afectación de daño que se encuentre entre 80 % y 100%.
F. ZONA LATERAL SEGURA DISCONTINUO	
Evaluar los árboles que se encuentren más cercanos hacia la vía, comprobando si su diámetro (\varnothing) ≥ 15 cm, de acuerdo a una distancia segura.	
5	Si se encuentra los arboles a una distancia \geq a 6,0 m y el diámetro esta es < 15 cm.
4	Si se encuentra los arboles a una distancia entre 6,0 m y 3,0 m y el diámetro esta es < 15 cm.
3	Si se encuentra los arboles a una distancia entre 3,0 m y 2,0 m y el diámetro esta es < 15 cm.
2	Si se encuentra los arboles a una distancia entre 2,0 m y 1,0 m y el diámetro esta es > 15 cm.
1	Si se encuentra los arboles a una distancia $<$ a 1,0 m y el diámetro esta es > 15 cm.
Evaluar las barreras de los puentes que se encuentren más cercanos hacia la vía, de acuerdo a una distancia segura.	
5	Si se encuentra los puentes a una distancia \geq a 2,0 m.
4	Si se encuentra los puentes a una distancia entre 2,0 m y 1,5 m.
3	Si se encuentra los puentes a una distancia entre 1,5 m y 1,0 m.
2	Si se encuentra los puentes a una distancia entre 1,0 m y 0,5 m.
1	Si se encuentra los puentes a una distancia $<$ 0,5 m.
Evaluar las Vallas que se encuentren más cercanos hacia la vía, comprobando, si se cuenta con una distancia segura.	
5	Si se encuentra las vallas a una distancia \geq a 6,0 m.
4	Si se encuentra las vallas a una distancia entre 6,0 m y 3,0 m.
3	Si se encuentra las vallas a una distancia entre 3,0 m a 2,0 m.
2	Si se encuentra las vallas a una distancia entre 2,0 m a 1,0 m.
1	Si se encuentra las vallas a una distancia $<$ a 1,0 m.

Evaluar las pilas o estribos de los puentes que se encuentren más cercanos hacia la vía, comprobando si su diámetro (\varnothing) \geq 15 cm, de acuerdo a una distancia segura.	
Calificación	Descripción
5	Si se encuentra las pilas o estribos de los puentes a una distancia \geq a 6,0 m y el diámetro esta es $<$ 15 cm.
4	Si se encuentra las pilas o estribos de los puentes a una distancia entre 6,0 m y 3,0 m y el diámetro esta es $<$ 15 cm.
3	Si se encuentra las pilas o estribos de los puentes a una distancia entre 3,0 m y 2,0 m y el diámetro esta es $<$ 15 cm.
2	Si se encuentra las pilas o estribos de los puentes a una distancia entre 2,0 m y 1,0 m y el diámetro esta es $>$ 15 cm.
1	Si se encuentra las pilas o estribos de los puentes a una distancia $<$ a 1,0 m y el diámetro esta es $>$ 15 cm.
Evaluar los postes S.O.S. que se encuentren más cercanos hacia la vía, de acuerdo a una distancia segura.	
5	Si se encuentra los postes S.O.S. a una distancia \geq a 2,0 m.
4	Si se encuentra los postes S.O.S a una distancia entre 2,0 m y 1,5 m.
3	Si se encuentra los postes S.O.S a una distancia entre 1,5 m y 1,0 m.
2	Si se encuentra los postes S.O.S a una distancia entre 1,0 m y 0,5 m.
1	Si se encuentra los postes S.O.S a una distancia $<$ 0,5 m.
Evaluar las condiciones de las defensas metálicas como barreras de contención, si cuentan con los parales en la posición correcta, las cintas en el sentido vial, al igual que las terminales, la distancia de separación que tiene hacia el borde de la calzada va de acuerdo a la velocidad y su altura.	
5	La defensa se encuentra instalada de acuerdo a las condiciones de velocidad, los parales, cintas y terminales están en el sentido vial.
4	La defensa se encuentra instalada de acuerdo a las condiciones de velocidad, uno o más de estos están invertidos parales, cintas y terminales están en el sentido vial.
3	La defensa se encuentra instalada de acuerdo a las condiciones de velocidad, pero es demasiada baja; uno o más de estos están invertidos parales, cintas y terminales están en el sentido vial.
2	La defensa se encuentra instalada de acuerdo a las condiciones de velocidad, pero es demasiada baja; uno o más de estos están invertidos parales, cintas y terminales están en el sentido vial, al igual que presenta discontinuidad.
1	La defensa no se encuentra instalada correctamente, se encuentra muy cercana hacia la vía; presenta problemas con los parales, cintas y terminales.
Evaluar las condiciones en las cuales se encuentran los cabezotes de alcantarillas sin muro cabezal en las obras transversales y su retiro que tiene hacia la vía.	
5	Si el cabezote se encuentra a nivel del terreno o la vía y este se encuentra tapado por una reja.
4	El cabezote se encuentra con una altura de 0 - 10 cm y este se encuentra tapado con una reja.
3	El cabezote se encuentra con una altura de 10 - 20 cm y este se encuentra tapado con una reja.
2	El cabezote se encuentra con una altura de 20 - 40 cm y este se encuentra destapado.
1	El cabezote se encuentra con una altura de $>$ 40 cm y este se encuentra destapado.
Evaluar los postes de servicio público que se encuentren más cercanos hacia la vía, comprobando si su diámetro (\varnothing) \geq 30 cm, de acuerdo a una distancia segura.	
5	Si se encuentra los postes de servicios públicos a una distancia \geq a 6,0 m y el diámetro esta es $<$ 30 cm.

Calificación	Descripción
4	Si se encuentra los postes de servicios públicos a una distancia entre 6,0 m y 3,0 m y el diámetro esta es < 30 cm.
3	Si se encuentra los postes de servicios públicos a una distancia entre 3,0 m y 2,0 m y el diámetro esta es < 30 cm.
2	Si se encuentra los postes de servicios públicos a una distancia entre 2,0 m y 1,0 m y el diámetro esta es > 30 cm.
1	Si se encuentra los postes de servicios públicos a una distancia $< 1,0$ m y el diámetro esta es > 30 cm.
Evaluar la distancia en la que se encuentran las rocas de canto o meteorizadas en los taludes de la vía y el diámetro que estás deben tener para que no resulten peligrosas.	
5	Si se encuentra las rocas de servicios públicos a una distancia $\geq 6,0$ m y el diámetro esta es $\emptyset \geq 0,3$ m.
4	Si se encuentra las rocas de servicios públicos a una distancia entre 6,0 m y 3,0 m y el diámetro esta es $\emptyset < 0,3$ m.
3	Si se encuentra las rocas de servicios públicos a una distancia $< 3,0$ m y el diámetro esta es $\emptyset < 0,3$ m.
2	Si se encuentra las rocas de servicios públicos a una distancia entre 6,0 m y 3,0 m y el diámetro esta es $\emptyset \geq 0,3$ m.
1	Si se encuentra las rocas de servicios públicos a una distancia $< 3,0$ m y el diámetro esta es $\emptyset \geq 0,3$ m.
Evaluar las condiciones en las cuales se encuentran los cabezales de alcantarillas y pontones verticales en las obras transversales y su retiro que tiene hacia la vía.	
5	Si el cabezal se encuentra con una altura de 0 - 20 cm.
4	Si el cabezal se encuentra con una altura de 20 cm - 40 cm.
3	Si el cabezal se encuentra con una altura de 40 - 60 cm.
2	Si el cabezal se encuentra con una altura de 60 - 80 cm.
1	Si el cabezal se encuentra con una altura de > 80 cm.
Evaluar la altura de los muros e igual como encuentran en el retiro que tiene la vía.	
5	5. Si el muro se encuentra con una distancia al borde de la vía $> 10,0$ m.
4	4. Si el muro se encuentra con una distancia al borde de la vía entre 10,0 m y 8,0 m.
3	3. Si el muro se encuentra con una distancia al borde de la vía entre 8,0 m y 6,0 m.
2	2. Si el muro se encuentra con una distancia al borde de la vía entre 6,0 m y 4,0 m.
1	1. Si el muro se encuentra con una distancia al borde de la vía es $< 4,0$ m.
En el caso que se encuentren negocios dentro de los retiros de la vía, evaluar las condiciones de construcción que tiene este para evaluar que tan peligroso puede ser frente a un impacto.	
5	En el caso donde se encuentre construida por elementos frágiles como carpas o plástico o cualquier otro elemento.
4	En los casos donde se encuentren contruidos por elementos mixtos con plásticos, carpas o madera.
3	En el caso donde se encuentre construido por madera.
2	En el caso donde se encuentre construido por mampostería o concreto.
1	En el caso que se encuentra construido por elementos metálicos.
Evaluar las condiciones en las cuales se encuentran los accesos que llegan a la vía de propiedades privadas o vías veredales, terciarias o secundarias.	
5	En el caso que se cuenta con un carril de desaceleración y carril de aceleración con todas las condiciones establecidas en la resolución 063 o especificaciones técnicas.
4	En el caso que la vía cuenta con unas condiciones óptimas que los vehículos no ponen en riesgo la movilidad de la vía y nos usuarios en ella, pese a que no cuente con carriles.

Calificación	Descripción
3	En el caso que la vía cuenta con condiciones limitadas para la salida e ingreso de vehículos, haciendo uso de la berma o cuneta.
2	En el caso donde vía cuenta con condiciones donde debe ocupar la vía para ingresar o salir, interrumpiendo el tránsito temporalmente.
1	En el caso donde debe interrumpir dos o más carriles de la vía para ingresar o salir, poniendo en peligro todos los usuarios de la vía.

Fuente: Creación propia.

3.2 CALIFICACIÓN DE LOS CAPITULOS EN LA PLANTILLA

Esta distribución se realizó, considerando como factores importantes la geometría de la vía y el estado de la superficie de rodadura con un 70 % dentro de este 100 %, debido a que la vía hace el papel más importante dentro de la seguridad vial en las carreteras y de Colombia y el mundo; se dejó el restante 30 % entre la señalización y las zonas discontinuos, debido a que en algunos casos son ayudas que aportan un gran valor a la seguridad en la vía.

3.3 RECOMENDACIONES A TENER EN CUENTA PARA EL TRABAJO DE CAMPO

Es muy importante al realizar la programación previa para la toma de mediciones e información en campo tener medidas de seguridad y recomendaciones engeneral tales como:

- Llevar implementos de seguridad personal (ej. Chalecos reflectivos, cono, ropa e indumentaria adecuada, protección solar, hidratación, comunicaciones, sombrilla)
- Llevar implementos de seguridad vial al tramo a evaluar (ej. balizas, valla portátil,)

- De ser posible tener personal abanderado (pare y siga), esto relacionado con el flujo vehicular
- Informar a las autoridades y obtener permisos en caso de requerirse
- Seleccionar la hora más conveniente
- Siempre se debe hacer la evaluación con personal mínimo una pareja
- Para el procedimiento considerar los equipos de cómputo (ej., pc portátil con la plantilla digital, Tablet, baterías respaldo, cartilla con instrucciones, cámara fotográfica adecuada)
- Para el procedimiento considerar los implementos y equipos para la toma de información y mediciones (ej., flexómetro, lienza o cinta métrica, nivel)
- Llevar la información previa obtenida en la investigación del tramo a evaluar (diseño geométrico, distancia asentamientos urbanos, antigüedad, estadística de accidentabilidad, condiciones particulares)

3.4 DISEÑO DE PLANTILLA

La plantilla que a sido creada para realizar la evaluación de carreteras en Colombia para cualquier tramo de vía, se recomienda la utilización de esta por su fácil uso, ágil manejo, su

rápida respuesta frente a la evaluación que se está realizando, su versatilidad, la calificación que se obtiene frente a la seguridad vial y su confiabilidad frente a las sugerencias obtenidas.

A continuación se plantea realizar una descripción de la plantilla creada en Excel, para realizar el levantamiento de cualquier tramo vial en Colombia, en vías de primer, segundo o tercer orden, esta plantilla se encuentra dividida en siete (7) capítulos que se encargan de recopilar toda la información del sitio en tramos de hasta 100 m, tal información es evaluada y calificada de acuerdo a las condiciones que fueron extractadas y recopiladas de los diferentes manuales que rigen en Colombia con el criterio de seguridad vial, todos los datos de evaluación se encuentran en tablas las cuales todo evaluador debe conocer y entender, antes de comenzar a aplicar la plantilla en Excel; la división de los capítulos se encuentra así:

Figura 18. Plantilla de trabajo en Excel.

TRATAMIENTO DE SITIOS PELIGROS EN LAS CARRETERAS											
										FICHA N°	001
A. DATOS GENERALES DEL TRAMO											
Localización General											IMÁGEN
Categoría de la carretera	Primer Orden										
Tramo o Ruta de Análisis											
Longitud del Tramo											
Zona	Urbano										
Abscisa Inicial											
Abscisa Final											
Fecha inicio y hora inicio											
Fecha final y hora final											
Límite de velocidad con señal	90 Km/h										
Número de carriles	2										
Tipo de terreno	Ondulado										
Calzada	Sencilla										
B. DESCRIPCIÓN											
C. INFORMACIÓN DE EXPLANACIÓN DE LA VÍA											
Ancho de la calzada	6	Ancho de carril	6	Berma izquierda	6	Berma derecha	6	Separador central	SI	6	
Tipo de separador	Barrera	Bombeo	SI	6	Peralte	6	Pendiente longitudinal	5	Radio de curva	SI	6
Longitud de la curva vertical	SI	6				SI					
Altura de Bordillo	6	Cuneta	SI	6	Talud derecho	Corte	6	Talud izquierdo	Terraplen	6	
NO	Acceso discapacitados.	NO	Altura del acceso	6	Ciclovia	SI	6				
D. SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL											
Señalización en la zona de evaluación			6	Distancia promedio de las señales			6	Altura promedio de las señales			6
Suburbanos	SI	6	Bandera	SI	6						
Pintura lineal	6	Adelantamiento	SI	6	Demarcación peatonal	SI	6	Resalto	SI	6	
Lineas reductoras de velocidad	SI	6	Delineadores de curva	SI	6						
E. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA											
Patología	Fisuras	Baches	Ahuellamiento	Ondulaciones	Otras			Superficie de rodadura	Concreto hidraulico		
Afetación de acuerdo a la patología	1	1	1	1	1	1					
F. ZONA LATERAL SEGURA DISCONTINUO											
Árboles	SI	6	Barreras de puente	SI	6	Vallas	SI	6	Pilas o estribos	SI	6
Postes S.O.S.	SI	6	Cabezales de alcantarilla y de pontones verticales	SI	6	Postes de servicios públicos	SI	6	Rocas	SI	6
Extremo expuesto de alcantarilla	SI	6	Muros	SI	6	Defensas	SI	6	Construcción	SI	6
Acceso	SI	6									
H. RECOMENDACIONES											
CALIFICACIÓN FINAL		5	Excelente								

Fuente: Creación propia.

Descripción de cada uno de los capítulos que se encuentran en la plantilla de trabajo es:

1. Capítulo A. DATOS GENERALES DEL TRAMO, en este se recopila información como es: Localización general, categoría de la carretera, tramo o ruta de análisis, longitud del tramo, zona, abscisa inicial, abscisa final, fecha y hora de inicio, fecha y hora final, límite de velocidad con señal, número de carriles, tipo de terreno, calzada, ficha n° y la posibilidad de insertar una imagen que haya sido tomada del sitio que se está evaluando. Tal como se muestra en la siguiente imagen, así se puede encontrar en la plantilla de Excel.

Figura 19. Muestra de datos generales del tramo en la plantilla.

									FICHA N°	001
A. DATOS GENERALES DEL TRAMO										
Localización General										
Categoría de la carretera		Primer Orden								IMAGEN
Tramo o Ruta de Análisis										
Longitud del Tramo										
Zona		Urbano								
Abscisa Inicial										
Abscisa Final										
Fecha inicio y hora inicio										
Fecha final y hora final										
Límite de velocidad con señal		90 Km/h								
Número de carriles		2								
Tipo de terreno		Ondulado								
Calzada		Sencilla								

Fuente: Creación propia.

2. Capítulo B. DESCRIPCIÓN, en este espacio se busca integrar en la plantilla de Excel, una breve descripción del porque se está realizando la evaluación del tramo, según la información que se tenga de acuerdo a la accidentalidad o cualquier otro riesgo que pueda poner en peligro la vida. Tal como se muestra en la imagen esto se encuentra integrado a la plantilla de Excel.

3.

Figura 20. Muestra de la descripción en la plantilla.

B. DESCRIPCIÓN	
-----------------------	--

Fuente: Creación propia.

4. Capítulo C. INFORMACIÓN DE EXPLANACIÓN DE LA VÍA, este capítulo se realiza toda la evaluación de la geometría de la vía, teniendo como límite de la sección transversal los taludes, allí fuera de encontrar los diferentes parámetros que forman parte de la geometría de la vía, se realiza la evaluación entre 1 y 6 de acuerdo a la condiciones que establecen en la plantilla para cada uno de estos, además se tiene la posibilidad de seleccionar entre SI o NO, para los casos donde este criterio aplica para ser que sea evaluado y pueda entrar en la ponderación de los valores; se tienen dentro de este capítulo parámetros como son: ancho de la calzada, ancho de carril, berma izquierda y derecha, separador de carril, tipo de separador, bombeo, peralte, pendiente longitudinal, radio de curva, longitud de la curva vertical, altura de bordillo, cuneta, talud derecho e izquierdo, acceso para discapacitados, altura de acceso, ciclovía. Tal como se muestra en la imagen se encuentra integrado a la plantilla de Excel.

Figura 21. Muestra de información de explanación de la vía.

C. INFORMACIÓN DE EXPLANACIÓN DE LA VÍA											
Ancho de la calzada	6	Ancho de carril	6	Berma izquierda	6	Berma derecha	6	Separador central	SI	6	
Tipo de separador	Barrera	Bombeo	SI	6	Peralte	6	Pendiente longitudinal	5	Radio de curva	SI	6
Longitud de la curva vertical	SI	6				SI					
Altura de Bordillo	6	Cuneta	SI	6	Talud derecho	Corte	6	Talud izquierdo	Terraplen	6	
NO	Acceso discapacitados.	NO	Altura del acceso	6	Ciclovía	SI	6				

Fuente: Creación propia.

5. Capítulo D. SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL, en este capítulo se realiza la evaluación del tramo vial de una carretera, con relación a la presentación, estado y buen uso de la respectiva señalización de acuerdo a lo establecido por la norma, para las condiciones establecidas de seguridad vial; la calificación en este capítulo se hace de la misma forma que se hace realizó en el capítulo C, pero se tienen en cuenta los siguientes parámetros de evaluación: Señalización en la zona de evaluación, distancia promedio de las señalización, altura promedio de la señalización, paso suburbano, bandera, pintura lineal, adelantamiento, demarcación peatonal, demarcación resalto, líneas reductoras de velocidad, delineadores de curva. Tal como se muestra en la imagen se encuentra integrado a la plantilla de Excel.

Figura 22. Muestra de señalización vertical y horizontal de la plantilla.

D. SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL										
Señalización en la zona de evaluación		6	Distancia promedio de las señales		6	Altura promedio de las señales		6		
Suburbanos	SI	6	Bandera	SI	6					
Pintura lineal	6	Adelantamiento	SI	6	Demarcación peatonal	SI	6	Resalto	SI	6
Líneas reductoras de velocidad	SI	6	Delineadores de curva	SI	6					

Fuente: Creación propia.

6. Capítulo E. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA, este capítulo se realiza la evaluación del tramo vial de una carretera, seleccionando las condiciones que se usan como superficie de rodadura, como es el caso de concreto asfáltico, concreto hidráulico, doble riego, base granular, o cualquier otro; como también se realiza la evaluación del porcentaje de daño que puede tener las diferentes patologías que se presentan de acuerdo al tipo de superficie de rodadura, en este caso a diferencia del capítulo C y el capítulo D, esta calificación solo se realiza entre 1 y 5 de acuerdo a las condiciones establecidas en las tablas para la plantilla. Los

parámetros de evaluación de este capítulo son: patología en el cual se pueden seleccionar daños como ahuellamiento, ondulaciones, fisuras longitudinales, fisuras transversales, entre otras, la posibilidad de seleccionar la superficie de rodadura y la calificación para la afectación de acuerdo a la patología. Tal como se muestra en la imagen se encuentra integrado a la plantilla de Excel.

Figura 23. Muestra del estado de la superficie de rodadura en la plantilla.

E. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA							Superficie de rodadura	Concreto hidráulico
Patología	Fisuras	Baches	Ahuellamiento	Ondulaciones	Otras			
Afetación de acuerdo a la patología	1	1	1	1	1	1		

Fuente: Creación propia.

7. Capítulo F. ZONA LATERAL SEGURA DISCONTINUO, en este capítulo se realiza la evaluaciones de la externalidades más importantes que se debentener en cuenta en la vía por ser las más frecuentes encontrar, al igual que otros zonas discontinuas que pueden generar un peligro para la seguridad vial, con relación a las zonas laterales seguras, este capítulo al igual que los capítulos C y D, tiene la alternativa de realizar la calificación con valores que se encuentran entre 1 y 6 y la debida seleccionar entre SI y NO, de las externalidades que aplican en la zona de evaluación para que sean debidamente calificados; se pueden encontrar dentro de este capítulo parámetros como: Árboles, barreras de puentes, vallas, pilas o estribos, postes S.O.S., cabezales de alcantarillas, postes de servicios públicos, rocas, extremos expuestos, muros, defensas, construcciones y accesos. Tal como se muestra en la imagen se encuentra integrado a la plantilla de Excel.

Figura 24. Muestra de la zona lateral segura discontinuo de la plantilla.

F. ZONA LATERAL SEGURA DISCONTINUO											
Árboles	SI	6	Barreras de puente	SI	6	Vallas	SI	6	Pilas o estribos	SI	6
Postes S.O.S.	SI	6	Cabezales de alcantarilla y de pontones verticales	SI	6	Postes de servicios públicos	SI	6	Rocas	SI	6
Extremo expuesto de alcantarilla	SI	6	Muros	SI	6	Defensas	SI	6	Construcción	SI	6
Acceso	SI	6									

Fuente: Creación propia.

8. Capítulo H. RECOMENDACIONES, en este capítulo se realiza la calificación final de todos los capítulos C, D, E y F, de acuerdo a las porcentajes de evaluación que tiene cada uno de estos, como una calificación final que determina el estado del tramo evaluado frente a la seguridad vial y como paso seguido se escribe las recomendaciones necesarios que se deben tener en cuenta para mejorar o complementar en cada uno de los capítulos evaluados que ayudan a disminuir el riesgo de que se continúen presentando el evento por el cual se realiza la inspección del tramo.

Figura 25. Muestra de las recomendaciones y calificación final de la plantilla.

H. RECOMENDACIONES											
CALIFICACIÓN FINAL	5	Excelente									

Fuente: Creación propia.

Una vez aplicada la metodología para la evaluación de la seguridad vial en carreteras, se presentan los resultados obtenidos, recomendaciones y las respectivas conclusiones de la zona evaluada, para que la entidad interesada pueda realizar las medidas que considere necesarias en la implementación de las diferentes soluciones y/o mejoras.

4. RESULTADOS

Se hace necesario realizar una evaluación de campo en una carretera, que nos permita calibrar la plantilla de Excel mencionada en el capítulo de la metodología, y conocer su desempeño.

4.1 TRABAJO DE CAMPO

Con el fin de someter a prueba la plantilla y la metodología, se realiza un ejercicio práctico para en el siguiente tramo de vía, ubicado en el sector que comprende el ramal vial que se desprende de la Autopista Medellín–Bogotá, en el km 25,5 y sirve para dar acceso al Aeropuerto Internacional José María Córdova.

En las recomendaciones de campo practicados por SEDIC (firma consultora de vías ubicada Medellín Antioquia) se observa que esta carretera presenta muy buenas características geométricas y de estructura de pavimento, por lo cual solo se anticipa la necesidad de realizar el refuerzo de la capa de rodadura de acuerdo con los resultados del estudio de suelos y pavimentos que se adelantó.

La vía que comunica la Autopista Medellín – Bogotá con el aeropuerto fue llamada ante el INVIAS como “T Aeropuerto – Aeropuerto”, la cual fue construida por la Aerocivil entre los años 1980 y 1985 con el conjunto de obras llamado complejo aeropuerto, este nació como

necesidad de comunicar la autopista con el aeropuerto, en su tiempo se usaron todas las especificaciones INVIAS para los diseños y su construcción de la época, su velocidad de diseño es de 80km/h, tipo de terreno es ondulado, su longitud es de 9,5km, la calzada ancho total de 8m, bermas de 2,5m, las cunetas con un ancho de 2,6m, haciéndola una vía de excelente condiciones a nivel nacional.

En el año 1996 con el contrato N° 0275 fue entregada al concesionario Devimed S.A. para su mantenimiento durante todo su contrato, hasta la fecha Devimed ha realizado las mejoras necesarias para conservar en las mejores condiciones la vía.

Para la implementación de la plantilla de Excel, se realizara el trabajo de campo en los sitios que ubicados en el K3+020 en el cual se han presentado accidentes por vehículos que se salen de la vía y por volcamiento y también en el K5+920, se han presentado accidentes por atropellamientos de peatones y colisión de vehículos del tramo vial denominado como T. Aeropuerto – Aeropuerto.

Luego se realizó el trabajo de campo y la respectiva evaluación con la plantilla de Excel, en el tramo vial seleccionado como lugar de estudio de la vía T- Aeropuerto – Aeropuerto, sitios ubicados en el K3+020 y en el K5+920, fueron propuestas estas ubicaciones según su constante repetición de accidentes ocasionados por vehículos que salen de la vía, volcamientos y atropellamientos de peatones, colisión de vehículos, respectivamente; en las cuales se encontró los siguientes resultados:

El primer sitio de campo evaluado en el K3+020, utilizando la plantilla de trabajo en Excel, se encontró que en este lugar donde se presentan los volcamientos y la salida de los vehículos que transitan por la vía, coincide con la curva horizontal, donde el diseño geométrico cumple con

muy buenas especificaciones técnicas en su construcción, se llega a esta curva desde dos tramos de vía rectos con una gran longitud de desarrollo donde permite que los vehículos alcancen altas velocidades, para realizar maniobras de adelantamiento y sobre paso hasta llegar a la curva.

En la plantilla al final de cada una se realiza unas recomendaciones a tener en cuenta para mejorar las condiciones externas de la vía que puedan ayudar a disminuir el hallazgo que está presentando la condición o evento de accidentalidad.

Cabe mencionar que para el presente ejercicio practico, se hicieron dos evaluaciones independientes donde arrojó como resultado valores que en términos generales resultaron ser parecidos; por situación del mismo ejercicio no todos los criterios fueron estimados para ambas evaluaciones, ya que algunos criterios requirieron acompañante para lograr su medición, por ejemplo: la cuantificación de longitudes y en algunos casos parámetros de altura (pendiente de taludes, bermas, longitud de cunetas, medición de sección transversal de vía y otras).

Figura 26. Evaluación del trabajo de campo en la ubicación K3+020, primera persona

TRATAMIENTO DE SITIOS PELIGROS EN LAS CARRETERAS																							
											FICHA N°	001											
A. DATOS GENERALES DEL TRAMO																							
Localización General	Guarne - Rionegro																						
Categoría de la carretera	Primer Orden																						
Tramo o Ruta de Análisis	T. Aeropuerto - Lanogrande																						
Longitud del Tramo	100 m																						
Zona	Urbano																						
Abscisa Inicial	K03+050,00																						
Abscisa Final	K02+950,00																						
Fecha inicio y hora inicio	08/06/2015 09:17 a.m.																						
Fecha final y hora final	08/06/2015 11:08 a.m.																						
Límite de velocidad con señal	90 Km/h																						
Número de carriles	2																						
Tipo de terreno	Ondulado																						
Calzada	Sencilla																						
												IMÁGEN											
												B. DESCRIPCIÓN											
												En esta zona se presenta accidentalidad causada por la salida de los vehículos desde la vía, al igual que se presentan algunos accidentes que son causados por la velocidad generando como resultado la encunetada. Sitio K3+020											
												C. INFORMACIÓN DE EXPLANACIÓN DE LA VÍA											
												Ancho de la calzada	4	Ancho de carril	5	Berma izquierda	6	Berma derecha	4	Separador central	NO	1	
												Tipo de separador	Otros	Bombeo	NO	1	Peralte	6	Pendiente longitudinal	5	Radio de curva	SI	6
												Longitud de la curva vertical	NO	1				SI					
												Altura de Bordillo	6	Cuneta	NO	6	Talud derecho	Terraplen	2	Talud izquierdo	Terraplen	3	
												NO	Acceso discapacitados.	NO	Altura del acceso	6	Ciclovia	NO	6				
												D. SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL											
Señalización en la zona de evaluación	3			Distancia promedio de las señales	4			Altura promedio de las señales	6														
Suburbanos	NO	6	Bandera	NO	6																		
Pintura lineal	5	Adelantamiento	SI	5	Demarcación peatonal	NO	6	Resalto	NO	6													
Lineas reductoras de velocidad	NO	6	Delineadores de curva	NO	6																		
E. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA																							
Patología	Bachas	Ahuellamiento	Piel Cocodrilo	Bachas	Ahuellamiento	Ahuellamiento	Superficie de rodadura					Concreto asfáltico											
Afetación de a	5	5	5	5	5	5																	
F. ZONA LATERAL SEGURA DISCONTINUO																							
Árboles	NO	6	Barreras de puente	NO	6	Vallas	NO	6	Pilas o estribos	NO	6												
Postes S.O.S	NO	6	Cabezas de alcantarilla y de pontones verticales	NO	6	Postes de servicios públicos	SI	2	Rocas	NO	6												
Extremo expuesto de alcantarilla	NO	6	Muros	NO	6	Defensas	SI	2	Construcción	NO	6												
Acceso	SI	1																					
H. RECOMENDACIONES																							
CALIFICACIÓN FINAL																							
3 Acceptable																							
<p>1. Hace falta la señal vertical SR30 límite de velocidad debido a que se viene un segmento recto para tomar la curva y de igual forma se recomienda el uso de la señal preventiva de accidentalidad SP67.</p> <p>2. En el tramo de vía que ha sido evaluado, se aprecia que existen 4 ingresos a propiedades privadas que representan un peligro para la continuidad y el flujo del tránsito, estos ingresos deben contar con un carril que permita la incorporación de los vehículos que salen e ingresan a la vía principal.</p> <p>3. La defensa cumple con todas las condiciones de seguridad y se encuentra correctamente instalada, pero presente discontinuidad la cual es causante de un potencial peligro.</p> <p>4. Para el tramo evaluado, teniendo en cuenta las condiciones encontradas, se concluye que en términos generales el tramo cuenta con unas condiciones de seguridad excelentes, salvo tres condiciones muy puntuales que son: los mencionados en el literal 3 y en el literal 2 de este mismo texto que son las defensas y los ingresos a las propiedades privadas y también la cercanía que tienen los postes de servicios públicos a la vía.</p> <p>5. La vía se encuentra en unas condiciones óptimas lo cual se presta para que los usuarios transiten a velocidades mayores a la máxima reglamentada por la vía, en este punto se recomienda implementar una medida de control que desmotive la situación anterior; se sugiere la instalación de reductores de velocidad o hacer un estudio de tránsito del sitio que permita dar precisión sobre cuales son los elementos más adecuados que se pueden utilizar para controlar la velocidad y hacer del sitio más seguro.</p>																							

Fuente: Creación propia.

Figura 27. Evaluación del trabajo de campo en la ubicación K3+020, segunda persona

TRATAMIENTO DE SITIOS PELIGROS EN LAS CARRETERAS											
										FICHA N°	003
A. DATOS GENERALES DEL TRAMO											
Localización General	Guarne - Rionegro										
Categoría de la carretera	Primer Orden										
Tramo o Ruta de Análisis	T. Aeropuerto - Lanogrande										
Longitud del Tramo	100 m										
Zona	Urbano										
Abscisa Inicial	K03+050.00										
Abscisa Final	K02+950.00										
Fecha inicio y hora inicio	08/06/2015	9:17 a. m.									
Fecha final y hora final	08/06/2015	11:08 a. m.									
Límite de velocidad con señal	80 Km/h										
Número de carriles	2										
Tipo de terreno	Ondulado										
Calzada	Sencilla										
											
B. DESCRIPCIÓN											
En esta zona se presenta accidentalidad causada por la salida de los vehículos desde la vía, al igual que se presentan algunos accidentes que son causados por la velocidad generando como resultado la encunetada. Sitio K3+020											
C. INFORMACIÓN DE EXPLANACIÓN DE LA VÍA											
Ancho de la calzada	5	Ancho de carril	5	Berma izquierda	6	Berma derecha	5	Separador central	NO	1	
Tipo de separador	Otros	Bombeo	NO	1	Peralte	6	Pendiente longitudinal	5	Radio de curva	SI	6
Longitud de la curva vertical	NO	1				SI					
Altura de Bordillo	6	Cuneta	NO	6	Talud derecho	Terraplen	2	Talud izquierdo	Terraplen	3	
NO	Acceso discapacitado.	NO	Altura del acceso	6	Ciclovia	NO	6				
D. SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL											
Señalización en la zona de evaluación			3	Distancia promedio de las señales			4	Altura promedio de las señales		6	
Suburbanos	NO	6	Bandera	NO	6						
Pintura lineal	6	Adelantamiento	SI	6	Demarcación peatonal	NO	6	Resalto	NO	6	
Lineas reductoras de velocidad	NO	6	Delineadores de curva	NO	6						
E. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA											
Patología	Baches	Ahuellamiento	Piel Cocodrilo	Baches	Ahuellamiento	Otras		Superficie de rodadura	Concreto hidráulico		
Afetación de acuerdo a la patología	5	5	5	5	5	5					
F. ZONA LATERAL SEGURA DISCONTINUO											
Árboles	NO	6	Barreras de puente	NO	6	Vallas	NO	6	Pilas o estribos	NO	6
Postes S.O.S.	NO	6	Cabezales de alcantarilla y de pontones verticales	NO	6	Postes de servicios públicos	SI	2	Rocas	NO	6
Extremo expuesto de alcantarilla	NO	6	Muros	NO	6	Defensas	SI	2	Construcción	NO	6
Acceso	SI	1									
H. RECOMENDACIONES											
CALIFICACIÓN FINAL 3 Acceptable											

Fuente: Creación propia.

En la figura 27, se cambia el color de los parámetros los cuales han sido indicados en color rojo. Estos permiten apreciar con claridad, que dentro de la evaluación de la vía se determinaron valores diferentes a los considerados en la figura 26, que fue la evaluación entregada por la primera persona; se pudo encontrar que no se presenta ningún cambio importante en la plantilla para determinar la calificación final de la vía.

Los valores que han sido cambiados de color rojo son: El ancho de la calzada este valor por ser medido una sola persona, se hace más incierto en la precisión y más cuando los parámetros de evaluación son tan ajustados; berma derecha este valor al igual que la medida tomada en el ancho de la calzada varia por que no siempre se conserva con las mismas especificaciones; la pintura lineal este criterio puede ser evaluado en 5 o en 6 dependiendo más de la subjetividad de quien califica; adelantamiento se puede considerar en una calificación de 5 o 6 tambien dependiendo más de la subjetividad de quien califica.

Como resultado luego de aplicar la plantilla de trabajo en campo se puede recomendar lo siguiente:

1. Hace falta la señal vertical SR30 límite de velocidad debido a que se viene un segmento recto para tomar la curva y de igual forma se recomienda el uso de la señal preventiva de accidentalidad SP67.

2. En el tramo de vía que ha sido evaluado, se aprecia que existen 4 ingresos a propiedades privadas que representan un peligro para la continuidad y el flujo del tránsito; estos ingresos deben contar con un carril que permita la incorporación de los vehículos que salen e ingresan a la vía principal.

3. La defensa cumple con todas las condiciones de seguridad y se encuentra correctamente instalada, pero presente discontinuidad la cual es causante de un potencial peligro.

4. Para el tramo evaluado, teniendo en cuenta las condiciones encontradas, se concluye que en términos generales el tramo cuenta con unas condiciones de seguridad excelentes, salvo tres condiciones muy puntuales que son: los mencionados en el literal 3 y en el literal 2 de este mismo texto que son las defensas y los ingresos a las propiedades privadas y también la cercanía que tienen los postes de servicios públicos a la vía.

5. La vía se encuentra en unas condiciones óptimas lo cual se presta para que los usuarios transiten a velocidades mayores a la máxima reglamentada por la vía, en este punto se recomienda implementar una medida de control que desmotive la situación anterior; se sugiere la instalación de reductores de velocidad o hacer un estudio de tránsito del sitio que permita dar precisión sobre cuales son los elementos más adecuados que se pueden utilizar para controlar la velocidad y hacer del sitio más seguro.

El sitio de campo evaluado en el K5+920, se encontró que en este lugar donde se presentan los atropellamiento de peatones y la colisión de los vehículos que transitan por la vía, se da preciso en una curva vertical convexa o de cima, donde el diseño geométrico cumple con muy buenas especificaciones técnicas en su construcción, se llega a esta curva desde dos tramos de vía rectos con una gran longitud de desarrollo donde permite que los vehículos alcancen altas velocidades, para realizar maniobras de adelantamiento y sobre pasos hasta el punto de encontrarse con la curva; adicionalmente se cuenta con dos salidas de vehículos, debido al acceso que tienen las Veredas La Mosquita y El Carmín.

Figura 28. Evaluación del trabajo de campo en la ubicación K5+920, primera persona

TRATAMIENTO DE SITIOS PELIGROS EN LAS CARRETERAS												
										FICHA N°	002	
A. DATOS GENERALES DEL TRAMO												
Localización General	Guarne - Rionegro											
Categoría de la carretera	Primer Orden											
Tramo o Ruta de Análisis	T. Aeropuerto - Llanogrande											
Longitud del Tramo	100 m											
Zona	Urbano											
Abscisa Inicial	K05+850.00											
Abscisa Final	K05+950.00											
Fecha inicio y hora inicio	08/06/2015	11:19:00 a.m.										
Fecha final y hora final	08/06/2015	12:19:00 p.m.										
Límite de velocidad con señal	90 Km/h											
Número de carriles	2											
Tipo de terreno	Ondulado											
Calzada	Sencilla											
												IMÁGEN
B. DESCRIPCIÓN												
La causa de la accidentalidad es el cruce de los peatones hacia la vía, debido a que es el acceso a las veredas, teniendo como resultado el atropellamiento.												
C. INFORMACIÓN DE EXPLANACIÓN DE LA VÍA												
Ancho de la calzada	6	Ancho de carril	1	Berma izquierda	4	Berma derecha	6	Separador central	NO	6		
Tipo de separador	Otros	Bombeo	SI	6	Peralte	6	Pendiente longitudinal	5	Radio de curva	NO	6	
Longitud de la curva vertical	SI	5				NO						
Altura de Bordillo	6	Cuneta	SI	1	Talud derecho	Corte	2	Talud izquierdo	Corte	3		
NO	Acceso discapacitados.	NO	Altura del acceso	6	Ciclovia	NO	6					
D. SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL												
Señalización en la zona de evaluación			3	Distancia promedio de las señales			6	Altura promedio de las señales		5		
Suburbanos	SI	5	Bandera	NO	6							
Pintura lineal	6	Adelantamiento	SI	6	Demarcación peatonal	SI	6	Resalto	SI	3		
Líneas reductoras de velocidad	SI	2	Delineadores de curva	NO	6							
E. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA												
Patología	Baches	Ahuellamiento	Piel Cocodrilo	Baches	Ahuellamiento	Ahuellamiento		Superficie de rodadura	Concreto asfáltico			
Afectación de	5	5	5	5	5	5						
F. ZONA LATERAL SEGURA DISCONTINUO												
Árboles	NO	6	Barreras de puente	NO	6	Vallas	NO	6	Pilas o estribos	NO	6	
Postes S.O.S.	NO	6	Cabezales de alcantarilla y de pontones verticales	NO	6	Postes de servicios públicos	SI	4	Rocas	NO	6	
Extremo expuesto de alcantarilla	NO	6	Muros	NO	6	Defensas	NO	6	Construcción	SI	4	
Acceso	SI	2										
H. RECOMENDACIONES												
CALIFICACIÓN FINAL												
3 Aceptable												
<p>1. La vía presenta una asimetría de los carriles uno de 3,40 m y 4,20 m.</p> <p>2. La geometría de la vía es muy buena, tiene dos curvas verticales en la zona que afectan la visibilidad de los usuarios para realizar adelantamiento, el cual es permitido por la señalización horizontal.</p> <p>3. En el sitio se cuenta con paradero de buses sin las condiciones adecuadas para marcar una parada, al no tener una bahía que permita el estacionamiento de los vehículos, adicionalmente en el sitio se encuentran dos entradas para las veredas (La Mosquita lado derecho y El Carmin en lado izquierdo de la vía), sin accesos para reducir la velocidad.</p> <p>4. La vía necesita reforzar el juego de señalización vertical en ambos sentidos viales, debido a que la información al conductor sobre las situaciones que se presentan en el sector como la presencia de salida y entrada de vehículos, el paso constante de peatones, se necesita incluir señales como intersección de vías SP11, velocidad máxima permitida SR30(60), cruce de peatones SI24, riesgo de accidente SP67, resalto SP25, y Velocidad máxima SR30 para reestablecer la velocidad de los vehículos al final del sector.</p> <p>5. No cumple con la cantidad de líneas reductoras de velocidad de acuerdo al manual de señalización debido a que se está pasando de una velocidad de 80 Km/h a una velocidad de 30 Km/h, con tal solo 15 líneas reductoras, por este es conveniente ir reduciendo la velocidad de los vehículos gradualmente unos metros antes entre 80 Km/h - 60 Km/h - 40 Km/h - 30 Km/h.</p> <p>6. Se recomienda la construcción de carriles a ambos lados de la vía, para realizar las incorporaciones de los vehículos a las veredas y a su vez estos sirvan para recoger y descarga de pasajeros; se debe considerar la construcción de un paso peatonal elevado para mejorar la seguridad del copioso cruce de peatones.</p>												

Fuente: Creación propia.

Figura 29. Evaluación del trabajo de campo en la ubicación K5+920, segunda persona

TRATAMIENTO DE SITIOS PELIGROS EN LAS CARRETERAS												
										FICHA N°	004	
A. DATOS GENERALES DEL TRAMO												
Localización General	Guarne - Rionegro											
Categoría de la carretera	Primer Orden											
Tramo o Ruta de Análisis	T. Aeropuerto - Llanogrande											
Longitud del Tramo	100 m											
Zona	Urbano											
Abscisa Inicial	K05+850.00											
Abscisa Final	K05+950.00											
Fecha inicio y hora inicio	08/06/2015	11:19:00 a. m.										
Fecha final y hora final	08/06/2015	12:19:00 p. m.										
Límite de velocidad con señal	80 Km/h											
Número de carriles	2											
Tipo de terreno	Ondulado											
Calzada	Sencilla											
												IMÁGEN
B. DESCRIPCIÓN												
La causa de la accidentalidad es el cruce de los peatones hacia la vía, debido a que es el acceso a las veredas, teniendo como resultado el atropellamiento.												
C. INFORMACIÓN DE EXPLANACIÓN DE LA VÍA												
Ancho de la calzada	6	Ancho de carril	3	Berma izquierda	6	Berma derecha	6	Separador central	NO	6		
Tipo de separador	Otros	Bombeo	SI	5	Peralte	6	Pendiente longitudinal	5	Radio de curva	NO	6	
Longitud de la curva vertical	SI	5				NO						
Altura de Bordillo	6	Cuneta	SI	2	Talud derecho	Corte	2	Talud izquierdo	Corte	3		
NO	Acceso discapacitados	NO	Altura del acceso	6	Ciclovia	NO	6					
D. SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL												
Señalización en la zona de evaluación			3	Distancia promedio de las señales			6	Altura promedio de las señales			5	
Suburbanos	SI	5	Bandera	NO	6							
Pintura lineal	6	Adelantamiento	SI	5	Demarcación peatonal	SI	6	Resalto	SI	3		
Lineas reductoras de velocidad	SI	3	Delineadores de curva	NO	6							
E. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODADURA												
Patología	Baches	Ahuellamiento	Piel Cocodrilo	Baches	Ondulaciones	Otras		Superficie de rodadura	Concreto asfáltico			
Afetación de acuerdo a la patología	5	5	5	5	5	5						
F. ZONA LATERAL SEGURA DISCONTINUO												
Árboles	NO	6	Barreras de puente	NO	6	Vallas	NO	6	Pilas o estribos	NO	6	
Postes S.O.S.	NO	6	Cabezales de alcantarilla y de pontones verticales	NO	6	Postes de servicios públicos	SI	4	Rocas	NO	6	
Extremo expuesto de alcantarilla	NO	6	Muros	NO	6	Defensas	NO	6	Construcción	SI	4	
Acceso	SI	2										
H. RECOMENDACIONES												
CALIFICACIÓN FINAL												
3 Aceptable												

Fuente: Creación propia.

En la figura 29, se cambia el color de los parámetros los cuales han sido indicados en color rojo estos se pueden apreciar con claridad, que dentro de la evaluación de la vía determinaron

valores diferentes a los considerados en la figura 28, que fue la evaluación entregada por la primera persona; se pudo encontrar que no se presenta ningún cambio en la plantilla para determinar la calificación final de la vía.

Los valores que han sido cambiados de color rojo son: El ancho del carril este valor por ser medido una sola persona, se hace más incierto en la precisión y más cuando los parámetros de evaluación son tan ajustados; berma izquierda este valor al igual que la medida tomada en el ancho de la calzada varia por que no siempre se conserva con las mismas especificaciones; el bombeo este criterio puede ser evaluado en 5 o en 6 dependiendo más de la subjetividad de quien califica; la cuneta depende más de la precisión de la persona que realiza las medidas; líneas reductoras de velocidad tiene su variación más dependiendo de la cantidad de líneas que se presentan actualmente en el sitio.

Como resultado luego de aplicar la plantilla de trabajo en campo se puede recomendar lo siguiente:

1. La vía presenta una asimetría de los carriles uno de 3,40 m y 4,20 m.
2. La geometría de la vía es muy buena, tiene dos curvas verticales en la zona que afectan la visibilidad de los usuarios para realizar adelantamiento, el cual es permitido por la señalización horizontal.
3. En el sitio se cuenta con paradero de buses sin las condiciones adecuadas para marcar una parada, al no tener una bahía que permita el estacionamiento de los vehículos, adicionalmente en el sitio se encuentran dos entradas para las veredas (La Mosquita lado derecho y El Carmín en lado izquierdo de la vía), sin accesos para reducir la velocidad.

4. La vía necesita reforzar el juego de señalización vertical en ambos sentidos viales, debido a que la información al conductor sobre las situaciones que se presentan en el sector como la presencia de salida y entrada de vehículos, el paso constante de peatones; se necesita incluir señales como intercesión de vías SP11, velocidad máxima permitida SR30(60), cruce de peatones SI24, riesgo de accidente SP67, resalto SP25, y Velocidad máxima SR30 para reestablecer la velocidad de los vehículos al final del sector.

5. No cumple con la cantidad de líneas reductoras de velocidad de acuerdo al manual de señalización debido a que se está pasando de una velocidad de 80 Km/h a una velocidad de 30 Km/h, con tal solo 15 líneas reductoras, por este es conveniente ir reduciendo la velocidad de los vehículos gradualmente unos metros antes entre 80 Km/h - 60 Km/h - 40 Km/h - 30 Km/h.

6. Se recomienda la construcción de carriles a ambos lados de la vía, para realizar las incorporaciones de los vehículos a las veredas y a su vez estos sirvan para recoger y descarga de pasajeros; se debe considerar la construcción de un paso peatonal elevado para mejorar la seguridad del copioso cruce de peatones.

En este lugar es importante tener en cuenta que el cruce de peatones y el cruce de los vehículos, que salen e ingresan a las dos veredas, con relación a la vía principal en uno de los sentidos los vehículos llegan a este sitio desde una curva vertical, lo cual priva de una buena visibilidad a los diferentes usuarios que transitan por la zona, esto la convierte en un lugar de mayor riesgo debido a los giros izquierdos que se realizan por los vehículos que buscan ingresar a las dos veredas; se detiene de alguna forma el flujo vehículos afectando así el confort de la vía, está por ser una autopista de primer orden, debe en lo mínimo evitar que se presenten tales situaciones.

4.2 CONCLUSIONES DEL TRABAJO DE CAMPO

Una vez realizado el ejercicio práctico es menester sacar las conclusiones y recomendaciones del tramo auscultado.

- La conclusión principal es la calificación arrojada por la ficha, en ella indica el estado de seguridad vial propuesto en la calificación y poder afirmar que tan seguro y en especial cuáles son sus fortalezas y debilidades a reforzar.

- Para cada uno de los sitios que ha sido evaluado, se determino algunos de los potenciales riesgos que hacen que se presente las situaciones descritas en la justificación del sitio, como es el caso de los volcamientos, colisión y atropellamientos; para lo cual se realiza uno análisis de todos los componentes con la plantilla y se hacen las pertinentes sugerencias que puedan ayudar a mejorar y evitar que se continúen presentando tales eventos.

- Al realizar las dos evaluaciones independientes para cada uno de los sitios establecidos, se obtuvo como resultado final en la calificación de la vía el mismo juicio “ACEPTABLE”, esto permite tener una mayor confianza en los resultados encontrados por las dos evaluaciones que usaron la plantilla, así evaluaando las condiciones de un mismo tramo de carretera.

5. CONCLUSIONES

- Con la entrada en Colombia de las concesiones y APP (Asociaciones Publico-Privadas o también llamadas concesiones viales de cuarta generación), en proyectos viales de relevante importancia en el desarrollo del País, se hace necesario también crecer e implementar tecnologías y procedimientos en todos los campos, como en este caso en seguridad vial.

- El presente trabajo propone una metodología que permite evaluar un tramo vial desde la óptica de la seguridad vial, esta presenta ventajas notables como: economía, facilidad de implementación, agilidad en la entrega de resultados, adecuada y diseñada para las vías Colombianas, práctica, adaptabilidad al acomodarse a diferentes tipos de vías y pavimentos, *(es preciso mencionar que el ejercicio practico solo se realizó en un solo tipo de pavimento, mas sin embargo el objeto de la plantilla, es poder usarla en varios tipos de vías y estructuras de rodadura)* en condiciones seguras, bajos requerimientos técnicos para su ejecución, muy amigable en su manejo, no requiere personal especializado más si entrenado para inspeccionar y tomar datos de campo, no requiere mucho personal en oficina y/o campo, no requiere equipamiento especializado (basta con un computador portátil o Tablet), es ecológico al no producir residuos, social al permitir mejorar tramos inseguros rápidamente, está al alcance de toda empresa, además presenta y puede generar empleo y recursos económicos en un futuro cercano de pendiendo de su implementación.

- Tomando como información documentada, los diferentes manuales que fueron explicados dentro del marco teórico enfocados hacía la seguridad vial, a sido posible identificar algunos de los potenciales generadores de accidentes en una carretera de Colombia; para ello se

hace necesario verificar como es el cumplimiento de las especificaciones exigidas en los diseños y procesos de construcción en los manuales para las vías nuevas o las vías que ya se encuentran construidas. Partiendo de esta información se establecieron los criterios propuestos y se sintetizados mediante las tablas 1, 2 y 3 que fueron mencionadas en el capítulo metodológico, y de este modo fue posible reagrupar tales situaciones en la plantilla de Excel, que puede reflejar los potenciales riesgos a los que se encuentran los diferentes usuarios, cada vez que tránsitan por una carretera, como es el caso de la superficie de rodadura, la geometría que tiene la vía, su composición y la forma que tiene los taludes, la señalización existente o la que está haciendo falta y los diferentes objetos discontinuos que hacen parte de las zonas laterales más seguras.

- A partir de una plantilla en Excel, que permitiera evaluar las condiciones actuales en las que se encontraba frente a la seguridad vial, un tramo de vía en una carretera de Colombia (en este caso fue empleada en el Municipio de Rionegro la vía T-Aeropuerto – Aeropuerto), basados en información que fue posible obtener de los causantes de accidente en dos sitios específicos de este tramo de carretera; con la plantilla fue posible evaluar las condiciones actuales en las cuales se encuentra tales sitios, con relación a su geometría, señalización, superficie de rodadura y zonas laterales, de lo cual recibió un calificativo en ambos sitios con valor a 3 (aceptable) que frente a la seguridad vial, cumple con más del 58% de las características actuales en la vía, básicamente en unas condiciones se encuentra muy bien, pero en las otras le hace falta mejorar para que no represente un peligro para los usuarios.

- Luego de los resultados encontrados con la plantilla de Excel, en los sitios donde se realizó la respectiva evaluación de acuerdo a las condiciones establecidas, atropellamiento de peatones, colisión de vehículos, vehículos que salen de la vía y volcamientos; es posible determinar que a los porcentajes de calificación que tiene cada uno de los capítulos, los cuales ya

fueron explicados anteriormente, para la seguridad vial es posible encontrar muy buenos resultados en los parámetros evaluados en cuanto a la explanación de la vía y el estado de la superficie de rodadura, pero los parámetros de señalización y zonas laterales pueden afectar significativamente la valoración y la calificación final del sitio que está siendo evaluado.

- Después de las evaluaciones realizadas en campo con la plantilla de Excel , se puede determinar que es posible evaluar un tramo de carretera de cualquier vía en un tiempo aproximado de 1 hora por una pareja de personas, el cual consta de un tramo homogéneo entre 100 y 200 m, dicho esto es posible resumir que para una jornada de trabajo normal de 8 horas diarias, se puede evaluar por lo menos 1 km de carretera en un tramo de vía; de igual forma la plantilla es tan ágil y fácil de emplear que con el respectivo conocimiento previo de cómo debe ser su uso en campo, las recomendaciones a seguir y las evaluaciones que se deben tener en cuenta para realizar la respectiva calificación de cada uno de los parámetros que se van a evaluar, se puede obtener una calificación total del tramo homogéneo tomado como zona de estudio y las consideraciones a tener en cuenta para que sea posible aumentar el resultado de la calificación en el caso de ser necesario. Todo esto ayuda de forma eficiente a presentar soluciones que ayuden a mitigar los diferentes eventos que se presentan en la los sitios, que son la razón de realizar la evaluación con la plantilla.

REFERENCIAS

Arquitectos, S. A. (2014). Martes de la SAI. *Novedades normativas e institucionales relacionadas con la Gestión de la Seguridad Vial en Colombia*, (págs. 1-29). Medellín.

Biamés, M. A. (s.f.). III Congreso Ibero-americano de Seguridad Vial. Argentina .

Colombia, I. (1 de mayo de 2015). *ITS Colombia*. Obtenido de <http://www.its-colombia.org/acerca%20de.html>

Colombia, M. d. (2004). *Manual de Señalización*. Bogotá.

CONSYSTEC. (2 de mayo de 2015). *CONSYSTEC*. Obtenido de <http://www.consyotec.com/colombia/web/html/inv/el391.htm>

DIBOIS MEIER, I. (1996). *Código de tránsito y seguridad vial*. Transitus Lex S.A.

Dinh-Zarr, T. B. (10 de Abril de 2014). Naciones Unidas por la Seguridad Vial. *El Mundo*, págs. 1-3.

Educación, M. d. (10 de mayo de 2015). *Ministerio de Educación*. Obtenido de <http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/printer-247493.html>

Ernesto, D. T. (1981). *Manual de Educación para el tránsito*. Lima-Perú.

Esteban Diez-Roux, A. T. (2013). *Avances en la seguridad vial en America Latina y el Caribe 2010-2012*. Banco Interamerica de Desarrollo.

EUROPEA, C. (1 de mayo de 2015). *COMISIÓN EUROPEA*. Obtenido de <http://ec.europa.eu/europeaid/evaluation/methodology>

Forenses, I. N. (2013). *Forensis*. Bogota: ISSN.

González, G. V. (2013). *Manual para el desarrollo de proyectos de infraestructura desde la óptica de la seguridad vial segunda edición*. Costa Rica: Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

iRAP. (2012). *Manual de Coficicación para la Clasificación por Estrellas del iRAP V3*. Bogotá.

iRAP. (2 de Octubre de 2012). *Vida iRAP*. Obtenido de <http://www.vida.irap.org>

iRAP. (2013). *Evaluación de la Seguridad Via en la Red Nacional de Carreteras, bajo la metodología del International Road Assessment Programme - iRAP*. Bogotá.

Moreno, L. F. (29 de octubre de 2013). *Programa concesiones 4G*. Obtenido de Agencia Nacional de Infraestructura ANI: www.ani.gov.co

S.A., D. (30 de Julio de 2014). Problemática de la inseguridad vial: cómo explicarla y cómo enfrentarla. . *Problemática de la inseguridad vial: cómo explicarla y cómo enfrentarla*. . El Santuario, Antioquia, Colombia: Devimed S.A.

TRANSPORTE, M. D. (2008). *Manual de diseño Geométrico de Carreteras*. Santafe de Bogotá: Bogotá.

Transporte, M. d. (2009). *Método para establecer límites de velocidades en carreteras colombianas*. Cauca.

Transporte, M. d. (2015). *Manual de señalización vial dispositivos uniformes para la regulación de tránsito en calles, carreteras y ciclorutas de Colombia*. Bogotá: Diseñum Tremens.

Transporte, M. d. (30 de marzo de 2008). *Resolución 001283 Plan Nacional de Seguridad Vial 2011-2016*. Bogotá.

Vial, C. F. (2012). *GUÍA TÉCNICA PARA EL DISEÑO, APLICACIÓN Y USO DE*. Bogotá: Diseñum Tremens.

Vial, C. F. (2012). *REVISIÓN DE DOCUMENTOS TÉCNICOS DE CARRETERAS BAJO EL ENFOQUE DE LA SEGURIDAD VIAL*. Medellín.

Vial, C. I. (junio 12 al 16 de 2012). *Cartilla didáctica - estrategias didácticas de educación vial: Guía docente*. Bogotá - Colombia.

VIAL, C. P. (2012a). *Guía Técnica para el Diseño de las Zonas Laterales, para Vías más Seguras*. Santafé de Bogotá.

VIAL, C. P. (2012b). *Manual Técnico para el Diseño de Zonas Laterales, para Vías más Seguras*. Santafé de Bogotá.

Vial, I. C.-A. (2012). *III Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial: Resúmenes de Trabajos Técnicos. Iberoamérica por la Seguridad Vial*. Bogotá- COLOMBIA: III Congreso Ibero-Americano de Seguridad Vial - www.cisev.org.

Wikipedia . (s.f.). *Seguridad Vial* . Obtenido de Enciclopedia libre: https://es.wikipedia.org/wiki/Seguridad_vial.”.

Wikipedia. (9 de Noviembre de 214). *Seguridad vial*. Obtenido de <http://www.wikipedia.org>