	<b>GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS</b>		<b>CÓDIGO</b>	FO-GS-15
			<b>VERSIÓN</b>	02
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		<b>FECHA</b>	03/04/2017
			<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>		<b>APROBÓ</b>
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad

### RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): HENGIE NATALYA APELLIDOS: FUENTES RANGEL

NOMBRE(S): YURYAN YOLIMA APELLIDOS: PINZON VIDARTE

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

FACULTAD: DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): ING. FRANCISCO JAVIER APELLIDOS: PINZON VIDARTE

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): “ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS E INVENTARIO VIAL DEL CORREDOR SECUNDARIO ZUMBADOR – VILLANUEVA -EL TALQUITO, MUNICIPIO DE LOURDES NORTE DE SANTANDER.INGENIERIA CIVIL”

En sur América, la movilidad rural ha sido tradicionalmente socialmente marginada, a pesar de la alta proporción de población urbana en algunas zonas, las raíces de sus culturas, identidades, sistemas de producción y organizaciones históricas deben buscarse en sus espacios rurales, que son diversos, complejos y en intenso proceso de transformación. A medida que aumenta la población en Colombia, especialmente en norte de Santander es innegable que también aumenta el consumo y la demanda de servicios para satisfacer las nuevas demandas y mantener o mejorar los niveles de vida de las sociedades actuales, por tal motivo es imperiosa la necesidad de tener vías de acceso a los municipios de departamento en buen estado para ello se hace necesario la actualización de los inventarios viales rurales de la región.

PALABRAS CLAVES: Inventario, Mantenimiento, Señalización, Transito, Vías.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 80 PLANOS: \_\_\_\_\_ ILUSTRACIONES: \_\_\_\_\_ CD ROOM: \_\_\_\_\_

ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS E INVENTARIO VIAL DEL CORREDOR  
SECUNDARIO ZUMBADOR – VILLANUEVA -EL TALQUITO, MUNICIPIO DE  
LOURDES NORTE DE SANTANDER.

HENGIE NATALYA FUENTES RANGEL  
YURYAN YOLIMA PINZON VIDARTE

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL  
CÚCUTA  
2022

ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS E INVENTARIO VIAL DEL CORREDOR  
SECUNDARIO ZUMBADOR – VILLANUEVA -EL TALQUITO, MUNICIPIO DE  
LOURDES NORTE DE SANTANDER.

HENGIE NATALYA FUENTES RANGEL  
YURYAN YOLIMA PINZON VIDARTE

Proyecto presentado como requisito para optar al título en  
Ingeniería Civil

Director:

ING. FRANCISCO JAVIER SUAREZ URBINA

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL

CÚCUTA

2022



## Tabla de Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción	9
1. Problema	11
1.1 Título	11
1.2 Descripción del Problema	11
1.3 Formulación del Problema	12
1.4 Objetivos	14
1.4.1 Objetivo General.	14
1.4.2 Objetivos Específicos.	14
1.5 Delimitaciones	15
1.5.1 Delimitación Espacial.	15
1.5.2 Delimitación Temporal.	15
1.5.3 Delimitación Conceptual.	15
1.6 Justificación	16
2. Marco Referencial	18
2.1 Antecedentes del Estudio	18
2.1.1 Antecedentes Internacionales.	18
2.1.2 Antecedentes Nacionales.	19
2.2 Marco Teórico	20
2.3 Marco Legal	40
6. Viabilidad	43
6.1 Vía	43

6.2 Diseño Geométrico de Vías	43
6.3 Pavimentos	47
7. Señalización Vial	50
7.1 Señalización Horizontal	51
Conclusiones	71
Recomendaciones	73
Referencias Bibliográficas	75
Anexos	78

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto.	15
Figura 2. Elementos del acceso físico	30
Figura 3. Diseño geométrico de una vía	43
Figura 4. Diámetro de ojos de gato, tachas.	56
Figura 5. Demarcadores (ojos de gato, tacha)	56
Figura 6. Bordillos Montables.	57
Figura 7. Ángulos de iluminación y observación.	58
Figura 8. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.	62
Figura 9. Doble línea continua (línea de barrera), con ejemplo de tachas a 12,00 m.	63
Figura 10. Doble línea mixta: continua y segmentada.	64
Figura 11. Zonas de NO REBASAR en curva vertical.	65
Figura 12. Zonas de NO REBASAR en curva horizontal.	66
Figura 13. Imagen señal de Pare.	67
Figura 14. Señal de tránsito ceda el paso.	68
Figura 15. Señal de tránsito una vía.	69
Figura 16. Señal de tránsito doble vía.	70

## Lista de Tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Características de la movilidad.	33
Tabla 2. Sistema de indicadores de movilidad.	35
Tabla 3. Planificación del transporte.	38
Tabla 4. Esquema de cambios al pasar de tráfico a la movilidad.	40
Tabla 5. Definición de elementos de la vía.	44
Tabla 6. Inventario final.	46
Tabla 7. Tipos de pavimento.	47
Tabla 8. Fallas en el pavimento flexible.	48
Tabla 9. Fallas	49
Tabla 10. Tolerancias máximas en las dimensiones de señalización.	55
Tabla 11. Niveles mínimos de retro reflexión en pinturas sobre pavimento (mcd/lux – m2).	57
Tabla 12. Relación línea de separación de circulación opuesta.	62
Tabla 13. Distancia de rebasamiento mínimo, según la AASHTO, para autopistas y calles.	65



## Introducción

La representación y los efectos que la accidentalidad ha desarrollado en las economías de las naciones es considerable y los estudios indican una tendencia sostenida de crecimiento para los próximos 20 años. Según la Organización Mundial de la Salud se prevé un aumento de los accidentes de tránsito que podrían pasar a ser la quinta causa principal de muerte en el mundo en el año 2030, generándose unos 2,4 millones de víctimas mortales por año.

Partiendo de la relación existente entre las características propias de su entorno, el flujo vehicular y peatonal, la accesibilidad a la vía por parte de los peatones, la relevancia del sistema distribuidor primario en que se encuentra, y los sistemas de seguridad vial instalados, se definen estrategias para disminuir la frecuencia y peligrosidad de la accidentalidad.

La metodología utilizada consistió en un diseño no experimental transeccional, que establece una correlación entre el entorno, la señalización vial, los niveles de educación vial y la actitud de los usuarios de la vía. Para ello se incluyeron entrevistas explorativas, recopilaciones de documentos físicos e informáticos, entrevistas a profundidad, observación no participativa, toma de video y fotografía que permitieron recabar información del comportamiento del tránsito, las características de la infraestructura y la red vial, así como la señalización que rodea a cada punto crítico.

La frecuencia de la accidentalidad se concentra en la actitud vial del conductor, quien antepone el cumplimiento de sus obligaciones o necesidades de movilidad inclusive ante la seguridad de sí mismo y de las personas que estén en su entorno. Este fenómeno parece no estar

muy asociado al conocimiento de las normas básicas de conducción segura, los encuestados han mostrado un nivel superior al 80% de conocimiento de estas.

El sexo femenino es más vulnerable en su condición de peatón. El 92% de los usuarios encuestados coincidieron en considerar que los peatones, motociclistas y ciclistas son los usuarios más vulnerables en la red vial.

Para finalizar se presentan una serie de propuestas temáticas en materia de funcionalidad, infraestructura y sobre todo educativas necesarias y que permitirán reducir y controlar la frecuencia creciente de la accidentalidad y sus efectos. En el corto plazo se recomienda el plan calles seguras, una nueva señal preventiva de punto o tramo crítico, la concientización institucional en la asignación de recursos, la corrección de las deficiencias en el diseño y la colocación de dos semáforos peatonales.

Educativamente toma importancia la concientización de la población sobre las principales causas de la accidentalidad, el establecimiento de Estudios Superiores Especializados en Seguridad Vial Urbana y rural.

## **1. Problema**

### **1.1 Título**

ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS E INVENTARIO VIAL DEL CORREDOR SECUNDARIO ZUMBADOR – VILLANUEVA -EL TALQUITO, MUNICIPIO DE LOURDES NORTE DE SANTANDER.

### **1.2 Descripción del Problema**

Los problemas económicos que afrontan las ciudades del país son muy agudos, e inciden drásticamente en la capacidad de inversión, no solo en el desarrollo de nuevos proyectos sino también en el mantenimiento y sostenimiento de los ya existentes. Hoy en día el departamento de norte de Santander expone un constante deterioro de su infraestructura vial que se agrava con la sobre utilización de la capacidad de sus calles y avenidas. A diario las vías son colmadas por vehículos que han sido instaurados como los dueños y señores de la red vial, por encima de la necesidad humana de caminar de una mayoría que no tiene acceso a adquirir un vehículo para transportarse, dado su nivel de económico.

Hoy en día, el crecimiento acelerado de la población y del parque vehicular, la poca señalización vial, déficit de espacios para parqueos, andenes, aceras y la falta de cultura vial, son algunos de los factores que se juntan y evitan una convivencia ciudadana segura en la forma en que los ciudadanos acceden a las vías de la capital.

Entre los municipios de Lourdes y gramalote, no exhibe una buena señalización vial, los instrumentos de seguridad vial en la mayoría de los casos son pocos y confusos, en algunos

puntos del corredor vial rural indica cual es el sentido de circulación de las vías, y eso provoca constantes accidentes.

### **1.3 Formulación del Problema**

Según datos internacionales brindados por la Organización Mundial de la Salud, todos los años más de 1,2 millones de personas fallecen como consecuencia de accidentes en las vías de tránsito y nada menos que otros 50 millones sufren traumatismos. Más del 90% de las defunciones se producen en los países de ingresos bajos y medianos. (Organización Mundial de la Salud, 2009)

Más allá del enorme padecimiento que provocan, los accidentes de tránsito pueden llevar a la pobreza a una familia, ya que los supervivientes de los accidentes y sus familias deben hacer frente a las consecuencias a largo plazo de la tragedia, incluidos los costos de la atención médica y la rehabilitación y, con mucha frecuencia, los gastos de las exequias y la pérdida del sostén de la familia.

La OMS prevé que los traumatismos por accidentes de tránsito aumentarán para pasar a ser la quinta causa principal de mortalidad en el año 2030, lo que tendrá como resultado unos 2,4 millones estimados de víctimas mortales por año.

Según cálculos económicos las pérdidas mundiales a causa de dichos traumatismos se estiman en US\$ 518,000 millones de dólares y cuestan a los gobiernos entre el 1% y el 3% del producto nacional bruto, más que la cantidad total que esos países perciben en concepto de asistencia para el desarrollo. (Ob Cit., 2009)

A nivel Mundial el problema de la accidentalidad tiene características epidémicas, y se sabe que: “el 96.5% de los accidentes son debidos, quizá a lo que, de una manera demasiado genérica, llamamos „factor humano“, eso significa que depende en primer lugar de la economía conductual, actitudinal y psíquica de los individuos, y no tanto de las circunstancias „vehículo“ y „vía pública” (Puig, 2005).

Los países de ingresos bajos y medianos tienen tasas más altas de letalidad por accidentes de tránsito (21,5 y 19,5 por 100,000 habitantes, respectivamente) que los países de ingresos altos (10,3 por 100,000). Más del 90% de las víctimas mortales de los accidentes de tránsito que ocurren en el mundo corresponden a países de ingresos bajos y medianos, que sólo tienen el 48% de los vehículos del mundo. (Organización Mundial de la Salud, 2009). Resulta alarmante que aproximadamente el 40% de muertes por accidentes de tránsito a nivel mundial ocurre entre las edades de 0 - 25 años.

Conceptualmente los accidentes son todos los sucesos eventuales que alteran el orden regular de las cosas, que involuntariamente resulta daño para las personas o las cosas. (Vox Larousse, 2007). De este concepto podríamos concluir que se considera accidente a los sucesos no planificados que, al incidir sobre las personas o las cosas, cambian o modifican sus estados y el desarrollo de las actividades.

La Dirección General del Tránsito Nacional de la Policía Nacional, considera que los accidentes viales pueden reducirse mediante estudios y decisiones acertadas especialmente para generar actitudes responsables en conductores y demás personas usuarias de las vías. También agregan que se deben mejorar los estándares en el diseño, construcción y mantenimiento de carreteras.

Es necesario estar claros que los altos niveles de inseguridad vial no son consecuencia directa de los accidentes, los accidentes de tránsito son uno de los efectos de la inseguridad vial provocada por causas físicas, conductuales, de diseño, interpretación incorrecta de señales o desatención de estas que coexisten en la red vial.

Mejorar los niveles de seguridad vial depende directamente de lograr el buen funcionamiento del sistema de tráfico, previendo las condiciones necesarias en su configuración para eliminar o disminuir, en lo posible, las causas y efectos de su mal funcionamiento, de tal manera que la seguridad vial es una consecuencia del buen funcionamiento del sistema de tránsito. (Ximena, 2002)

Para terminar, podemos afirmar con meridiana claridad que los accidentes de tránsito no son un conjunto de sucesos inevitables que dependen directamente del azar o la suerte, sino que dependen del desarrollo de los sistemas de buen funcionamiento de nuestra red vial. Es decir, es una tarea humana identificar, diagnosticar, intervenir e incidir en aquellas gestiones de movilidad segura necesarias para disminuir y erradicar la accidentalidad de las vías.

## **1.4 Objetivos**

**1.4.1 Objetivo General.** El principal objetivo de este documento es Realizar un inventario vial y de los puntos críticos del corredor vial que conduce por la vía Lourdes – Gramalote.

### **1.4.2 Objetivos Específicos.**

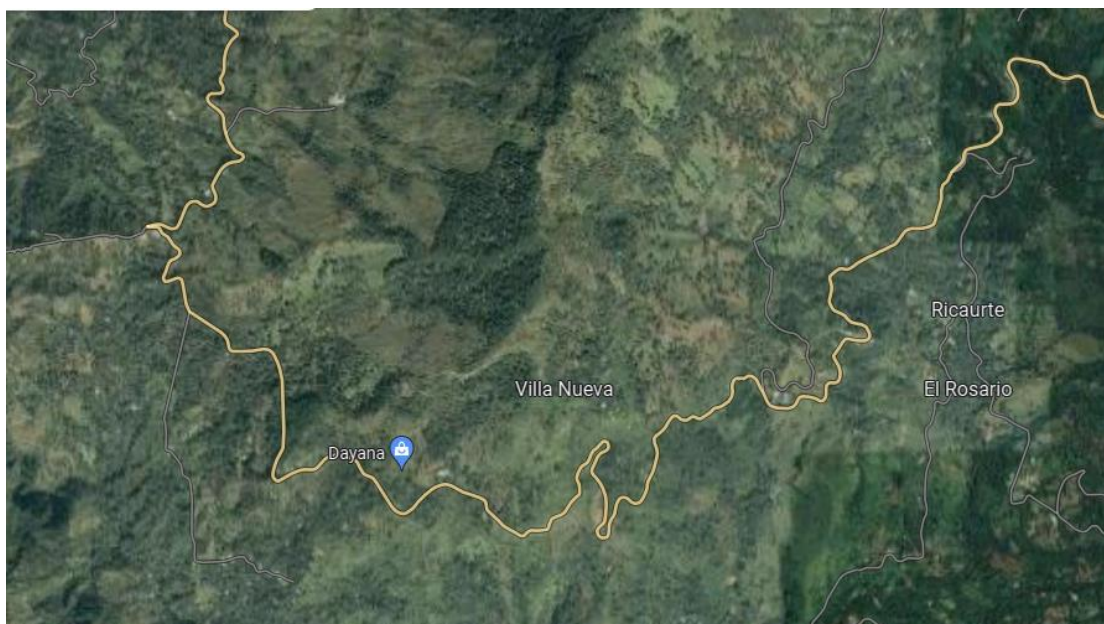
Identificar el cumplimiento de las normas que regulan los procesos de educación en seguridad vial en los municipios de Lourdes y gramalote.

Plantear como estrategia principal la implementación de la CÁTEDRA DE EDUCACIÓN Y SEGURIDAD VIAL en las escuelas y colegios de los municipios, como apoyo al sistema de educación nacional y regional.

Educar los Usuarios para generar más seguridad en las vías de tránsito Implementando programas integrales para un mejor uso de estas en función del comportamiento del usuario.

## 1.5 Delimitaciones

**1.5.1 Delimitación Espacial.** Se implementará este documento para el corredor vial secundario ubicado entre los municipios de Gramalote y Lourdes.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del proyecto.

*Fuente: Imagen Google maps*

**1.5.2 Delimitación Temporal.** El estudio se llevará a cabo dentro de cuatro meses iniciando con la presentación del anteproyecto y culminando con la ejecución del proyecto.

**1.5.3 Delimitación Conceptual.** Se tendrán en cuenta conceptos como:

- Punto crítico
- Accidente
- Señalización
- vías

## **1.6 Justificación**

Este estudio ha permitido conocer el entorno y la influencia de los factores ambientales imperantes en el área de estudio, así como el comportamiento generalizado de los usuarios del corredor vial de estudio, el grado de vulnerabilidad y cuáles son los mayores riesgos que se enfrentan en las vías, así mismo la percepción de inseguridad que las mismas representan a los usuarios.

Esta exploración pretende aportar elementos para que se creen las intervenciones necesarias que permitan disminuir significativamente el número de víctimas por accidentes de tránsito en las vías contenidas en el área de estudio, a elevar el grado de conciencia de los gobernantes de los municipios sobre la importancia del usuario por el respeto de las señales de tránsito, el ordenamiento jurídico para la circulación vehicular y la necesidad común y social de involucrar especialmente a los usuarios como víctimas principales de los accidentes de tránsito.

Así que se espera que los efectos del presente estudio puedan tener su principal repercusión en el seno de las familias mismas, en el uso correcto del espacio público de movilidad urbana, en la economía de los hogares que hacen uso de las vías públicas, así como en el correcto aprovechamiento de las inversiones municipales que el gobierno local desarrolla en las calles del distrito.



Esta investigación permite que los órganos e instituciones tomadores de decisión en materia de seguridad vial, cuenten con un estudio actualizado que refleje las condiciones actuales del entorno y su infraestructura vial en materia de señalización vial, que refleje los puntos vulnerables y de mayor peligrosidad para los usuarios.

## 2. Marco Referencial

### 2.1 Antecedentes del Estudio

**2.1.1 Antecedentes Internacionales.** Quinto, R. (2019). Propuesta de implementación de un inventario vial en la provincia de Concepción - Junín 2018. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental, Huancayo, Perú.

En este trabajo se muestra un análisis de los componentes físicos y estructurales de la Infraestructura vial, Dispositivos de Control y Obras de arte que tiene la red vial de Concepción para ello haremos trabajos correspondientes a campo y también haremos uso de un software que nos permitirá realizar los trabajos de Inventario vial en formato digital, este software se denomina LINCE (ver Apéndice B). El objetivo de trabajar con este software es realizar un Inventario vial completo con la finalidad de determinar los puntos críticos del sistema vial, tanto en su infraestructura, señalización y sistema de agua pluvial. La recolección de la información se realizó siguiendo las normativas propuestas por el Manual de Inventarios Viales (Manual IV), Manual de Dispositivos de Control y Manual de Conservación.

Se presenta la ejecución del inventario vial georreferenciado de la región Piura el cual fue ejecutado el año 2009 a través la oficina de gestión vial del Gobierno Regional Piura y una breve descripción de los criterios que se adoptaron para elaborar los documentos que sirvieron de base para este inventario. Con esto se logra conocer las características físicas y de estado de la red vial, observándose la problemática existente en la carencia de una política firme del mantenimiento vial, así como de una falta de integración tanto a nivel regional como nacional en la administración de pavimentos. Este trabajo representa un paso importante para iniciar la

gestión vial regional la cual debe ser retomada por las autoridades para el manejo adecuado los recursos del Estado.

**2.1.2 Antecedentes Nacionales.** El crecimiento demográfico acelerado que presenta actualmente el municipio de Girardot Cundinamarca, que se hace más notorio en los fines de semana y festivos, por causa de la doble residencia de muchas personas que invierten en la compra de proyectos urbanístico presentes en la región, en donde encuentran un espacio de descanso y esparcimiento, sumado a las facilidades actuales que se ven en el mercado de adquirir cualquier medio de transporte, automóviles y principalmente motocicletas, y teniendo en cuenta la deficiente señalización en algunos sectores del municipio, hacen que se presenten accidentes de tránsito y problemas de movilidad que generan efectos e impactos negativos en el diario vivir de sus habitantes. El siguiente trabajo de monografía se realiza para plantear recomendaciones de señalización, de acuerdo con la necesidad de generar una mejor movilidad a través de una adecuada y completa señalización vial, que servirá como herramienta de consulta y apoyo, que busca beneficiar a la comunidad local y transitoria del municipio de Girardot Cundinamarca. Para la elaboración de este trabajo de investigación se abordó la información presente en los documentos propios de la Secretaría de Tránsito de la localidad, es decir, el Inventario de la Señalización Instalada; el Inventario Vial del Plan de Ordenamiento Territorial (P.O.T) del municipio de Girardot, según acuerdo 024 de 2011, y el Manual de Señalización Vial 2015 del Ministerio de Transporte de la República de Colombia. Teniendo en cuenta la información recopilada se realizó un trabajo de campo identificando las zonas de conflicto o puntos críticos con los más altos índices de accidentalidad y problemas de movilidad dentro del casco urbano del municipio, realizando un barrido de información de la señalización vial en dichos puntos, con lo cual se estableció una matriz de causa y efecto que permitió identificar y clasificar los efectos

e impactos que genera esta problemática. Analizada la información, anteriormente relacionada, se procedió a brindar una serie de recomendaciones de señalización para mejorar los problemas de movilidad que aquejan a estos sectores del municipio de Girardot Cundinamarca.

## **2.2 Marco Teórico**

La accidentalidad vial constituye una de las principales causas de mortalidad en Colombia, por lo que se le considera un problema de interés público. Este fenómeno en las vías toma mayores proporciones debido a la imprudencia de los conductores (Grupo Sura, 2015). Un ejemplo palpable es el del informe entregado por el Instituto Nacional de Medicina Legal en 2018, que registró 46 416 casos atendidos por accidentes de tránsito, de los cuales las lesiones fatales corresponden a un total de 6 879 personas fallecidas (equivalentes al 14.82%) y las no fatales a 39 537 lesionados (85.18%) (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2018).

El análisis de resultados demuestra que, en 2018, se continuó con la tendencia de los últimos años, ya que el número de muertes aumentó en 1.85% respecto a 2017. Por causas de accidentes de tránsito, en 2018 se registraron 125 fallecidos más que en el año anterior. De acuerdo con lo analizado, los hombres son los más afectados con lesiones, tanto fatales como no fatales, frente a las mujeres. La proporción es más sobresaliente en el caso de las muertes, en donde alcanza 80.63% para un total de 5 546 casos; el restante 19.36% corresponde a mujeres y representa 1 332 casos del total de muertes en el país (Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, 2019).

Las ciudades con mayor porcentaje de índices de muerte por accidentalidad vial en Colombia durante 2018 son: Bogotá D.C., con 521 fallecidos; Cali, con 356; Medellín, con 238;

Barranquilla, con 107; y Villavicencio, con 91; mientras que Ibagué presenta una tendencia muestral parecida a las ciudades mencionadas, en relación con el volumen poblacional (El Tiempo, 2018). El incremento de la movilidad por las principales vías de Ibagué es consecuencia del crecimiento en la dinámica económica, y se ha constituido en un factor de riesgo pues se ha acompañado por la forma de conducción arriesgada y temeraria de los conductores, lo cual genera que la accidentalidad se agrave y cobre la vida de muchos ibaguereños (Caracol Radio, 2017).

La interacción entre los vehículos, las infracciones al código de tránsito y la velocidad excesiva son, entre otras, las causas principales en el incremento de accidentes, que se ha convertido en un gran problema que genera altos promedios de fallecimientos, miles de lesionados y millonarias pérdidas materiales, provocando una complicación de salud pública para los gobiernos locales (DNP, 2019).

En Colombia la gestión vial está a cargo de la nación, los departamentos y los municipios. Cada uno de estos niveles administrativos tiene a su cargo una malla vial que va descendiendo en calidad y categoría en la medida que se pasa del primer nivel al tercero, pero que en longitud se incrementa en sentido inverso (sin embargo, no es raro encontrar que algunas carreteras nacionales tienen menores especificaciones geométricas que algunas carreteras departamentales y, a su vez, que algunos caminos vecinales tengan mejores especificaciones que algunas carreteras departamentales).

### **Red vial Primaria.**

Está constituida por las carreteras que unen las principales ciudades entre sí, con los puertos marítimos, fronteras terrestres y otros nodos de intercambio modal. Esta red es básica para la

integración y competitividad del país (pues une a las áreas de producción con las de consumo) y, en su mayor parte, está constituida por vías de doble calzada y carreteras bidireccionales pavimentadas y con especificaciones geométricas adecuadas. En esta red se tienen los mayores movimientos de pasajeros y carga en el país, particularmente en los corredores de comercio exterior. El planeamiento de esta red está definido por el Plan Maestro de Transporte Intermodal.

### **Red vial Secundaria.**

Compuesta por carreteras de calzada bidireccional, con o sin pavimento. Durante largo tiempo hubo desconocimiento sobre las características de esta red, pero gracias a la realización del Plan Vial Regional (PVR), adelantado por el Ministerio de Transporte (MT), actualmente se tiene una idea más clara sobre su longitud y estado. Se sabe, por ejemplo, que cerca de 8.000 km están pavimentados y que los volúmenes de tránsito son, por lo general, inferiores a 500 vehículos por día.

En el año 1961 las carreteras departamentales tenían una longitud de 14.851 km y, de acuerdo con varios estudios realizados en esa época, su estado era precario, tanto en lo que se refiere a sus especificaciones geométricas, como al estado de la superficie.

Esta red fue creciendo, tanto por la adición de nuevos tramos, como por la transferencia de algunas vías de la Nación a los departamentos y el compromiso que existía en el sentido de que éstos debían encargarse del mantenimiento de las carreteras construidas por el Fondo Nacional de Caminos Vecinales (FNCV), el Instituto Colombiano de Reforma Agraria (INCORA), el programa de Desarrollo Rural Integrado (DRI) y otras entidades, aunque en realidad pocas veces lo hicieron.

Con la expedición de la Ley 105 de 1993, se estableció que las vías primarias deberían pertenecer a la nación y aquellas de carácter secundario deberían ser responsabilidad de los departamentos. Estos, a su vez, deberían replicar el ejercicio y ceder el control de las vías terciarias (incluidos los caminos vecinales) a los municipios. Para esta transferencia, la ley creó el Fondo de Cofinanciación de Vías, por medio del cual se entregaría a los departamentos o municipios una suma fija para el mantenimiento de las vías asignadas. Pese al esfuerzo realizado, pocas vías fueron transferidas y siguen bajo la gestión nacional.

Según el inventario realizado por el PVR, la Red Vial Departamental tiene una longitud de 44.399 km de los cuales el 48,2 % corresponde a vías en afirmado; 24 % a vías pavimentadas, y 28 % a vías destapadas (en tierra). Solo el 31 % de las vías pavimentadas se encuentran en buen estado.

### **Red vial Terciaria.**

Que cumple una función de interconexión entre las veredas, las cabeceras municipales y las carreteras departamentales. Muchas de estas vías son angostas y tienen fuertes pendientes, y solo cerca de 1.400 km están pavimentados. En esta red los volúmenes de tránsito son, en promedio, inferiores a 30 vehículos por día.

Esta malla vial se encuentra bajo la gestión de INVIAS, los departamentos y los municipios, y tiene una longitud de 27.577 km, que representa el 18 % del total y corresponde a la red no transferida del antiguo Fondo Nacional de Caminos Vecinales. La red a cargo de los departamentos suma 13.959 km lo que equivale al 9 %, mientras que la red a cargo de los municipios alcanza los 100.419 km y representa el 65 % del total. Existe también una red privada de caminos que ha sido construida para fines específicos, como pueden ser el acceso a proyectos

de exploración y explotación petrolera. Esta red privada de caminos se estima en 12.251 km, o sea el 8 %. Estas cifras no incluyen los caminos construidos ilegalmente por grupos al margen de la ley ni tampoco aquellos que soportan las actividades de la minería ilegal.

En la conformación de esta malla vial han participado distintas entidades gubernamentales, empresas privadas, e incluso los ciudadanos, estos últimos en forma individual o bajo diferentes modalidades de organización ciudadana, como las Juntas de Acción Comunal. Los pequeños caminos son las obras que verdaderamente llegan al campesino, apoyan la producción y comercialización de sus productos y facilitan su acceso a los servicios básicos, pero muchas de estas son simples trochas.

Claramente existe una diferencia notable entre aquellas áreas con y sin acceso vial. No en vano, distintos estudios destacan una relación directa entre pobreza, ruralidad y aislamiento geográfico”. Los caminos incluidos en esta red son los que llegan a los más lejanos extremos de la geografía nacional, en apoyo de los campesinos y comunidades aisladas.

Hasta 1960 la gestión de los caminos vecinales a nivel nacional estuvo orientada por el Ministerio de Obras Públicas, y a nivel regional por los departamentos y municipios. En todos los casos, sin mayor coordinación o planificación, aunque siempre hubo conciencia de la importancia de este tipo de vías, ya fuese para colonización, acceso a comunidades en áreas aisladas, o para comunicación intra e intermunicipal.

Desde su creación, en 1960, el FNCV tuvo como objetivo atender y coordinar la construcción, conservación y el mejoramiento de caminos regionales y vías locales, logrando grandes avances en la conformación de la malla vial terciaria. Aunque se utilizaban manuales y especificaciones



de diseño, estos no estaban adecuados a las condiciones especiales de las vías con bajos volúmenes de tránsito.

El decreto extraordinario 77 de 1987, consignado en la Ley 12 de 1986, estableció la transferencia de recursos del IVA a los municipios, y obligó al FNCV a disminuir su tamaño y ejecutar solamente obras que fueran cofinanciadas por los municipios. En 1993, la Ley 105 fijó una política de descentralización y cofinanciamiento vial y se inició el proceso de Cuando se decretó su supresión, la Red terciaria a cargo del FNCV llegaba a más de 32.000 km, una longitud superior a la correspondiente a la red primaria a cargo del Ministerio de Obras Públicas. En cumplimiento de la Ley 105 del 93 se trató de transferir las vías que la conformaban a los municipios, pero esto solo se pudo realizar parcialmente y las vías no transferidas pasaron a constituir lo que se conoce como la Red Terciaria, actualmente a cargo de INVIAS.

### **Parque Vehicular.**

Otro de los elementos importantes que inciden en la accidentalidad es sin duda el parque vehicular. De hecho, tal y como lo referimos anteriormente, la legislación especial que regula el tránsito y transporte establece que solo puede considerarse un accidente como parte del tránsito si está involucrado al menos un vehículo en movimiento.

Los vehículos son los medios modernos de transporte que sirven para el traslado de personas, bienes o mercaderías desde un lugar hasta otro. Como en todo el mundo, el transporte es y ha sido en Latinoamérica un elemento central para el progreso o el atraso de las distintas civilizaciones y culturas.

El transporte comercial está al servicio del interés público e incluye todos los medios e infraestructuras implicadas en el movimiento de las personas o bienes, así como los servicios de recepción, entrega y manipulación de tales bienes.

Para la Organización Mundial de la Salud, el transporte por carretera beneficia tanto a las naciones como a los individuos porque facilita el movimiento de bienes y personas. Permite un mayor acceso a los empleos, los mercados económicos, la educación, la recreación y la atención sanitaria, lo cual, a su vez, incide positivamente de forma directa e indirecta en la salud de las poblaciones. (Organización Mundial de la Salud, 2017)

Según los criterios utilizados en Colombia por el Ministerio de Transporte, hoy en día podemos resumir que nuestro país, en materia del transporte terrestre público y privado, objeto de nuestro estudio se divide en:

***Transporte Pesado:*** Están constituidos por vehículos de gran peso tanto de pasajeros (buses) y de mercancías (camión y furgones), provistos de motor de 848 cc hasta 21,630 cc y de peso bruto vehicular máximo de 17,000 kg. y 32,000 kg. para los vehículos de pasajeros y mercancías respectivamente. (Sánchez Vidal, 2007)

***Transporte Liviano:*** Están constituidos por vehículos de poco peso tanto de pasajeros (automóvil, station wagon y camioneta rural) y mercancías (camionetas pick up y panel), provistos de motor de 796 centímetros cúbicos hasta 5,995 cc y de peso bruto de 1,380 kilogramos hasta 4,838 kg., así mismo variando su largo de 3.49 metros hasta 5.78 m, su ancho de 1.48 m. hasta 2.06 m. y su alto de 1.42 m hasta 2.49 m. (Ob. Cit. 2007)

Actualmente, la progresión del parque vehicular y del tráfico es estimulada por el crecimiento demográfico. (Bussiere, 2005, pág. 130). Hay que recordar que a nivel nacional según datos del VIII Censo de Población, la estimación poblacional nacional del año 2005 era de 5,142,098 y para el año 2008, las autoridades policiales reportaron la cantidad de 5,668,880 habitantes a nivel nacional, como calculo poblacional del Instituto Nacional de Información y Desarrollo, mostrándose un incremento poblacional del 10.2% en ese periodo.

Tal y como lo mencionamos con anterioridad a nivel nacional en el año 2007 hubo un vehículo por cada 14.4 personas, y durante el año 2008, los datos muestran que hubo un vehículo por cada 13.9 personas, todo esto sin incluir la cantidad de vehículos, motocicletas, bicicletas y carretones que no han sido registrados pero que andan circulando.

La pobreza rural está generalizada y es difícil de abordar. La mejora de la movilidad puede reducir la pobreza rural al facilitar un acceso más fluido a los servicios (educación, salud, finanzas, mercados), a la obtención de bienes e ingresos y a la participación en las actividades sociales, políticas y comunitarias de mujeres, hombres y niños que viven en las zonas rurales. La movilidad requiere una combinación de infraestructura apropiada de transporte, mejores servicios de transporte y medios de transporte asequibles, tanto motorizados como no motorizados. Esta publicación se concentra en los muchos y variados tipos de transporte que proporcionan esa movilidad, tales como los servicios de autobús, camiones de carga, taxis colectivos, animales de transporte, bicicletas o carretillas.

Los autores recalcan la interdependencia y la complementariedad de los diferentes medios de transporte, motorizados y no motorizados, grandes y pequeños, urbanos y rurales, terrestres y acuáticos. Subrayan la necesidad de un enfoque integrado para desarrollar (y mantener) la

infraestructura y los servicios de transporte, con mayor conectividad entre los sistemas de transporte (vial, acuático, aéreo, ferroviario), los tipos de servicio (larga distancia, local) y los operadores (públicos, comerciales, individuales). Inevitablemente, esto incluye potencialmente a una gama muy amplia de interesados e involucrados directos, tanto por el lado de la demanda como por el lado de la oferta de los servicios de transporte.

Como resultado, esta publicación ayudará a los planificadores de transporte, a los gobiernos, a los proveedores de servicios de transporte, a las organizaciones comunitarias, a los organismos donantes y a los profesionales del desarrollo en otros sectores. Trata las opciones para crear un entorno favorable para permitir un transporte eficiente y lucrativo y una mayor movilidad rural para los grupos desfavorecidos. Sugiere un enfoque holístico de la planificación que incluya a todos los interesados e involucrados directos, gobiernos, operadores de medios de transporte y usuarios y que aliente la formación de redes que atraviesen los límites geográficos y los sectores, para maximizar el progreso.

### **Transporte rural.**

En muchos países en desarrollo, la infraestructura de transporte rural—camino vecinales, sendas, veredas y puentes usados para llegar hasta las fincas, mercados, fuentes de agua, escuelas y consultorios—a menudo está en malas condiciones durante todo el año o parte de él (en algunas zonas rurales las vías navegables y los ferrocarriles son también elementos importantes de la infraestructura de transporte rural, pero ellos no se tratan en este informe). Además, los servicios de transporte, tanto los medios motorizados de gran tamaño como camiones, autobuses, camionetas y automóviles, así como los medios intermedios de menor tamaño, como carretillas

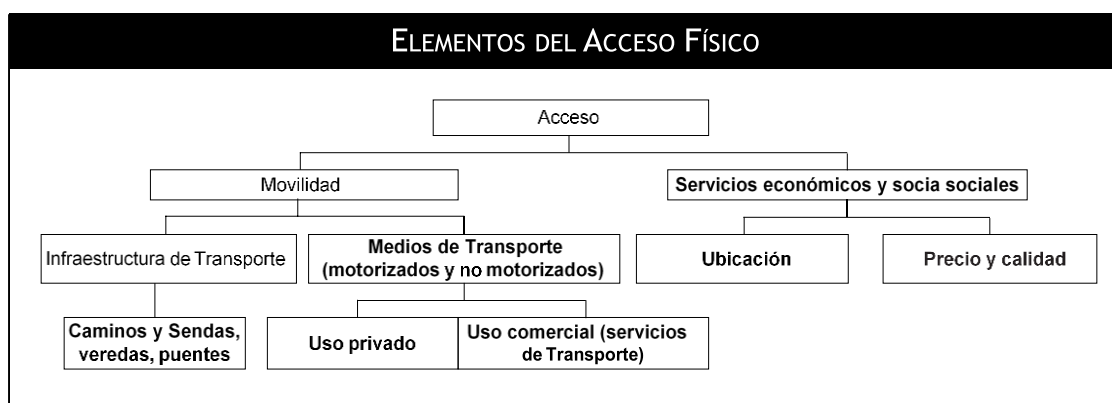
de mano, bicicletas, motocicletas y carretas de tracción a sangre son a menudo inadecuados y demasiado costosos para la población rural.

Si bien el costo constriñe el uso de los servicios de transporte, la falta de concentración de la demanda constriñe el desarrollo de servicios más baratos y eficientes. La mejora de la movilidad rural para reducir la pobreza requiere, por lo tanto, una combinación de infraestructura de transporte apropiada y mejores servicios de transporte utilizando medios de transporte asequibles. Este informe se centra en los servicios de transporte; otros dos informes en esta serie, *Options for Managing and Financing Rural Transport Infrastructure* (Opciones para la gestión y el financiamiento de la infraestructura de transporte rural) (Malmberg Calvo 1998) y *Design and Appraisal of Rural Transport Infrastructure: Ensuring Basic Access for Rural Communities* (El diseño y la evaluación de la infraestructura de transporte rural: Asegurando el acceso básico a las comunidades rurales) (Schelling y Lebo 2001), exploran la infraestructura de transporte.

Toda comunidad requiere acceso a suministros, servicios, medios y oportunidades. Las necesidades básicas incluyen el agua, la energía, los alimentos, los servicios de salud, la educación y el empleo. La gente necesita acceso a los mercados y puede desear participar en actividades cívicas, religiosas y de esparcimiento. La accesibilidad puede ser medida en tiempo, esfuerzo y costo. Ella depende de la infraestructura (disponibilidad de fuentes de agua, caminos y puentes, escuelas, hospitales, mercados) y de las opciones de transporte disponibles y asequibles para la gente y sus cargas. La población rural pobre con frecuencia tiene que emplear mucho tiempo y esfuerzo para satisfacer sus necesidades básicas, y la disminución del aislamiento y la inaccesibilidad son fundamentales para la reducción de la pobreza. La accesibilidad depende de la movilidad (facilidad y frecuencia de movimientos) y la proximidad (distancia). El acceso

puede ser mejorado por una movilidad y una proximidad mayores a los servicios (agua corriente, centros de salud locales).

El medio de transporte más básico es el transporte humano: gente caminando entre lugares y cargando cosas consigo. Caminar y acarrear es sencillo, barato y eficiente para distancias cortas, terrenos difíciles y cargas pequeñas. En el otro extremo del espectro están los medios de transporte de gran tamaño, incluidos los camiones, autobuses, automóviles, trenes, aviones y buques. Éstos son generalmente diseñados para trasladar gente y bienes rápidamente a través de grandes distancias y con grandes cargas. Estas tecnologías son intrínsecamente complicadas y costosas. Sin embargo, las economías de escala pueden reducir el costo de la tonelada-kilómetro o persona-kilómetro transportada, siempre que las operaciones sean eficientes y la utilización de la capacidad sea alta.



**Figura 2.** Elementos del acceso físico

*Fuente: Mejora de la movilidad rural: opciones para el desarrollo del transporte motorizado y no motorizado en las áreas rurales. Starkey, Ellis, Hine y Ternell (2004)*

### ***Patrones de Transporte Rural.***

El transporte rural incluye muchos tipos de movimiento para una gama amplia de finalidades, tanto dentro de las aldeas como más allá de ellos (Recuadro 2). La finalidad del viaje puede relacionarse con el hogar (obtener agua, combustible y alimentos), la agricultura (atender y

comercializar cultivos y ganado) o una variedad amplia de actividades socioeconómicas (educación, religión, recreación, salud, empleo, generación de ingresos). Los viajes pueden tener finalidades múltiples. El medio de transporte apropiado puede diferir, dependiendo de la infraestructura, la finalidad, la distancia, el sexo y la edad, pasajeros y productos, cuyo tipo y diversidad dependen de la infraestructura, las condiciones ambientales, los usuarios y la demanda. La mayor parte del transporte rural tiene lugar en los alrededores de las aldeas. Los viajes implican en general distancias cortas y cargas pequeñas por senderos y sendas, por lo general para comerciar, recoger agua y leña y atender los cultivos y los animales. Los medios intermedios de transporte son ideales para tales finalidades, pero no son promovidos lo suficiente o apoyados por los planificadores de transporte del gobierno y son costosos para la población rural pobre.

Los viajes fuera de la aldea son menos comunes, pero de enorme importancia económica y social, incluidos los viajes hacia y desde las fincas y mercados distantes, las oportunidades laborales, las escuelas, los establecimientos sanitarios, los molinos y los amigos y familiares. Estos viajes suponen distancias más largas y es más probable que impliquen medios intermedios de transporte o servicios de transporte motorizados. Pero en muchas zonas rurales, el caminar y acarrear puede hacerse aun para distancias largas. Los servicios de transporte motorizado rural, públicos y privados, se concentran en las rutas desde las aldeas hacia los pueblos con mercado, y de los pueblos a las ciudades, donde hay mayor demanda y mejor infraestructura.

### **Movilidad Rural.**

Las dificultades en el medio rural es un hándicap más que provoca la pérdida de población en los pueblos. No existe una definición comúnmente aceptada de movilidad rural, sin embargo, el

criterio básico y común utilizado para caracterizar a la movilidad rural es la capacidad de desplazamiento de un lugar a otro empleando eficientemente los medios y modos de transporte existentes, comprendiendo las limitaciones, posibilidades y predisposición de las diferentes características de las zonas rurales (densidad poblacional, nivel económico, geografía entre otros).

Las zonas rurales tienen como características principales las actividades económicas a las que se dedican, la disponibilidad de servicios, su reducida población, su extenso espacio geográfico y su vinculación directa con el campo. En Colombia, la idea de zona rural está relacionada a aquellos territorios con escasa cantidad de habitantes donde la principal actividad económica es la agropecuaria, enfocándose directamente a pequeñas industrias o servicios.

La movilidad rural se encuentra constituido por los desplazamientos efectuados en las afueras de una ciudad más conocidas como zonas rurales, mediante diferentes medios o sistemas de transporte, pero con notables restricciones, desventajas o debilidades. Históricamente la movilidad en las áreas rurales representa disminuidos desplazamientos cíclicos, actualmente debido a la migración constante se caracteriza por movimientos diarios o de corta duración, lo cual marca una nueva dinámica territorial a considerar en estudios de movilidad y transporte.

### ***Transporte en zonas rurales.***

Allí donde la población es mucho menos densa, más dispersa geográficamente y donde no todos los servicios se pueden encontrar en una sola localidad se le denomina zonas rurales.

La característica general del transporte rural es el deteriorado servicio que brindan a la población.



Este transporte se basa en las “leyes del mercado” y no responde en gran medida a las expectativas de los usuarios del campo, sobre todo en las comunas o áreas menos densamente pobladas y geográficamente alejadas (Clotteau, 2014).

### ***Características de la movilidad.***

La movilidad es un parámetro que calcula la cantidad de desplazamientos realizados por personas o mercancías en un ámbito social. Tiene por finalidad salvar la distancia que separa a las personas de los lugares donde satisfacen sus necesidades, por lo cual la accesibilidad es el objetivo de la movilidad a través de los medios de transporte.

**Tabla 1.**

*Características de la movilidad.*

<b>1. Problemas puntuales de tráfico en horas punta.</b>	Porque si la movilidad no tiene una buena organización durante las horas punta pueden producirse problemas de congestión, por el incremento del vehículo privado
<b>2. Interoperabilidad de los elementos.</b>	Para conseguir una buena movilidad lo ideal es que exista interoperabilidad entre los diferentes medios de transporte, fomentando así la utilización de los diferentes transportes públicos.
<b>3. Existe una estrecha relación entre los usos del suelo y la movilidad.</b>	Como hemos comentado el modelo de ciudad compacto es el que menos problemas de movilidad genera porque sus actividades se encuentran cerca las unas de las otras, por lo que no se necesita el vehículo privado.
<b>4. Sistema dinámico.</b>	La población evoluciona según las necesidades, por ello el modelo de movilidad debe adaptarse a estas necesidades y evolucionar a la misma vez que la población.

### ***Análisis de la movilidad.***

La caracterización de la movilidad conlleva analizar una serie de variables explicativas acerca de la población y grado de motorización.

- Las familias, número de personas por núcleo familiar
- La disponibilidad o no de vehículo privado
- Reparto modal
- Situación laboral de las personas del GAD
- Población por rangos de edad

El factor predominante en la actualidad es el vehículo privado, principalmente por los efectos que conlleva su uso en el resto de los elementos del modelo caracterizador de la movilidad.

La funcionalidad del transporte público viene condicionada por el uso del vehículo privado, un aumento del uso de este índice directamente en la eficiencia del autobús urbano, percibiendo el ciudadano más eficaz el vehículo privado (Ayuntamiento de Gijón, 2016).

### ***Evaluación de la movilidad.***

Se trata de un sistema de indicadores que permite evaluar cuantitativamente el grado de adecuación existente a las necesidades de los usuarios.

Determina la situación existente con el fin de presentar sugerencias a las entidades gubernamentales. Se debe elaborar un sistema de indicadores territoriales. (Aquellos que están destinados a medir las diferencias espaciales en la situación de cualquier fenómeno, y también aquellos que reconocen esas diferencias espaciales como consecuencia de la estructura espacial de la ocupación del suelo, redes de transporte, localización de recursos o tipologías residenciales).

El Sistema de Indicadores está compuesto de un conjunto de componentes que se derivaran directamente de los atributos de un modelo de movilidad sostenible, lo que proporciona consistencia conceptual al sistema de indicadores.

- Unos patrones de movilidad caracterizados por un bajo número de desplazamientos, especialmente los de largo radio, y un uso mayoritario de medios no motorizados.
- Un sistema de transporte público eficaz y espacialmente equitativo, que favorezca tanto o más la accesibilidad que la movilidad de la población y que garantice la conexión entre los desplazamientos a escala intra e interurbana.
- Un modelo urbano caracterizado por la densidad y mezcla de usos, que minimice la necesidad de desplazamientos de largo radio, y por el bajo impacto ambiental y social de las infraestructuras de transporte.

**Tabla 2.**

*Sistema de indicadores de movilidad.*

<b>Componente 1. Movilidad observada</b>	
Variables:	Desplazamientos no motorizados
	Desplazamientos en transporte público
	Medio de transporte según motivo
	Duración de los desplazamientos por motivo trabajo
	Duración media de los desplazamientos intra e interurbanos
<b>Componente 2. Sistema de Transporte público</b>	
Variables:	Dotación y calidad
	Distribución espacial:
	- Interconectividad
	- Accesibilidad
	- Intermodalidad
<b>Componente 3. Modelo urbano</b>	
Variables:	Densidad de población
	Fragmentación del espacio urbanizado
	Mezcla de usos del suelo
	Impacto infraestructuras 1: Consumo de espacio
	Impacto infraestructuras 2. Efecto barrero
	Impacto infraestructuras 3. Impacto social y ambiental

***Sistema de transporte.***

Según (Molinero & Sánchez, 2005; citados en (Latorre, 2016)), el sistema de transporte es un conjunto organizado de modalidades, coordinadas e interrelacionadas que logran una acción conjunta de movilidad eficaz, siendo la clave para el desarrollo socioeconómico de un país.

Un sistema de transporte es un conjunto de instalaciones físicas (redes y terminales), entidades de flujo (vehículos) y un sistema de control que permiten movilizar eficientemente personas y bienes satisfaciendo necesidades humanas de movilidad. Es decir, un sistema de transporte es un conjunto de entidades que permiten que las personas o cosas se puedan movilizar libremente y con seguridad (Velásquez, 2011; citado en (Latorre, 2016)).

*Análisis de los sistemas de transporte:* De acuerdo a Manheim, el análisis de los sistemas de transporte debe gravitar en:

1. El sistema global de transporte de una región debe ser visto como sistema multimodal simple. Por lo tanto, se debe considerar:

- Todos los modos de transporte.
- Todos los elementos del ST (personas y mercancías; los vehículos; la red de infraestructura incluyendo las terminales y puntos de transferencia).
- Todos los movimientos a través del sistema, incluyendo los flujos de pasajeros y mercancías desde todos los orígenes hasta todos los destinos.
- El viaje total, desde el origen al destino, en todos los modos y medios, para cada flujo específico.

2. El análisis del ST no puede separarse del análisis del sistema social, económico y político de la región. En efecto el sistema de transporte de una región relaciona:

- El sistema de transporte (T).
- El sistema de actividades (A).
- La estructura de flujos (F).

*Componentes físicos de un sistema de transporte:* Un sistema de transporte se compone primordialmente por:

- Vehículos: Son las unidades de transporte y su conjunto se describe como parque vehicular en el caso de autobuses, trolebuses y de equipo rodante en el transporte férreo.
- Infraestructura: Está compuesta por los derechos de vía en que operan los sistemas de transporte, sus paradas y/o estaciones, terminales de transbordo o normales, los garajes, depósitos, encierros o patios, los talleres de mantenimiento y reparación, los sistemas de control, tanto de detección del vehículo como de comunicación y señalización y los sistemas de suministro de energía.
- Red de transporte: Está compuesta por las rutas de autobuses, los ramales de los sistemas de colectivos y minibuses y las líneas de trolebús, tren ligero y metro que operan en determinada ciudad (Molinero & Sánchez, 2005).

*Planificación del transporte:* La planificación del transporte se define como un proyecto que estudia demandas presentes y futuras de la movilidad de personas y bienes. Estos proyectos están precedidos por estudios de movimientos y necesariamente involucran a los diferentes medios de transporte (Allen, 2011).

La planificación es la fase fundamental del proceso de desarrollo y organización del transporte, pues permite conocer los problemas, diseñar o crear soluciones y en definitiva optimizar y organizar los recursos, enfocándolos a atender la demanda de movilidad. En ella hay que destacar la importancia de asignar en los presupuestos los recursos necesarios para su realización.

Según, (Lavado Yarasca, 2014), la planificación del transporte es un proceso dinámico que permite decidir qué hacer para cambiar o prever una determinada realidad o problemática a un estado, del modo más eficiente y eficaz posible con la menor concentración de esfuerzos y recursos, en el cual se establece que el transporte es el proceso de:

**Tabla 3.**

*Planificación del transporte.*

<b>Establecimiento</b>	De una visión de lo que una comunidad quiere ser y como el sistema encaja en esta visión.
<b>Entendimiento</b>	De los tipos de decisiones que necesitan hacer para lograr esta visión.
<b>Evaluación</b>	De las oportunidades y limitaciones del futuro en la relación a las metas y las medidas de actuación del sistema deseado.
<b>Identificación</b>	De las cortas y largas consecuencias en la comunidad y en los usuarios del sistema de transporte de diferentes alternativas de diseño, aprovechando las oportunidades y respondiendo a las limitaciones.
<b>Relacionamiento</b>	De las alternativas de decisión a las metas, objetivos o las medidas de actuaciones establecidas para un área, agencia o empresa.
<b>Presentación</b>	De esta información a los responsables de la toma de decisión en una forma entendible y útil.
<b>Ayuda</b>	A los tomadores de decisión, estableciendo prioridades.

*Niveles de planificación del transporte:* Si la finalidad es lograr una adecuada planificación del transporte, se debe tomar en cuenta políticas de transporte, planes reguladores de uso de suelo y ocupación entre otros. Se tiene niveles de análisis de estado macro, meso y micro, los cuales determinan la planificación de resultados sostenibles, técnicos y políticos acordes a los objetivos de cada realidad.

- La alta administración define estrategias que se relacionan con los objetivos de largo plazo, para atender estos objetivos utiliza los medios que afectan al sistema en conjunto. Este nivel organizacional tiene que desarrollar el planteamiento estratégico para tomar decisiones estratégicas.
- La mediana administración desarrolla los planteamientos tácticos, que considera la ordenación de los grupos de recursos, para el mejor alcance de los resultados estratégicos y engloba a su vez el planteamiento operacional, el cual tiene que ver con los objetivos a corto y los medios por los cuales se alcanzaran.
- La baja administración aborda las operaciones diarias de la organización y sus objetivos son de alcance inmediato.

*Diferencia entre movilidad y transporte:* La principal diferencia entre los estudios de tráfico convencionales y los de movilidad, radica en que el primero le brinda mucha prioridad al vehículo privado, a diferencia del segundo que se acerca más a las necesidades del ciudadano común (Moreno, 2012).

**Tabla 4.***Esquema de cambios al pasar de tráfico a la movilidad.*

	<b>Tráfico</b>	<b>Movilidad</b>
<b>Objeto de estudio</b>	Flujos de vehículos y en todo caso de viajeros del transporte colectivo.	Todos los medios de desplazamiento de viajeros y de mercancías. Todas las situaciones de desplazamiento.
<b>Sujeto de estudio</b>	Conductores de vehículos, desplazamientos al trabajo.	Diferencias de los conflictos y oportunidades de los distintos sujetos de la movilidad. Desplazamientos de mercancías.
<b>Método de análisis</b>	Intensidades de flujos, parque de vehículos, infraestructuras.	Que midan no solo flujos y desplazamientos de todo tipo, sino percepciones y demandas latentes de todos los grupos sociales.
<b>Procedimientos de elaboración de los planes</b>	Meramente técnico y en el ámbito de los departamentos de vía pública, obras y urbanismo.	Participación de los diferentes agentes sociales. Consulta y coordinación con los distintos departamentos y administraciones.
<b>Técnicas de intervención</b>	Construcción o renovación de infraestructuras.	Gestión de la demanda. Multiplicidad de agentes involucrados.
<b>Métodos de evaluación y seguimiento</b>	Volúmenes de tráfico, niveles de congestión, ocupación de las plazas de aparcamiento.	Indicadores y parámetros explicativos revisados y ampliados.
<b>Instrumentos de gestión</b>	Programa de obras y gestión de un departamento de la administración.	Mecanismos de coordinación y toma de decisiones entre departamentos y de seguimiento ciudadano.

*Fuente: Movilidad y Ciudad del Siglo XXI, Montezuma, 2010.*

### 2.3 Marco Legal

El Consejo Superior Universitario de la Universidad Francisco de Paula Santander, estableció el Estatuto Estudiantil el día 26 de agosto de 1996 mediante el acuerdo No. 065, donde Artículo 38. Ningún estudiante podrá graduarse con promedio ponderado acumulado inferior a tres, uno (3.1).

Parágrafo: El Estudiante que haya aprobado el 80% de los créditos de su plan de estudios, podrá matricular adicionalmente proyectos académicos en áreas de investigación, aprobación del



30 Comité Curricular del plan de estudios respectivo, con el fin de mejorar su promedio ponderado acumulado, o de iniciar su proyecto de grado.

El proyecto se enmarca desde la Constitución Política de Colombia de 1991, la cual en su artículo 1º menciona que: “Colombia es un Estado Social de Derecho, fundado en el respeto de la dignidad humana, en el trabajo y la solidaridad de las personas que lo integran, y en la prevalencia del interés general”.

De igual forma, el artículo 2 de la misma establece en su segundo inciso que “Las autoridades de la República están instituidas para proteger a todas las personas residentes en Colombia, en su vida, honra, bienes, creencias, y demás derechos y libertades, y para asegurar el cumplimiento de los deberes sociales del Estado y de los particulares”.

Es decir que las autoridades de tránsito son las que realizan las actividades de control de las carreteras para el cumplimiento de las normativas reglamentadas en la circulación de las vías. El respeto por estas normas permite que se salvaguarden la vida y los bienes de quienes por ellas circulan, es decir que deben velar no solamente porque los ciudadanos cumplan con las normas de tránsito, sino que también deben velar porque las vías se encuentren en un excelente estado, con sus respectivas demarcaciones, señalizaciones y semáforos.

El artículo 24 de la precitada Constitución plantea: “todo colombiano puede circular libremente por el territorio nacional, con las limitaciones que establezca la Ley” y, en su Artículo 79 dicta que “todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano, y es deber del Estado protegerlo”. En este sentido, el Estado colombiano, y especialmente los alcaldes, gobernadores y autoridades de tránsito, deben brindar a los usuarios de las vías seguridad y éstos a su vez respetar las normas y reglamentación estipulada para su protección.

Ley 1503 del 29 de diciembre del 2011. La cual tiene por objeto definir lineamientos sobre “(...) formación de hábitos, comportamientos y conductas seguros en la vía y, en consecuencia, la formación de criterios autónomos, solidarios y prudentes para la toma de decisiones en situaciones de desplazamiento o de uso de la vía pública” y en la cual define la importancia de la seguridad vial. Ley 769 de 2002. Mediante el cual se expide el Código Nacional de Tránsito tiene como objetivo: “(...) la seguridad de los usuarios, calidad, oportunidad, cubrimiento, libertad de acceso, plena identificación, libre circulación, educación y descentralización”.

## 6. Viabilidad

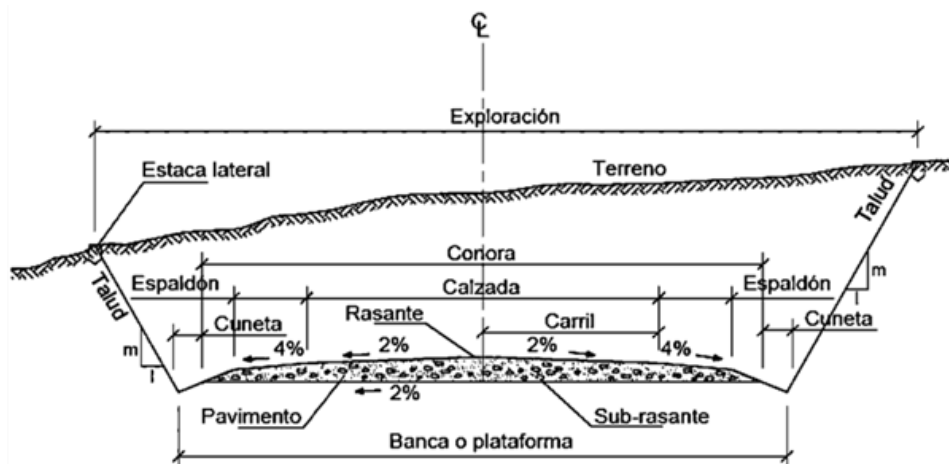
La infraestructura vial es un componente de gran importancia dentro del patrimonio de determinado lugar geográfico, considerando su vinculación directa con el desarrollo social y económico, pues permite la comunicación e interrelación entre centros poblados, así como el intercambio de bienes y servicios.

### 6.1 Vía

Es el espacio físico que posibilita el tránsito de vehículos o personas, permitiendo la conectividad entre dos o más zonas por medio de caminos, calles y carreteras ya sean de carácter público o privado.

### 6.2 Diseño Geométrico de Vías

Es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido la carretera queda geográficamente definida por el trazo de su eje en planta y en perfil.



**Figura 3.** Diseño geométrico de una vía.

**Tabla 5.***Definición de elementos de la vía.*

<b>Plataforma</b>	Zona de la calzada dedicada al uso de los vehículos (no peatones) formada por arcenes y calzada.	<b>Mediana</b>	Franja divisoria situada en mitad de una carretera, separara los dos sentidos del tráfico, impide el paso entre carriles de dirección contraria.
<b>Calzada</b>	Destinada a la circulación de vehículos, formada por carriles. Al no estar delimitados, tendrán tantos carriles como filas de automóviles quepan en paralelo.	<b>Carril</b>	Banda longitudinal en que se divide la calzada y cuya anchura permite la circulación holgada de un automóvil, no es necesario que estén delimitados por líneas.
<b>Arcén</b>	Banda longitudinal contigua a la calzada, no destinada al uso de automóviles salvo excepciones.	<b>Arcén Pavimentado</b>	Con capa de asfalto, alquitrán u hormigón.
<b>Acera</b>	Zona longitudinal destinada únicamente al tránsito de peatones.	<b>Arcén Transitible</b>	Aquel por el que pueden transitar únicamente los vehículos autorizados.
<b>Intersección</b>	Elemento de la infraestructura vial y de transporte donde se cruzan dos o más caminos.	<b>Zona Peatonal</b>	Son áreas de una población donde está restringida la circulación de vehículos motorizados.
<b>Paso a Nivel</b>	Es un cruce o intersección entre una vía férrea y una carretera o camino. Los trenes tienen siempre prioridad debido a que su inercia les impide detenerse con facilidad.	<b>Pavimentos</b>	Son estructuras que descansan sobre el terreno o subrasante, permitiendo el movimiento de los vehículos, constituida por una serie de capas (subbase, base y capa de rodadura).
<b>Glorieta o Rotonda</b>	Es un tipo especial de intersección caracterizado por que sus tramos se comunican a través de un anillo en el que la circulación es rotatoria alrededor de una isleta central.	<b>Corona</b>	Conjunto formado por la calzada y las bermas. El ancho de la corona es la distancia horizontal medida normalmente el eje entre los bordes interiores de las cunetas.
<b>Alcantarillas</b>	Son conductos cerrados, que se construyen por debajo del nivel de la subrasante, con el objeto de conducir hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrológicas, canales de riego, y escurrimiento superficial vial.	<b>Berma</b>	Franja longitudinal afirmada o no, comprendida entre el borde exterior, el arcén y la cuneta. Destinada al soporte lateral de la calzada para el tránsito de peatones, semovientes, estacionamiento ocasional y tránsito de vehículos de emergencia.
<b>Explanación</b>	Corresponde a la faja de terreno que ocupa la construcción de la	<b>Cuneta</b>	Zanjas de tipo trapezoidal o triangular, revestidas o no, sirven

---

	vía, desde los bordes extremos de los laterales.		para recoger el agua que se escurre por la calzada y los taludes.
<b>Derecho de Vía</b>	Faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento y futuras ampliaciones, si la demanda de tránsito así lo exige.	<b>Taludes</b>	Importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, influyen en el costo de mantenimiento, deben diseñarse con la menor pendiente.

---



### 6.3 Pavimentos

Se denomina pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas de tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones necesarias para un adecuado funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento aun en condiciones húmedas.

**Tabla 7.**

*Tipos de pavimento.*

<b>Tipo</b>	<b>Composición</b>	<b>Costo</b>	<b>Vida Útil</b>	<b>Mantenimiento</b>
<b>Pavimento Rígido</b>	Se compone de losas de concreto hidráulico que en algunas ocasiones presenta un armado de acero	Costo inicial más elevado que el flexible	Varía entre 20 y 40 años	El mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas.
<b>Pavimento Flexible</b>	Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la sub-base.	Resulta más económico en su construcción inicial	Entre 10 y 15 años	Requiere mantenimiento constante para cumplir con su vida útil

**Evaluación de pavimentos.** El Laboratorio de Investigación Ingenieril de Construcción del Cuerpo de Ingenieros de la Fuerza Armada de los EE.UU (USACERL, 2018), desarrollo e implemento en 1980 un sistema de Evaluación y Administración de Pavimentos llamado PAVER. El sistema PAVER utiliza el Índice de Condición del Pavimento (PCI). El PCI, es un

método de graduación repetible para identificar la condición presente del pavimento, provee una medida consistente de la integridad estructural del pavimento y su condición funcional-operacional graduándole de 0 a 100. Este índice es función de la densidad de las fallas en el área estudiada y del valor de deducción del pavimento por efectos de cada tipo de falla y de cada nivel de severidad.

**Tabla 8.**

*Fallas en el pavimento flexible.*

Nº	Causas
1	Fin del período de diseño original y ausencia de acciones de rehabilitación mayor durante el mismo. En este caso la falla es la prevista o esperada.
2	Incremento del tránsito con respecto a las estimaciones del diseño de pavimento original.
3	Deficiencias en el proceso constructivo, bien en procesos como tal como en la calidad de los materiales empleados.
4	Diseño deficiente (errores en la estimación del tránsito o en la valoración de las propiedades de los materiales empleados).
5	Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias).
6	Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo.
7	Insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos.

*Fuente: Análisis mecanicista para evaluar el pavimento de la trocha 12 - vía de acceso al Pozo Trogon, Municipio de Guamal – Meta. Izquierdo Velásquez (2019).*

**Causas del surgimiento de fallas.** Durante la vida de servicio de un pavimento, causas de diverso origen afectan la condición de la superficie de rodamiento, lo cual compromete su función de ofrecer a los usuarios la posibilidad de un rodaje seguro, cómodo y económico. Entre las causas de falla de un pavimento se pueden mencionar:

*Fallas funcionales:* El defecto se presenta en la superficie de la capa asfáltica y las acciones de reparación se dirigen a la corrección de la fricción (seguridad), o al restablecimiento de la rugosidad o regularidad (comodidad), lo cual se logra con la colocación de capas asfálticas de bajo espesor que no contribuyen desde el punto de vista estructural (Corros et al., 2009).



*Fallas estructurales:* Tienen su origen en defectos en una o más de las capas que conforman la estructura del pavimento, están destinadas a resistir y compartir los esfuerzos impuestos por el tráfico, de manera que a nivel de sub-rasante o suelo lleguen los menores esfuerzos y lo más distribuido posible. La corrección va dirigida al refuerzo de la estructura, donde se coloca una capa cuyo espesor es calculado en función de las cargas de tráfico previstas en un período de tiempo (Corros et al., 2009).

**Tabla 9.**

*Fallas*

<b>Falla</b>	<b>Tipo-Nombre</b>	<b>Unidad</b>
1	Grietas de piel de cocodrilo	m <sup>2</sup>
2	Exudación de asfalto	m <sup>2</sup>
3	Grietas de contracción (Bloque)	m <sup>2</sup>
4	Elevaciones - Hundimiento	m
5	Corrugaciones	m <sup>2</sup>
6	Depresiones	m <sup>2</sup>
7	Grietas de Borde	m
8	Desnivel Calzada Hombrillo	m
9	Grietas Longitudinales y Transversales	m
10	Baches y Zanjas Reparadas	m <sup>2</sup>
11	Agregados Pulidos	m <sup>2</sup>
12	Baches o Huecos	m <sup>2</sup>
13	Cruce de rieles	m <sup>2</sup>
14	Ahuellamiento	m <sup>2</sup>
15	Deformación por empuje	m <sup>2</sup>
16	Hinchamiento	m <sup>2</sup>
17	Disgregación y Desintegración	m <sup>2</sup>

## 7. Señalización Vial

La comunicación vial responde a la necesidad de organizar y brindar seguridad en caminos, calles, pistas o carreteras. La vida y la integridad de quienes transitan por dichas vías dependen de lo que la señalización indique, de la atención que se le preste y de la responsabilidad de asumir lo que ordenen. En ese sentido, El lenguaje vial: el lenguaje de la vida guía tanto a transeúntes como a conductores por el camino de la seguridad y la prevención de cualquier tragedia.

El emisor y el receptor pueden entenderse entre sí porque comparten el mismo lenguaje, es decir, el mismo código, lo que significa que ambos conocen todos los signos y sus correspondientes significados. Es por eso por lo que dos personas que hablen idiomas diferentes no se entienden, pues cada una emplea un código distinto.

Aplicando lo anterior a la vía de tránsito, es fácil comprender que: la señalización es en lenguaje especial para comunicar ciertos mensajes a los usuarios que transitan por la vía. De acuerdo con lo anterior:

- El emisor es el elemento donde está aplicado el signo
- El mensaje es el significado del signo
- El receptor es el usuario (automovilista, peatón, ciclista, etc.)

Quiere decir que, con cada señal, la vía está hablando, comunicando algo a quien la transita.

## 7.1 Señalización Horizontal

Son aquellas marcas efectuadas sobre la superficie de la vía, tales como líneas, símbolos, mensajes u otras indicaciones describiéndose su función, propósito y características.

Deben satisfacer las siguientes condiciones mínimas para cumplir su objetivo: debe ser necesaria, debe infundir respeto, debe ser legible y fácil de entender, debe dar tiempo suficiente al usuario para reaccionar adecuadamente, debe cumplir con la normativa en cuanto a colores, materiales, medidas etc. debe ser creíble.

### **Aspectos de señalización.**

Deben satisfacer determinadas condiciones respecto de los siguientes aspectos:

***Diseño:*** El diseño de la señalización horizontal debe cumplir:

- Su contraste, tamaño, forma, colores, composición y retro-reflectividad o iluminación, se combinen de tal manera que llamen la atención de todos los usuarios.
- Su forma, colores, diagramación y tamaño del mensaje se combinen para que este sea claro, sencillo e inequívoco.
- Su tamaño y legibilidad permitan un tiempo adecuado de reacción.
- Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señala, contribuyendo a su credibilidad y acatamiento.
- Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día, la noche y períodos de visibilidad limitada.

*Ubicación.* Toda señal debe ser ubicada de tal manera que atraiga oportunamente la atención de los usuarios. Un conductor que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, debe contar siempre con el tiempo suficiente para: distinguirla, entenderla y escoger la acción a realizar.

*Conservación y mantenimiento.* Toda señalización tiene una vida útil que, de acuerdo a los materiales utilizados en su fabricación, la influencia del medio ambiente, de agentes externos y de actos vandálicos. Por ello, resulta imprescindible se cuente con un inventario de ellas y un programa de mantenimiento e inspección que asegure su oportuna limpieza, reemplazo o retiro.

*Justificación.* Se debe usar la cantidad necesaria de señales, ya que por el lado contrario si uso es excesivo reduce su eficacia, produciéndose una contaminación visual.

*Simbología.* Por lo general se prefiere utilizar señales con mensajes simbólicos, en lugar de textos; ya que el uso de símbolos facilita una rápida comprensión del mensaje.

### **Requisitos Específicos.**

Podemos citar como especificaciones el estándar mínimo aceptable.

- Debido a que la señalización horizontal se ubica en la calzada, nos da la ventaja de transmitir su mensaje al conductor sin distraer su atención de la vía en la que se encuentra circulando, facilidad que no poseen otros tipos de señales, pero se debe citar como su desventaja que su visibilidad se ve afectada por neblina, lluvia, polvo, alto tráfico y otros.
- En general todas las vías públicas y privadas, urbanas y rurales donde la capa de rodadura permita la señalización horizontal, deben regirse al capítulo respectivo en el reglamento.

***Función.*** Constituye un elemento de mucha importancia en el tránsito vehicular y peatonal, porque su función es regular la circulación, guiar a los usuarios o advertirlos de peligros que existan en las vías “Pueden utilizarse solas y/o junto a otros dispositivos de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz dispositivo para comunicar instrucciones a los conductores.

### **Clasificación Según su forma.**

- a) Líneas longitudinales. Son las que se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y, para carriles de uso exclusivo de tipos de vehículos determinados.
- b) Líneas Transversales. Se emplean en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

### **Complementos de señalización horizontal.**

Son aquellas señales de más de 6 mm y hasta 200 mm de altura, que se usan para complementar la señalización horizontal. En virtud de que son señales elevadas aumentan su visibilidad y más aún cuando son iluminadas por las luces de los vehículos en circulación.

***Materiales.*** Existe una infinidad de materiales para señalar, con diversidad de costos, duración y métodos de instalación, siendo responsabilidad exclusiva de las instituciones o empresas encargadas de su adquisición el verificar ciertas características como la degradación del color durante su vida útil, contaminación ambiental, tipo de pavimento y el soporte al flujo vehicular.

***Para señalización horizontal.*** El material utilizado debe ser resistente y antideslizante, es aplicado en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxicos, cintas preformadas, entre otros, las características principales son: su uniformidad respecto a las dimensiones, diseño, símbolos, caracteres y colores.

La señalización horizontal debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos de espesor para su aplicación.

- MINIMO ZONA URBANA 300 (micras) en seco
- MINIMO ZONA RURAL 250 (micras) en seco

***Dispositivos Complementarios.*** Son conocidos como: demarcadores (tachas u “ojos de gato”, bordillos montables, encauzadores), reductores de velocidad, entre otros. Por lo general son dispositivos plásticos de alta densidad, cerámicos, hormigón o metálicos entre otros materiales. Las caras que enfrentan al tráfico deben tener material retro reflectivo y/o fosforescente.

### ***Características básicas.***

**Mensaje.** El mensaje que emite la señalización horizontal es a través de líneas, símbolos y leyendas colocados sobre la superficie de la vía. Causan un efecto inmediato y sus mensajes son complementarios a los existentes en la señalización vertical.

Estas señalizaciones presentan ciertas limitaciones.

- son detectadas a menor distancia que las señales verticales.
- sí existe sedimentos en la vía, generalmente son ocultadas.
- sí existe presencia de agua, polvo o neblina su visibilidad se reduce.

- son sensibles al tránsito, a las condiciones ambientales, climáticas, al estado y características de la superficie de la calzada, por lo que requieren mantenimiento más frecuente que otras señales.

**Ubicación.** “La ubicación de la señalización debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada”, deberá cumplir los siguientes objetivos:

- Indicar el inicio, tramo o fin de una restricción o autorización, para lo cual mencionada señalización debe ser ubicada en el lugar específico donde se requiera.
- Advertir o informar sobre las acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

**Dimensiones.** Dependerá de la velocidad máxima de la vía en que se ubican. Éstas se detallan para cada caso en las siguientes secciones. Si se requiere mejorar la visibilidad de una señalización, tales dimensiones pueden ser aumentadas, siempre que un estudio técnico lo justifique, y que las leyendas y símbolos mantengan sus proporciones.

En la siguiente ilustración se señalan las tolerancias aceptadas en las dimensiones de señalizaciones.

**Tabla 10.**

*Tolerancias máximas en las dimensiones de señalización.*

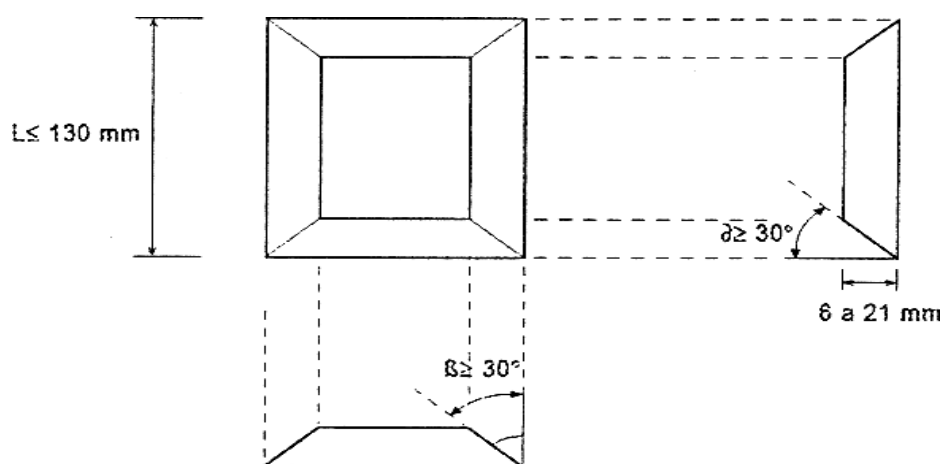
<b>Dimensión</b>	<b>Tolerancia Permitida</b>
Ancho de línea	±3%
Largo de una línea segmentada	±5%
Dimensiones de símbolos y letras	±5%
Separación entre líneas adyacentes	±5%

Fuente: Roberto Gavilanes (2013)

a) Podemos citar que, en términos generales, la señalización recién aplicada debe presentar bordes nítidos, alineados y sin deformaciones, de tal manera que sus dimensiones queden

claramente definidas. Si se da el caso que una señalización es aplicada sobre otra existente con anterioridad, esta última debe quedar completamente cubierta.

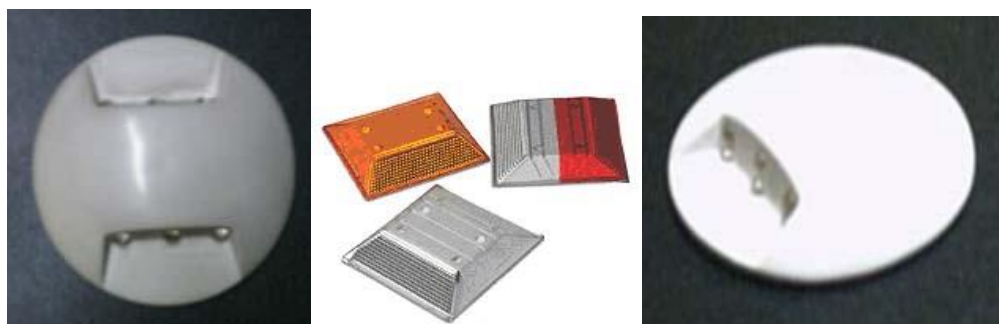
c) Tratándose de señalización complementaria “ojos de gato, tachas”, su lado mayor o el diámetro de su base, debe ser de 100 mm con tolerancia de  $\pm 5$  mm; con altura de 17,5 mm con tolerancia de  $\pm 2,5$  mm. Además, ninguna de sus caras debe formar un ángulo mayor a  $60^\circ$  con la horizontal.



L: Lado mayor o diámetro base.  
 $\alpha$ : Ángulo entre cara tacha y vertical.

**Figura 4.** Diámetro de ojos de gato, tachas.

*Fuente: Gavilanes (2013)*



**Figura 5.** Demarcadores (ojos de gato, tacha)

*Fuente: Gavilanes (2013)*





**Figura 6.** Bordillos Montables.

*Fuente: Gavilanes (2013)*

### Retroreflexión

- Es indispensable que las señales sean visibles en cualquier hora del día y bajo cualquier condición climática por lo cual, y de manera general se utilizan las microesferas de vidrio las mismas que garantizan el efecto espejo al iluminarlas con las luces de los vehículos, niveles más altos de retro reflexión aseguran mayor contraste y mejor visibilidad.
- En nuestro país existe la NTE INEN 1 042 vigente la misma que establece los valores mínimos de retro reflexión.

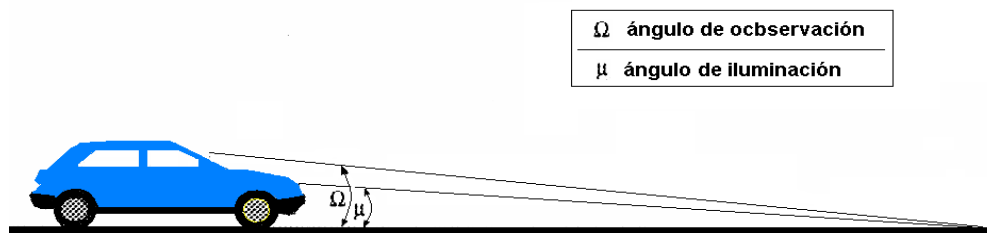
**Tabla 11.**

*Niveles mínimos de retro reflexión en pinturas sobre pavimento (mcd/lux – m<sup>2</sup>).*

VISIBILIDAD	Ángulos		Colores	
	iluminación	OBSERVACION	BLANCO	AMARILLO
A 15.00 m	3,5 °	4.5°	150	95
A 30.00 m	1.24°	2.29°	150	70

*Fuente: Gavilanes (2013).*

NOTA: Para los colores verde y azul a utilizarse en zonas de estacionamiento tarifado, no será necesario que presenten retro reflexión.



**Figura 7.** Ángulos de iluminación y observación.

*Fuente: Gavilanes (2013).*

Al tratarse de señalización complementaria, la superficie retro reflectante tiene que ser siempre de al menos 10 cm<sup>2</sup>. Si el elemento instalado llegara a perder parte de dicha superficie y el mínimo señalado, no sea posible de alcanzar, puede ser conveniente instalar un elemento nuevo frente al deterioro, sin necesidad de retirar este último.

### **Color.**

a) Las líneas demarcadas sobre la calzada en general son blancas y amarillas. Estos colores deberán ser uniformes a lo largo de la señalización.

b) Las señalizaciones complementarias (tachas-ojos de gato) pueden ser blancas, amarillas, o rojas.

### **Contraste.**

a) Para la adecuada visibilidad diurna de una señalización se requiere que ésta se destaque la superficie de la vía, por ello se define una relación de contraste mínima entre la señalización y el pavimento. “Con frecuencia el color original del pavimento tiende a cambiar con el tiempo, por el desgaste de la superficie y en el caso de pavimentos de asfalto, por el envejecimiento del material. Debemos considerar que los pavimentos de mezcla asfáltica tienden con el tiempo a cambiar de color negro a gris.

La relación de contraste mínima  $R_c$  es 1,7.

$$R_c = (\beta \text{ señalización} - \beta \text{ pavimento}) / \beta \text{ pavimento}$$

$\beta$  = Factor de Luminancia

b) De no existir este valor mínimo, podríamos utilizar la alternativa de colocar un color negro como fondo de la señalización requerida, el que deberá exceder de esta última en al menos 50 mm en todas las direcciones.

**Resistencia al deslizamiento.** Al igual que la capa de rodadura, la señalización debe ser resistente al deslizamiento suficiente para que los vehículos circulen sobre ella sin riesgo.

Condición que física y directamente está relacionada con su coeficiente de fricción, ya que la resistencia al deslizamiento es producto de ese coeficiente por la fuerza normal que ejerce el vehículo al pasar sobre la señalización.

Por lo dicho anteriormente, el coeficiente de fricción de las señalizaciones debe ser siempre:

- Mayor o igual que 0,40 en vías urbanas.
- Igual o superior a 0,45 en vías rurales

**Líneas longitudinales.** Son las empleadas para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar y/o estacionar; impresas en material reflectivo a lo largo de la calzada, pueden ser empleadas para delinear carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos; y, para advertir la aproximación a un cruce cebra.

### **Características.**

**Mensaje.**- las líneas longitudinales señalan los sectores donde se permite o prohíbe adelantar, virare en "U" o virar a la izquierda o donde se prohíbe estacionar.

**Forma.**-pueden ser continuas, segmentadas y zigzag, las continuas independiente de su color amarillo o blanco indican sectores donde está prohibido estacionar o efectuar las maniobras de rebasamiento y giros, engeneral la línea continua no debe ser traspasada ni se debe circular sobre ella , y las segmentadas, indican que pueden ser traspasadas y donde dichas maniobras están permitidas.

**Colores.** Los colores para la señalización horizontal sobre el pavimento deben cumplir los siguientes conceptos básicos:

#### *Líneas amarillas definen:*

- Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas (líneas centralesdobles sobre calzadas de múltiples carriles).
- Restricciones (Líneas de barrera, que indican prohibición de cruzar).
- Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre)
- Isletas de tránsito.

#### *Líneas blancas definen:*

- La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.
- Línea de borde de pavimento.
- líneas canalizadoras.
- Proximidad a un cruce cebra

- Aproximaciones a obstrucciones.

**Línea azul definen:**

- Zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

**Dimensiones.** De acuerdo con la normativa INEN se establece que “Las dimensiones de las líneas longitudinales deben ser:

- Una línea continua de color amarillo prohíbe el cruce o rebasamiento.
- El ancho mínimo de una línea es de 100 mm y máximo de 150 mm.
- Doble línea continua (línea de barrera). Son dos líneas continuas de color amarillo, con separación igual al ancho de la línea a utilizarse, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- Una línea segmentada. Consiste en segmentos pintados separados por espacios sin pintar; e indica una condición permisiva, donde se puede rebasar.
- Las líneas segmentadas pueden ser adyacentes o pueden extender las líneas continuas.
- En el caso de señalizaciones complementarias (tachas) el color indica lo señalado en la parte anterior correspondiente a tachas”

**Líneas de separación de flujos opuestos.** Son de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos.

Generalmente son ubicadas en el centro de dichas calzadas; sin embargo, cuando la asignación de carriles no es asimétrica para cada sentido de circulación, dicha ubicación no coincide con el eje central.

Cuando existen juntas de construcción en la calzada, es conveniente desplazarlevemente estas líneas para asegurar una mayor duración de estas.

Dada la importancia de esta línea en la seguridad del tránsito, ella debe señalizarse siempre y cuando se cumpla los siguientes requisitos, constantes en el Reglamento.

- en vías rurales con ancho de calzada mínima de 5,60 m y con un TPDA de 300 vehículos o más.
- en vías urbanas con un ancho de calzada mínima de 6,80 m, siempre que exista prohibiciones de estacionamiento laterales y con un TPDA de 1500 vehículos o más.

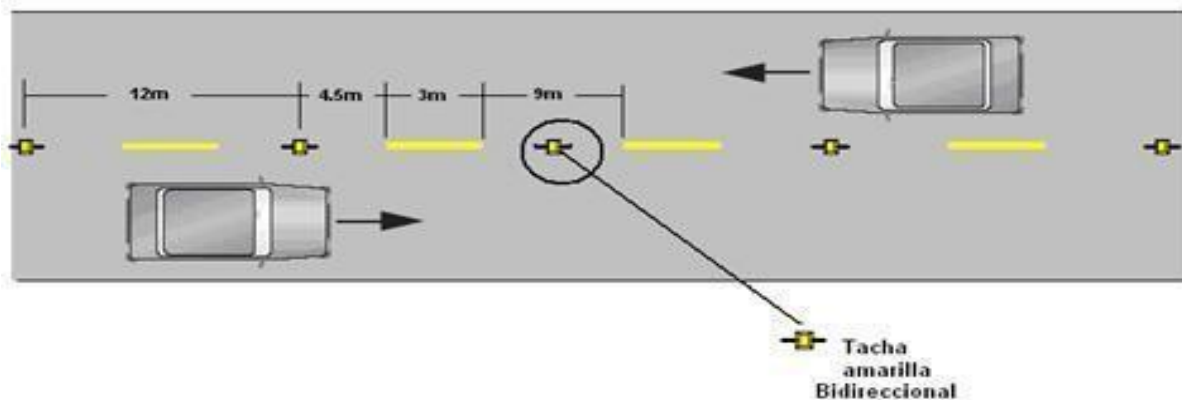
**Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.** Estas líneas deben ser color amarillo, siempre que haya seguridad pueden ser traspasadas, por lo general se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes.

**Tabla 12.**

*Relación línea de separación de circulación opuesta.*

Velocidad Max de la vía(KM/H)	Ancho de la línea(mm)	Patron (m)	Relacion señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12.00	3-9
Mayor a 50	150	12.00	3-9

*Fuente: Gavilanes (2013).*



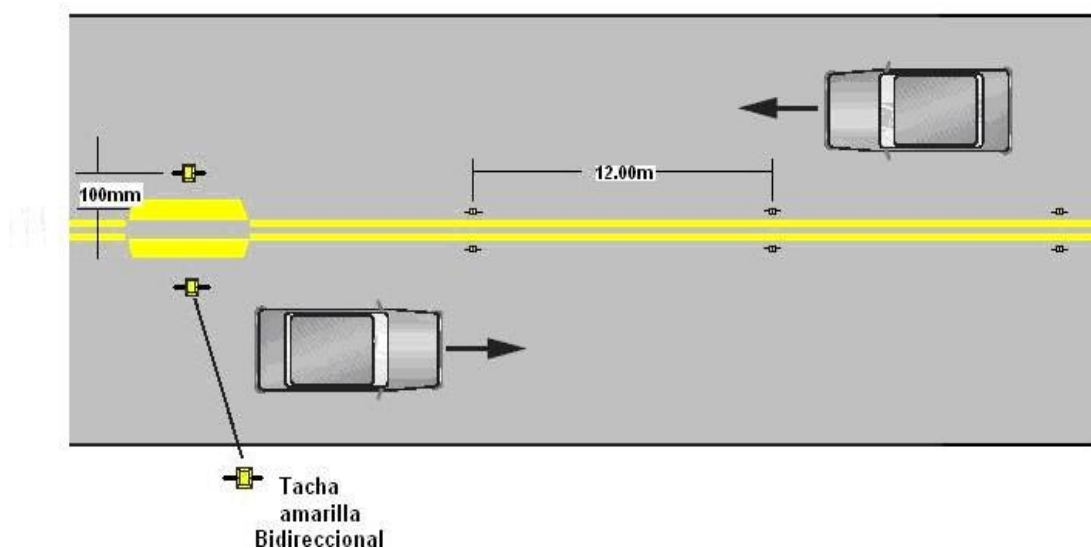
**Figura 8.** Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.

*Fuente: Gavilanes (2013).*

En una vía de baja velocidad ( $\leq 50$  km/h) para señalizar se utilizará una línea de 100 mm de ancho, con un patrón de 12,00 m y una relación de 3 - 9, es decir 3,00 m pintados y 9,00 m de separación.

Si el lugar donde se va a ubicar las señalizaciones presenta condiciones adversas como visibilidad escasa será necesario colocar tachas de color amarillo

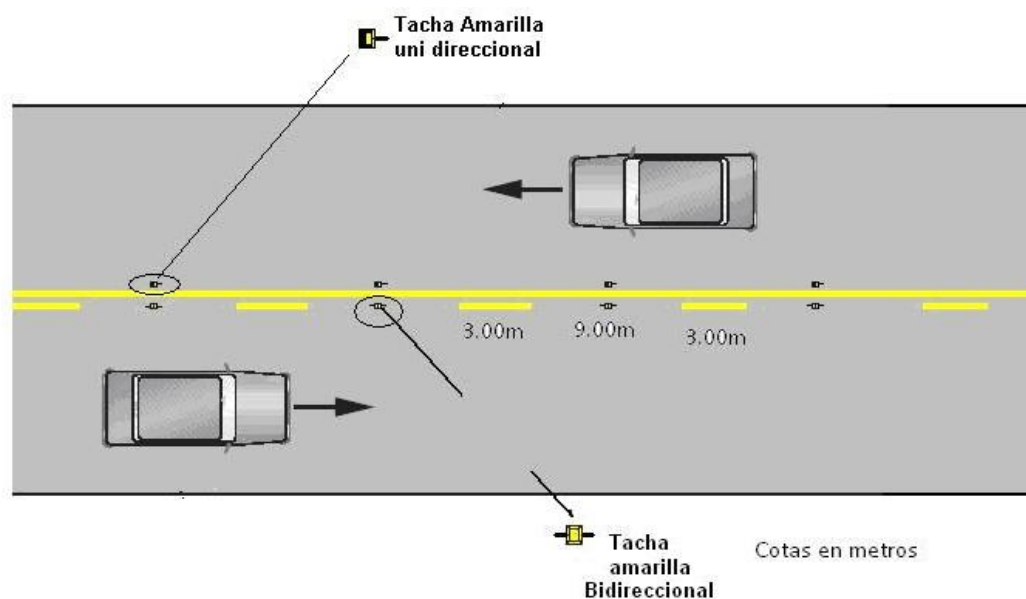
**Doble línea continua** (línea de barrera). Son dos líneas paralelas de color amarillo se utilizan para la separación de carriles de circulación opuesta, de un ancho de 100 a 150 mm con tachas a los costados, separadas por un espacio de 100 mm.



**Figura 9.** Doble línea continua (línea de barrera), con ejemplo de tachas a 12,00 m

*Fuente: Gavilanes (2013).*

**Doble línea mixta.** Es un conjunto de líneas amarillas paralelas, una continua y la otra segmentada, de un ancho mínimo de 100 mm cada una, separadas por un espacio de 100 mm. Los vehículos siempre que exista seguridad pueden cruzar en el sentido de la discontinua y la prohibición de hacerlo de la en sentido de la continua a la discontinua.



**Figura 10.** Doble línea mixta: continua y segmentada.

*Fuente: Gavilanes (2013).*

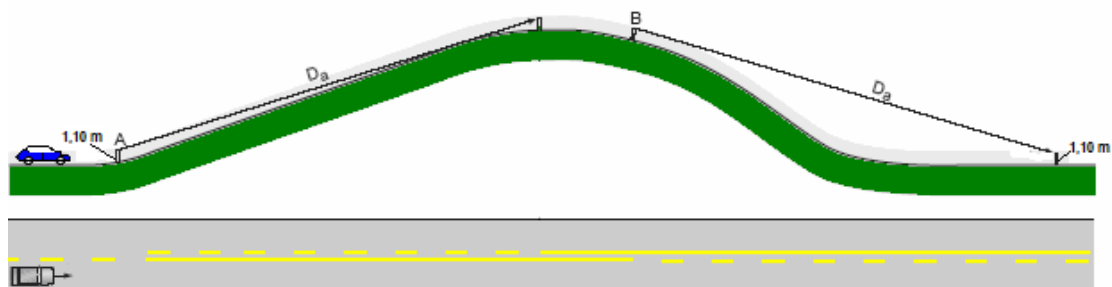
**Zonas de NO REBASAR.** Estas zonas están delimitando longitudinalmente lossitios en los cuales está prohibido el adelantamiento en uno u otro sentido o en ambos a la vez, deben ser definidas cuidadosamente conforme a los criterios especificados a continuación:

Las zonas de NO REBASAR deben ser establecidas, además de los lugares que específicamente señala el Reglamento de Aplicación de la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, en todos aquellos sitios en los que exista una distancia de visibilidad de rebasamiento menor a la distancia de rebasamiento mínimo. “Esta última distancia es la necesaria para que el vehículo abandone su carril, pase al vehículo que lo precede y retorne a su carril en forma segura, sin afectar la velocidad del vehículo rebasado ni la de otro que se desplace en sentido contrario por el carril utilizado para el rebasamiento”.

Tratándose de curvas verticales la distancia de visibilidad de rebasamiento es la máxima distancia a lo largo de la cual un objeto que se encuentra 1,10 m por encima de la superficie del



pavimento puede ser visto desde un punto, también a 1,10 m por encima del pavimento, como se ilustra.



**Figura 11.** Zonas de NO REBASAR en curva vertical

*Fuente: Gavilanes (2013).*

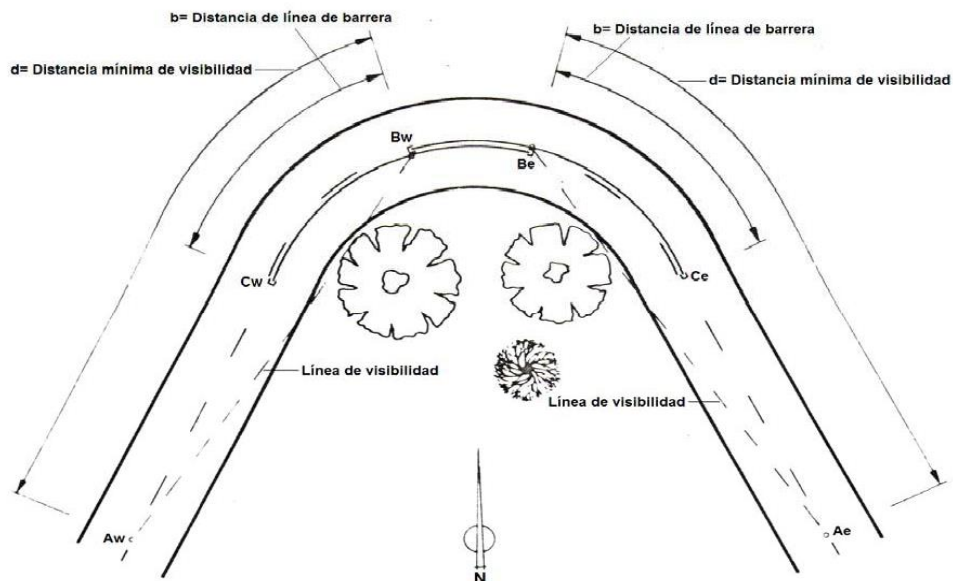
La distancia de visibilidad de rebasamiento en una curva horizontal es aquella que se mide a lo largo del centro del carril más a la derecha en el sentido de circulación, entre dos puntos que se encuentran 1,10 m sobre la superficie del pavimento, en la línea tangencial al radio interno u otra obstrucción que recorte la visibilidad dentro de la curva.

**Tabla 13.**

*Distancia de rebasamiento mínimo, según la AASHTO, para autopistas y calles.*

Velocidad de diseño (Km/h)	Distancias mínimas de rebasamiento (m)
30	80
40	110
50	140
60	180
70	240
80	290
90	350
100	430

*Fuente: Gavilanes (2013).*



**Figura 12.** Zonas de NO REBASAR en curva horizontal.

*Fuente: Gavilanes (2013).*

Por facilidad la distancia de visibilidad de rebasamiento es medida a través de la línea del carril central, no será de mayor importancia tomar en cuenta las pequeñas diferencias entre curvas derechas o izquierdas.

Ejemplo: Para una curva a la derecha, el vehículo que rebasa está en la parte de afuera de la curva y, para una curva a la izquierda está dentro de la misma.

Las demarcaciones para curvas verticales son directamente análogas con las curvas horizontales.

### **Líneas de pare.**

Pueden demarcarse a través de un carril o carriles que se aproxima a un dispositivo de control de tránsito, lugar en el cual el conductor de manera obligada deberá detenerse antes de ingresar

a la vía prioritaria para reanudar la marcha con seguridad; estos dispositivos comprenden los siguientes:

Línea de pare en intersección con señal vertical de pare. Esta línea se demarca siguiendo la alineación de la proyección de los bordillos hacia el interior de la vía, donde se obliga o se necesita detener el tráfico.

### **Retro reflectividad e iluminación.**

De la misma manera se comprobará que cumpla su objetivo realizando pruebas de retro reflectividad, de modo que puedan verse sus colores y forma, tanto en la noche como en el día.

**Señal de PARE.** Su instalación es obligatoria en las aproximaciones a las intersecciones, donde una de las vías tiene prioridad con respecto a otra, y obliga al conductor a parar al vehículo frente a esta señal antes de entrar a la intersección.

- Leyenda y borde retro reflectivo blanco
- Fondo retro reflectivo rojo



**Figura 13.** Imagen señal de Pare.

*Fuente: Google.*

Su propósito es ordenar a los conductores que detengan completamente su vehículo y que reanuden la marcha sólo cuando puedan hacerlo en condiciones seguras y que no exista posibilidad de darse un accidente.

El sitio de detención debe permitir al conductor buena visibilidad sobre la vía prioritaria para poder reanudar la marcha con seguridad.

“Cuando existen vías unidireccionales de dos o más carriles o cuando la visibilidad de la señal se vea obstaculizada, ésta debe ser reforzada, instalándola también al costado izquierdo, o bien, utilizando una de mayor dimensión. En las intersecciones, la señal debe instalarse tan cerca como sea posible al sitio de conflicto del borde de la intersección de las calzadas.

**Ceda el paso.** Se utiliza en aproximaciones a intersecciones donde el tráfico que debe ceder el paso tiene una buena visibilidad sobre el tráfico de la vía mayor (principal).

- Leyenda negra
- Borde rojo retro reflectivo
- Fondo blanco retro reflectivo



**Figura 14.** Señal de tránsito ceda el paso

*Fuente: Google.*

Indica a los conductores que deben ceder el paso a los vehículos que circulan por la vía a la cual se aproximan sin necesidad de detenerse, si en el flujo vehicular por dicha vía existe un espacio suficiente para cruzarla o para incorporarse con seguridad.

“Cuando existen vías unidireccionales de dos o más carriles o cuando la visibilidad de la señal se vea obstaculizada, ésta debe ser reforzada, instalándola también al costado izquierdo, o bien, utilizando una de mayor dimensión.

Se usa en los siguientes casos:

- a) Para el control de tránsito en sitios como intersecciones canalizadas, aberturas centrales sobre vías con parterre y en redondeles.
- b) En un extremo de secciones cortas de calzadas de una vía, incluyendo puentes de una vía, y en soluciones similares y c. Se utiliza en aproximación a intersecciones donde el tránsito que va a ceder el paso tiene una buena visibilidad sobre el tránsito de la vía principal.
- c) Cuando el diseño geométrico de un carril de aceleración es tal que no permite la incorporación directa al tráfico principal.

**Una vía izquierda o derecha.** Señalización que obliga a los conductores a circular solo a la izquierda o a la derecha dependiendo el sentido en el que se encuentren las flechas de las señales.

- Flecha y borde blanco retro reflectivo
- Leyenda y fondo negros



**Figura 15.** Señal de tránsito una vía.

*Fuente: Google.*

**Doble vía.** Esta señal se utiliza para indicar que en una vía el tránsito puede fluir en dos direcciones. Debe ubicarse en el comienzo de una calzada o calle de doble sentido de circulación.

- Leyenda y fondo negro mate
- Flecha y borde blanco retro reflectivo



**Figura 16.** Señal de tránsito doble vía.

*Fuente: Google.*

## Conclusiones

El beneficio técnico de la implementación de un inventario vial y de puntos críticos nos permite generar una Herramienta de Gestión de los Municipios para el departamento de norte de Santander, que nos permite determinar la cantidad y condición de los activos de infraestructura vial, dispositivos de control y sistemas de drenaje administrados por la secretaria de vías del departamento. así como determinar los activos que aún se requieran para brindar un mejor servicio a la población de los municipios de gramalote y Lourdes, principalmente a las veredas el zumbador y el talquito, El beneficio económico de la implementación de un inventario vial es la de poder valorizar los activos en Infraestructura vial, Dispositivos de control y Sistema de drenaje para el departamento, que permita proyectar ganancias y/o pérdidas con respecto al presupuesto destinado, y al mantenimiento y estado de los recursos gestionados.

Se obtuvo información de la existencia in situ del sistema vial de la tramo vial de estudio lo cual se muestra a continuación; Con la relación a la señalización vertical se encontraron 29 señales reglamentarias, 3 señales preventivas y 11 señales informativas de las cuales el 80% de estas necesitan de una reparación y el 20% de estas necesitan de un mantenimiento Así mismo, se encontraron en señalización horizontal 19 marcas en el pavimento y 6 resaltes tipo giba (reductor de velocidad) los cuales necesitan de una rehabilitación; En pavimento flexible un total de 3700 metros lo cual representan aproximadamente el 76% del total de la longitud de la red vial de estudio En pavimento rígido un total de 700 metros lo cual representa el 13% y 1500 En las vías no pavimentadas se reportó un total de 5900 metros.

Los daños encontrados en pavimento flexible fueron en un 13% piel de cocodrilo, 30% fisuras longitudinales, 24% fisuras transversales, 9% ahuellamiento, 11% huecos y 13% en

reparaciones. El ahuellamiento y huecos fueron considerados como puntos que pueden ser generadores de accidentes de tránsito. Los daños encontrados en pavimento rígidos fueron en un 6% ahuellamiento, 25% desniveles, 13% despostillamiento, 3% desprendimiento, 25% fisuras de esquina, 4% en fisuras oblicuas, 7% fisura transversal y 17% en huecos.

El Inventario vial nos permite valorizar los activos del sistema de vías secundarias según la condición encontrada actualmente lo cual permitió realizar a partir de la obtención de datos del estado actual del corredor vial de estudio en función a la información de los activos que se encuentran en la Infraestructura vial, Dispositivos de control y sistema de drenaje para elaborar un presupuesto a corto plazo que permita realizar una planificación y programación anual para actividades de mantenimiento rutinario y periódico del corredor vial de esta zona del departamento de Norte de Santander.

Las obras de drenaje especialmente las cunetas y berma cunetas se encuentran en un estado regular de acuerdo con las condiciones de conservación vial, la mayoría de estas se encuentran colmatadas, así mismo los box culvert que encontramos en el tramo vial de estudio en su gran mayoría carece de un adecuado mantenimiento ya que por desechos y basuras lo cual inhabilita el buen funcionamiento, también encontramos zonas donde se hace necesario a futuro la reconstrucción de cunetas y la construcción de nuevos puntos para evitar el daño producido por el agua.

Los trabajos oportunos de mantenimiento y rehabilitación destinado a infraestructura vial, señalización y sistema de drenaje permitirá a los municipios y veredas del tramo vial de estudio, una mayor reducción a los costos de mejoramiento de las vías secundarias, ya que prolongar el tiempo para realizar estos trabajos pasaran a realizar trabajos de reconstrucción.



## **Recomendaciones**

Se recomienda una inspección permanente del sistema vial. Ubicado en el tramo vial de estudio para el ingreso a las veredas, lo que permite desarrollo, seguridad y calidad. Servicios de transporte prestados en la red viaria a cargo de los municipios que intercomunican esta zona, donde Permitirá mantener el nivel de servicio cercano al 100%, brindar condiciones cómodas y seguridad de las personas.

Los municipios no han realizado un análisis del estado actual del sistema vial, he aquí por qué Se observó la necesidad de implementar inventarios viales que permitan obtener datos Información actualizada de la infraestructura vial, haciendo así que el monto total que se analice para cada elemento podrá ayudar a implementar la política de Administración para gestionar mejor el uso del presupuesto asignado a la infraestructura vial.

Se recomienda la instalación de señalización vertical y horizontal en varias zonas de la vía rural base de estudios puesto que no existen dispositivos de control, así mismo evaluar la condición de reemplazar las señales en mal estado y el mantenimiento de estas que se encuentran en la vía secundaria de este estudio.

Trabajar en mejorar el modelo utilizado en este trabajo de grado para determinar los puntos críticos de accidentes de tránsito a partir de otras variables relacionadas con la vía y el entorno físico.

Determinar con las autoridades locales de cada municipio el monitoreo continuo del corredor vial de estudio para establecer una tasa de deterioro del pavimento como mínimo de manera semestral, lo cual nos servirá para la temprana identificación de las principales necesidades de

los diferentes niveles de intervención evitando sobrecargas económicas a futuro en la intervención de la vía.

## Referencias Bibliográficas

Arias Paz, M. (1995). Manual de automóviles – Ed. Dossat 2000 – Madrid.

Asociación Española de la Carretera, AEC – Wikivía – Internet: [www.wikivia.org](http://www.wikivia.org)

Asociación Técnica de Carreteras (1998). IV Jornadas de Seguridad Vial. Santander 24 al 27 de noviembre de 1998.

Baguley C. (2001). The importance of a road accident data system and its utilisation - Presented at International Symposium on Traffic Safety Strengthening and Accident Prevention - Nanjing, China, Nov 28-30.

Baker J.S. (1970). Manual de investigación de accidentes de tráfico (traducción de la Dirección General de la Jefatura Central de Tráfico de España) - Ed. Gala – Madrid.

Benner Jr. L. (1985). Rating accidents models and investigation methodologies – National Safety Council & Pergamon Press Ltd. - Journal of Safety Research Vol. 16.

Botta N.A. (2010). Teorías y modelización de los accidentes – Editorial Red Proteger - 3ª Edición – Rosario.

Box, G. & Draper, N. (1987). Empirical model-building and response surfaces (Wiley series in probability and statistics) - Wiley, Arizona.

Cal y Mayor R. (1982). Ingeniería de tránsito - Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. – Mexico.

- Campón Domínguez, J.A. (2009). El modelo secuencial de eventos de un siniestro (MOSES) –  
Securitas Vialis Vol. 1, No. 3.
- Chaparro Guevara G. (2008). No linealidad, complejidad y sistemas sociales – Rev.  
Antropología y Sociología No. 10, Ene-Dic.
- Federal Highway Administration (1981). “Highway safety improvement program”. US  
Department of Transportation. Washington DC, USA.
- Federal Highway Administration (1995). “Safety management Systems”. US Department of  
Transportation. Washington DC, USA.
- Hadon, W. (1980). Avances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy. Public  
Health Reports 95 (5), pp 411-421.
- Izquierdo-Velásquez, C. (2019). Análisis mecanicista para evaluar el pavimento de la Trocha 12  
vía de acceso al pozo Trogon, Municipio de Guamal–Meta, campaña de perforación del  
año 2020-2021. Recuperado de:  
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24071/1/Tesis%20An%C3%A1lisis%20Mecanicista.pdf>
- Khisty, C. J. (1990). Transportation Engineering. An Introduction. Prentice Hall, Englewoods  
Cliffs, New Jersey.
- Moreno, M. (2012). Transporte y Movilidad en el Ordenamiento Territorial de Zipaquirá-Entre  
la Realidad y la Necesidad. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

Sabey, B. E. (1980). Road safety and value for money. Supplementary Report Sr 581. 16 p.,  
Transportation and Road Research Laboratory, Crowthorne, UK.

Starkey, P., Ellis, S., Hine, J., & Ternell, A. (2004). Mejora de la Movilidad Rural: Opciones  
para el Desarrollo del Transporte Motorizado y No Motorizado En las Áreas Rurales.  
Published as Bank Technical, (25). Recuperado de: [https://docplayer.es/12478134-Mejora-  
de-la-movilidad-rural-opciones-para-el-desarrollo-del-transporte-motorizado-y-no-  
motorizado-en-las-areas-rurales.html](https://docplayer.es/12478134-Mejora-de-la-movilidad-rural-opciones-para-el-desarrollo-del-transporte-motorizado-y-no-motorizado-en-las-areas-rurales.html)

Transportation Research Board (1987). National Special Report 214. Designing Safer Roads.  
Practices for Resurfacing, Restoration, and Rehabilitation. National Research Council.

Treat, J. R. (1980). A study of pre-crash factors involved in traffic accidents. Research Review  
10 (6) y 11 (1), University of Michigan Highway Safety Research Institute, Ann Arbor,  
MI, USA.

# **ANEXOS**

## Registro Fotográfico

Box couvert



Berma



Ingreso Vereda El Zumbador



Punto critico

