

**DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MALLA VIAL Y SEÑALIZACIÓN
DE LA VÍA PIEDECUESTA – LOS SANTOS DESDE EL PR 15+000 HASTA PR
19+000**

**JUAN DAVID MARTÍNEZ CÁCERES
MARLENY QUIROGA DÍAZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2016**

**DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MALLA VIAL Y SEÑALIZACIÓN
DE LA VÍA PIEDECUESTA – LOS SANTOS DESDE EL PR 15+000 HASTA PR
19+000**

**JUAN DAVID MARTÍNEZ CÁCERES
MARLENY QUIROGA DÍAZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Civil.**

**Director:
SANDRA MILENA COTE VARGAS
Ingeniera civil, M. Sc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2016**

A mis padres por su amor y confianza que depositaron en mí a lo largo de todos estos años. Sin el apoyo y paciencia que han tenido en mí en cada paso que he dado esto no hubiese sido posible de realizarlo, quienes con sus valores y enseñanzas me han formado como ser humano.

A mi abuela que desde el cielo me cuida, quien siempre tuvo el deseo de verme convertido como un ingeniero pero sobre todo como un gran ser humano ayudando a la comunidad más necesitada de forma desinteresada como solía hacerlo ella día a día.

A mis sobrinos quienes me han enseñado que nunca es tarde para ser niño de nuevo, cada momento compartido con ellos ha sido una gran experiencia en la cual me he podido desconectar de mi entorno de forma temporal. Verlos crecer con el paso del tiempo me motiva a continuar en este camino y ofrecerles un buen futuro a ellos.

A la profesora Sandra Cote quien me depositó su confianza en la realización de este proyecto; quien con su conocimiento, experiencia y paciencia me dio una gran visión de lo que es trabajar en uno de los grandes campos existentes en la Ingeniería Civil.

JUAN DAVID MARTINEZ CACERES

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
1. OBJETIVOS.....	20
1.1 GENERAL	20
1.2 ESPECÍFICOS	20
2. CARACTERIZACION DE LA ZONA	21
3. MARCO TEORICO	24
3.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	24
3.1.1. Señales reglamentarias (SR).....	24
3.1.2. Señales preventivas (SP).....	28
3.1.3. Señales informativas (SI).....	33
3.1.4. Señales transitorias.....	34
3.1.5. Dimensiones de los tableros de las señales verticales.....	35
3.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	36
3.3. PAVIMENTO FLEXIBLE.....	36
3.3.1. Tipos de daños en pavimentos flexibles	38
3.3.1.1. Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT).....	38
3.3.1.2. Fisuras longitudinales y trasversales en junta de construcción (FCL, FCT)	39
3.3.1.3. Fisura por flexión de juntas o grietas en placas de concreto (FJL o FJT) .	40

3.3.1.4. Fisuras en medialuna (FML)	41
3.3.1.5. Fisuras de borde (FBD).....	41
3.3.1.6. Fisuras de bloque (FB).....	42
3.3.1.7. Piel de cocodrilo (PC)	43
3.3.1.8. Fisuración por deslizamiento de capas (FDC)	44
3.3.1.9. Fisuración incipiente (FIN)	45
3.3.1.10. Ondulación (OND).....	46
3.3.1.11. Abultamiento (AB)	46
3.3.1.12. Hundimiento (HUN).....	47
3.3.1.13. Ahuellamiento (AHU)	48
3.3.1.14. Descascaramiento (DC).....	49
3.3.1.15. Baches (BCH)	50
3.3.1.16. Parche (PCH).....	50
3.3.1.17. Desgaste superficial (DSU)	51
3.3.1.18. Pérdida de agregado (PA)	52
3.3.1.20. Cabezas duras (CD)	54
3.3.1.21. Exudación (EX)	54
3.3.1.22. Surcos (SU)	55
3.3.1.23. Corrimiento vertical de berma (CVB)	56
3.3.1.24. Separación de la berma (SB).....	57
3.3.1.25. Afloramiento de finos (AFI)	57
3.3.1.26. Afloramiento de agua (AFA).....	58
4. METODOLOGIA Y RECOPIACION DE LA INFORMACIÓN	59

4.1 DEMARCACIÓN DE LA CARRETERA.....	59
4.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	59
4.3. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	60
4.4. ESTADO DEL PAVIMENTO.....	60
4.5. AFOROS.....	60
5. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	62
5.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	62
5.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	65
5.3. ESTADO DEL PAVIMENTO.....	70
5.4. AFOROS VEHICULARES Y PEATONALES.....	73
5.4.1. Aforo vehicular.....	73
6. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EL SOFTWARE ARCGIS 10.2.....	77
6.1. PAVIMENTO.....	77
6.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	78
6.3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	80
7. CONCLUSIONES.....	83
8. RECOMENDACIONES.....	85
CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....	87
BIBLIOGRAFÍA.....	91
ANEXOS.....	92
ANEXO A. FORMATO DE CAMPO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL.....	92

ANEXO B. FORMATO DE CAMPO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE LA
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....93

ANEXO C. FORMATO DE CAMPO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DEL
PAVIMENTO.....93

ANEXO D. FORMATO DE CAMPO PARA AFOROS.94

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Dimensiones de las señales verticales.	35
Tabla 2. Hora de máxima demanda en el sentido piedecuesta- los santos	73
Tabla 3. Hora de máxima demanda en el sentido los santos –piedecuesta	73
Tabla 4. Hora de máxima demanda en el sentido piedecuesta- los santos	76
Tabla 5. Hora de máxima demanda en el sentido los santos- piedecuesta	76
Tabla 6. Recomendaciones sobre la señalización horizontal.....	85
Tabla 7. Recomendaciones sobre la señalización vertical.....	86

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación del proyecto.....	19
Figura 2. Salto del duende	22
Figura 3. Estación la plazuela	22
Figura 4. Club náutico acuarela	23
Figura 5. Mercado campesino.....	23
Figura 6. Señales de prioridad	25
Figura 7. Prohibición de maniobras y giros	25
Figura 8. Prohibición de paso por clase de vehículo.....	26
Figura 9. Otras prohibiciones	26
Figura 10. Señales de restricción.....	27
Figura 11. Señales de obligación	27
Figura 12. Señales preventivas relacionadas con la pendiente longitudinal	28
Figura 13. Señales preventivas relacionadas con la curva horizontal.....	29
Figura 14. Señales preventivas relacionadas con la superficie de rodadura	29
Figura 15. Señales preventivas sobre restricciones físicas de la vía	30
Figura 16. Señales preventivas de intersecciones con otras vías.....	31
Figura 17. Señales preventivas sobre características operativas de la vía.....	32
Figura 18. Señales preventivas sobre situaciones especiales	33
Figura 19. Ejemplo de tipo de señales informativas.....	34

Figura 20. Estructura de un pavimento flexible	37
Figura 21. Fisura longitudinal (fl), fisura transversal (ft)	38
Figura 22. Fisura longitudinal en junta de construcción (fcl)	39
Figura 23. Fisura transversal en junta de construcción (fcl).....	40
Figura 24. Fisuras por flexión de juntas en placas de concreto (fjl o fjt)	40
Figura 25. Fisura en medialuna (fml)	41
Figura 26. Fisuras de borde (fbd).....	42
Figura 27. Fisuras de bloque (fb)	42
Figura 28. Piel de cocodrilo (pc)	43
Figura 29. Fisuración por deslizamiento de capas (fdc).....	44
Figura 30. Fisuración incipiente (fin)	45
Figura 31. Ondulación (ond)	46
Figura 32. Abultamiento (ab).....	47
Figura 33. Hundimiento (hun)	47
Figura 34. Ahuellamiento (ahu).....	48
Figura 35. Descascaramiento (dc)	49
Figura 36. Baches (bch).....	50
Figura 37. Parche (pch)	51
Figura 38. Desgaste superficial (dsu)	52
Figura 39. Perdida de agregado (pa)	53
Figura 40. Pulimiento del agregado (pu).....	54
Figura 41. Cabezas duras (cd).....	54
Figura 42. Exudación (ex).....	55

Figura 43. Surcos (su)	56
Figura 44. Corrimiento vertical de berma (cvb)	56
Figura 45. Separación de la berma (sb).....	57
Figura 46. Afloramiento de finos (afi)	58
Figura 47. Afloramiento de agua (afa)	58
Figura 48-a. Número de señales verticales según su estado físico	62
Figura 48-b. Porcentaje de señales verticales según su estado físico.....	62
Figura 49-a. Número de señales verticales según el tipo de señal.....	63
Figura 49-b. Porcentaje señales verticales según el tipo de señal	63
Figura 50. Porcentaje señales verticales que requieren intervención	64
Figura 51. Señales repetidas de incorporación de tránsito desde la derecha (sp-22) y de zona escolar (sp-47).....	65
Figura 52-a. Tramos de vía según el estado de la señalización horizontal.....	66
Figura 52-b. Porcentaje de tramos de vía según el estado de la señalización	66
horizontal.	66
Figura 53. Porcentaje de tramos de vía donde existe línea de borde	67
Figura 54. Porcentaje de tramos de vía donde existe línea central	67
Figura 55-a. Porcentaje de tramos de vía donde existe tachas reflectivas	68
Figura 55-b. Número de tramos de vía donde existe línea de borde	68
Figura 56-a. Número de tramos de vía con las diferentes observaciones	69
Figura 56-b. Número de tramos de vía con las diferentes observaciones	69
Figura 57-a. Porcentaje de tramos de vía con las diferentes fallas principales.....	70
en el pavimento.....	70

Figura 57-b. Número de tramos de vía con las diferentes fallas principales en el pavimento	71
Figura 58-a. Número de tramos de vía según el estado físico del pavimento.....	72
Figura 58-b. Porcentaje de tramos de vía según el estado físico del pavimento ...	72
Figura 59. Comportamiento del tránsito en el sentido piedecuesta- los santos ...	74
Figura 60. Comportamiento del tránsito en el sentido los santos – piedecuesta ..	75
Figura 61. Visualización general del estado del pavimento en arcgis 10.2.....	77
Figura 62. Visualización de la información del pavimento que contiene cada uno de los tramos de vía.....	78
Figura 63. Visualización general del estado de la señalización horizontal en arcgis 10.2.....	79
Figura 64. Visualización de la información de señalización horizontal que contiene cada uno de los tramos de vía	80
Figura 65. Visualización general del estado de la señalización vertical en arcgis 10.2.....	81
Figura 66. Visualización de la información de la señalización vertical que contiene cada uno de los tramos de vía	82

RESUMEN

TÍTULO: DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MALLA VIAL Y SEÑALIZACIÓN DE LA VÍA PIEDECUESTA – LOS SANTOS DESDE EL PR 15+000 HASTA PR 19+000.*

AUTOR: JUAN DAVID MARTÍNEZ CÁCERES
MARLENY QUIROGA DÍAZ **

PALABRAS CLAVE: Señalización horizontal, señalización vertical, diagnostico, pavimento.

DESCRIPCIÓN:

En esta investigación se realizó el diagnóstico del estado actual de la señalización horizontal, señalización vertical y estado del pavimento de un tramo de vía que comunica al municipio de Piedecuesta con el municipio de Los Santos, comprendido entre el PR15+000 y el PR19+000. Por el método de la inspección visual y con ayuda del Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria elaborado por el Ministerio de transporte, Pontificia Universidad Javeriana y el Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles elaborado por Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de transporte- Instituto Nacional de vías se recopiló los datos de campo, adicionalmente se realizó un aforo vehicular y peatonal. Con los datos recopilados en campo se precedió a generar una base de datos de la zona por medio del software ArcGIS, esto con el propósito de facilitar la identificación de las características existentes de pavimento, señalización horizontal y vertical a lo largo de los 4 km del tramo vial. El aforo vehicular y peatonal se realizó con el único objetivo de conocer cuál es la hora de máxima demanda para los días en que se realizaron los conteos (2 días típicos y 2 días atípicos) en el horario comprendido de 6am a 6pm. Las condiciones en las que se encuentra la señalización vertical, horizontal y el pavimento no son adecuadas para prestar un servicio de calidad a la gran cantidad de usuarios que transitan por el tramo vial.

*Trabajo de grado.

**Facultad de ingenierías Físico -mecánicas. Escuela de ingeniería civil. Director: COTE, Sandra Milena. Ingeniera civil, M.Sc.

ABSTRACT

TITLE: DIAGNOSIS OF CURRENT STATE OF ROAD MESH AND SIGNALING OF THE ROAD PIEDECUESTA - LOS SANTOS SINCE PR 15+000 TO PR 19+000*

AUTHOR: JUAN DAVID MARTÍNEZ CÁCERES
MARLENY QUIROGA DÍAZ **

KEYWORDS: Horizontal signaling, vertical signaling, diagnosis, pavement.

DESCRIPCIÓN:

In this research it was made the diagnosis of current state of horizontal signaling, vertical signaling, and pavement's state of a road's section that connect the municipality of Piedecuesta with the municipality of Los Santos, located between the PR15+000 and PR19+ 000. By the method visual inspection and with help of Manual for maintenance road network secondary developed by the Ministry of Transport, Pontificia Universidad Javeriana and the Manual for visual inspection of flexible pavements developed by Universidad Nacional de Colombia, Ministry of Transport - National Institute of was compiled the field data, additionally a vehicular and pedestrian capacity was realized. The data collected in the field was preceded by the creation of a database of the area by means of ArcGIS software, in order to facilitate the identification of the existing characteristics of pavement, horizontal and vertical signaling along the 4 km of the road stretch. The vehicular and pedestrian capacity was realized with the only objective of knowing the time of maximum demand for the days in which the counts were made (2 typical days and 2 atypical days) in the hours comprised from 6am to 6pm. The current conditions of vertical, horizontal and pavement signs are located are not adequate to provide a quality service to the large number of users that transit through the road segment.

*Bachelor Thesis.

**Faculty of Physico-Mechanical Engineering. Civil Engineering school. Director: Sandra Milena Cote Vargas. Ingeniera civil, M.Sc.

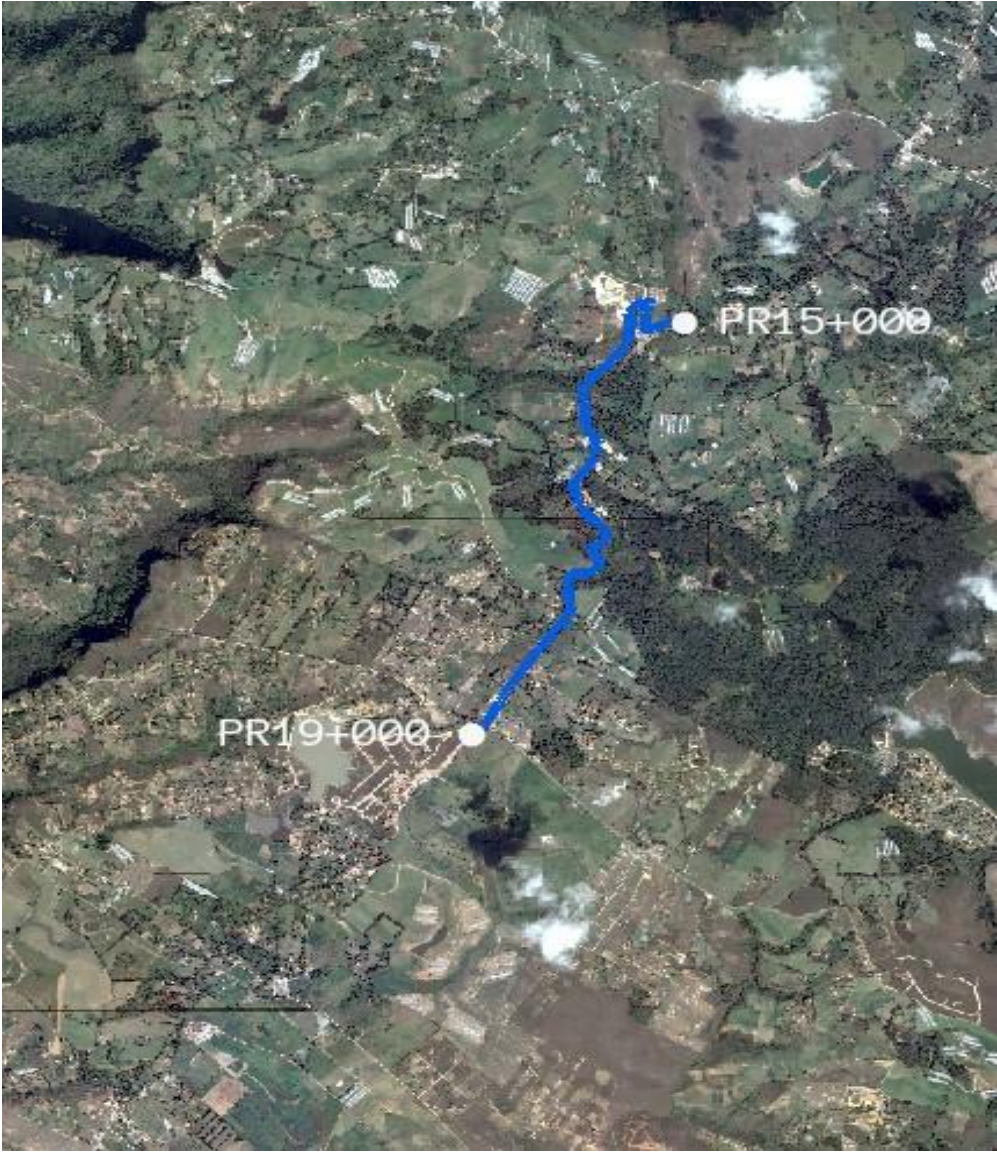
INTRODUCCIÓN

“La calidad de las vías de comunicación terrestres juega un papel fundamental en el desarrollo regional y nacional de cualquier país y constituye uno de los principales factores de desarrollo económico de una región debido a que gran parte de las actividades de transporte se realizan por medio del sistema terrestre” [1] por lo que es importante brindar a los usuarios vías que permitan realizar dichas actividades de manera segura y cómoda, esto también incluye una correcta señalización que permita al conductor conocer sobre la existencia de peligros y su naturaleza, las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas [2] además de disminuir posibles accidentes de tránsito. El municipio de los santos por su ubicación geográfica, naturaleza y clima fresco, es un sitio de descanso que ofrece diversas actividades donde personas de distintos lugares del país pasan sus vacaciones o fines de semana, por lo que ofrecer vías de acceso de calidad se convierte en un asunto importante, ya que la comodidad y seguridad de los viajeros repercutirá en más actividad turística y comercial y por ende desarrollo en la región.

De acuerdo a lo anterior surge la iniciativa de diagnosticar por medio de inspección visual el estado actual en el que se encuentra la señalización vertical, señalización horizontal y estado del pavimento de un tramo de vía de 4 kilómetros que comunica al municipio de Piedecuesta con Los Santos, específicamente el tramo comprendido entre el PR15+000 y el PR 19+000, siendo el punto de referencia el PR10+000 ubicado en el peaje La Punta, dicho tramo se puede observar en la figura 1. Este tipo de trabajos son de gran importancia porque funcionan como una base de datos que pueden facilitar procesos en la toma de decisiones relacionados con medidas de control, mejoramiento o inversión debido a que en muchas ocasiones los

encargados de dichas decisiones no disponen de tiempo suficiente para realizar visitas a las zonas.

Figura 1. Ubicación del proyecto.



Fuente: Imagen base obtenida de google maps.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Diagnosticar el estado actual de la malla vial y señalización de la vía Piedecuesta – Los Santos desde el PR 15+000 hasta PR 19+000.

1.2 ESPECÍFICOS

Realizar un análisis previo de las características de los elementos existentes en la infraestructura vial del corredor.

Estudiar los volúmenes de tránsito de la zona mediante la realización de aforos.

Efectuar el levantamiento de la señalización vertical y horizontal.

Determinar por medio de inspección visual los tipos de daño en el pavimento.

2. CARACTERIZACION DE LA ZONA

El municipio de los Santos se encuentra localizado a 62 km de la ciudad de Bucaramanga, cuenta con un área de 242 km² y limita por el norte con Girón y Piedecuesta, por el sur con Jordán Sube y Villanueva, posee un clima agradable medio de 21°C sin olvidar la variedad de paisajes que se pueden apreciar a lo largo y ancho de su territorio. Los principales ríos que conforman la red hidrográfica de la zona son: Chicamocha y Sogamoso, los cuales pertenecen a la Gran Cuenca del Magdalena.

El municipio de los Santos cuenta con una población de aproximadamente 12.000 habitantes de los cuales la mayor parte de ellos se dedican al cultivo de tabaco, maracuyá y hortalizas (Tomate, habichuela, Pimentón). Por otra parte, los mayores ingresos para sus pobladores provienen del turismo esto gracias a su gran variedad de paisajes, geografía, clima y actividades que se pueden encontrar, a tal punto que durante los últimos años se ha visto un fuerte aumento de turistas provenientes de otras regiones nacionales e internacionales [3].

Dentro de los sitios turísticos más importantes del Municipio de los Santos se puede resaltar:

El salto del duende (figura 2).

Estación la plazuela (figura3).

Club náutico acuarela (figura 4).

Mercado campesino (figura 5), entre otros.

Figura 2. Salto del duende.



Fuente: Minube, el salto del duende, <http://www.minube.com/rincon/el-salto-del-duende-a299501>.

Figura 3. Estación la Plazuela.



Fuente: Panoramio, google maps, <http://www.panoramio.com/photo/35890200>.

Figura 4. Club náutico Acuarela.



Fuente: Tripadvisor Colombia, Club Nautico Acuarela Hotel, https://www.tripadvisor.co/Hotel_Review-g297474-d2324663-Reviews-Club_Nautico_Acuarela_Hotel-Bucaramanga_Santander_Department.html

Figura 5. Mercado campesino.



Fuente: Geoview.inf, Mercado campesino mesa de Los Santos, http://co.geoview.info/mercado_campesino_mesa_de_los_santos,69889645p,8 abril del 2012.

3. MARCO TEORICO

3.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

La señalización vertical tiene como función reglamentar las limitaciones, prohibiciones o restricciones, también advertir sobre los peligros, informar acerca de las rutas, direcciones, destinos y sitios de interés [4]. De acuerdo a la función que desempeñan, las señales se clasifican en:

Señales reglamentarias.

Señales preventivas.

Señales informativas.

Señales transitorias.

3.1.1. Señales reglamentarias (SR). “Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su transgresión constituye infracción a las normas del tránsito” [5]. Estas señales a su vez se clasifican en señales de prioridad (figura 6), prohibición de maniobras y giros (figura 7), prohibición de paso por clase de vehículos (figura 8), otras prohibiciones (figura 9), señales de restricción (figura 10) y señales de obligación (figura 11).

Figura 6. Señales de prioridad.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

Figura 7. Prohibición de maniobras y giros.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

Figura 8. Prohibición de paso por clase de vehículo.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

Figura 9. Otras prohibiciones.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

Figura 10. Señales de restricción.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

Figura 11. Señales de obligación.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

3.1.2. Señales preventivas (SP). “Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal” [5]. Estas señales se clasifican a su vez en señales preventivas relacionadas con la pendiente longitudinal (figura12), relacionadas con la curva horizontal (Figura13), relacionadas con la superficie de rodadura (Figura 14), sobre restricciones físicas de la vía (Figura 15), de intersecciones con otras vías (Figura 16), sobre características operativas de la vía (Figura 17), sobre situaciones especiales (Figura 18).

Figura 12. Señales preventivas relacionadas con la pendiente longitudinal.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

Figura 13. Señales preventivas relacionadas con la curva horizontal.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

Figura 14. Señales preventivas relacionadas con la superficie de rodadura.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

Figura 15. Señales preventivas sobre restricciones físicas de la vía.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015

Figura 16. Señales preventivas de intersecciones con otras vías.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

Figura 17. Señales preventivas sobre características operativas de la vía.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015

Figura 18. Señales preventivas sobre situaciones especiales.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

3.1.3. Señales informativas (SI). “Tienen como propósito guiar a los usuarios y entregarles la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible. También informan acerca de distancias a ciudades y localidades, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, servicios al usuario, entre otros” [5]. Estas señales se clasifican en señales que guían al usuario a su destino y señales con otra información de interés, en la figura 19 se muestra un ejemplo de este tipo de señales.

Figura 19. Ejemplo de tipo de señales informativas.



Fuente: Manual de señalización vial, ministerio de transporte, 2015.

3.1.4. Señales transitorias. “Modifican transitoriamente el régimen normal de utilización de la vía. Pueden ser estáticas o dinámicas, indicando mensajes reglamentarios, preventivos o informativos. Ambas se caracterizan por entregar mensajes que tienen aplicación acotada en el tiempo, siendo las segundas –también denominadas señales de mensaje variable– capaces de entregarlo en tiempo real” [5].

3.1.5. Dimensiones de los tableros de las señales verticales. El tamaño de los tableros de los diferentes tipos de señales verticales depende de la velocidad máxima permitida en la vía y en algunas señales, el tamaño dependen de la altura y anchura del mensaje, estos mensajes por lo general también dependen de las velocidades máximas. En la tabla 1 se muestra las dimensiones de los tableros para algunas señales de uso frecuente según lo establecido por el manual de señalización INVIAS.

Tabla 1. Dimensiones de las señales verticales.

Tipo de señal	Velocidad máxima permitida			
	Menor o igual a 50 KM/H	De 60 KM/H o 70 KM/H	De 80 KM/H o 90KM/H	Superior a 90 KM/H
Reglamentaria SR-01	Octágono con altura de 60 cm	Octágono con altura de 75 cm	Octágono con altura de 90 cm	Su uso no corresponde a esta velocidad
Reglamentaria SR-02	Triángulo equilátero 75 cm de lado	Triángulo equilátero 90 cm de lado	Triángulo equilátero 120 cm de lado	Su uso no corresponde a esta velocidad
Reglamentarias de prohibición	Círculo de 60 cm de diámetro	Círculo de 75 cm de diámetro	Círculo de 90 cm de diámetro	Círculo de 120 cm de diámetro
Reglamentaria SR-50	Rectángulo de 60X99 cm	Rectángulo de 75 X125 cm	Su uso no corresponde a esta velocidad	Su uso no corresponde a esta velocidad
Reglamentaria SR-48	Rectángulo de 60X90 cm	Rectángulo de 75X112.5 cm	Rectángulo de 90X135 cm	Rectángulo de 120X180 cm
Reglamentaria SR-39 y SR-38	Rectángulo de 75X25 cm	Rectángulo de 90 X30 cm	Su uso no corresponde a esta velocidad	Su uso no corresponde a esta velocidad
Reglamentaria SR-49	Rectángulo de 60X99 cm	Rectángulo de 75X198 cm	Rectángulo de 90X149 cm	Rectángulo de 120X198 cm
Preventivas	Cuadrado de 60X60 cm	Cuadrado de 75X75 cm	Cuadrado de 90X90 cm	Cuadrado de 120X120 cm
Informativas servicios generales y especiales	Rectángulo: Ancho y altura depende del texto	Rectángulo: ancho y altura depende del texto	Rectángulo: ancho y altura depende del texto	Rectángulo: ancho y altura depende del texto
Informativa turística	Cuadrado de lado 60 cm	Cuadrado de lado 75 cm	Cuadrado de lado 82.8 cm	Cuadrado de lado 110.4 cm

3.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

“La señalización horizontal corresponde a la aplicación de marcas viales conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se adhieren sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como a los dispositivos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos” [6].

Las demarcaciones sobre la vía pueden ser planas o elevadas siendo las primeras inferiores a una altura de 6 mm y las segundas entre una altura de 6 mm y 21 mm para tachas reflectivas y de hasta 150 mm para otros delineadores de piso, esto de acuerdo a su altura, en cuanto a su forma las demarcaciones se clasifican en líneas longitudinales como las que separan carriles en una vía, líneas transversales, demarcaciones para cruces, demarcaciones de líneas de estacionamiento, demarcaciones de paraderos, símbolos y leyendas [7].

3.3. PAVIMENTO FLEXIBLE.

El pavimento es una estructura conformada por capas de materiales seleccionados que se construyen para ofrecer comodidad y seguridad al tránsito de vehículos por una carretera. La estructura de un pavimento flexible está conformada por una capa de subrasante, capa de subbase granular, capa de base granular y capa de rodadura (ver figura 20).

La subrasante “es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto” [8].

La subbase granular es la capa “destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de tal manera que la

subrasante pueda soportarlas, también la subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían perjudiciales para el pavimento” [9].

En cuanto a la base granular es la capa que tiene como “función primordial distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tráfico, a la subbase y a través de esta a la subrasante, y es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura “[10].

“La superficie de rodadura tiene como objetivo principal proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores, asimismo contribuye a aumentar la capacidad de soporte del pavimento absorbiendo cargas” [11].

Figura 20. Estructura de un pavimento flexible.



Fuente: Tesis de grado, Elaboración de las curvas de ciclo de vida de las carreteras CA-1, CA-2 y CA-3. San salvador, 2013.

3.3.1. Tipos de daños en pavimentos flexibles. De acuerdo al manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, emitido por la universidad nacional y el ministerio de transporte mediante el convenio interadministrativo 0587-03, los daños presentes en un pavimento flexible son:

3.3.1.1. Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT). “Estas fisuras corresponden a discontinuidades en la carpeta, en la misma dirección del tránsito o transversales a él. Son indicios de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, las cuales han superado la resistencia del material afectado” [12]. Ver figura 21.

Figura 21. Fisura longitudinal (FL), Fisura transversal (FT).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, Bogotá, 2006.

Severidades:

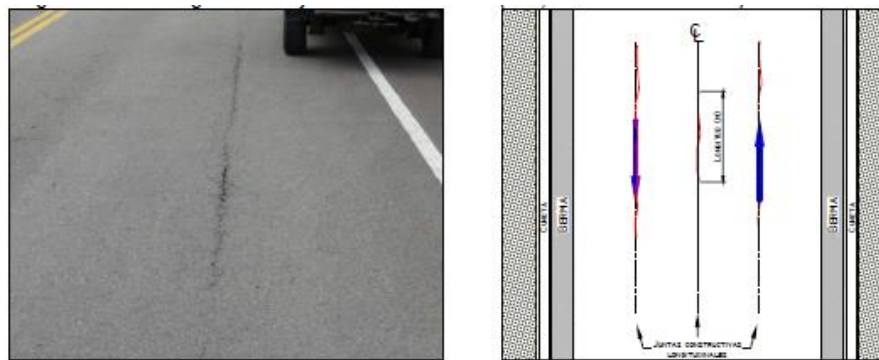
Baja: Abertura de la fisura menor que 1 mm, cerrada o con sello en buen estado.

Media: Abertura de fisura entre 1 mm y 3mm, puede existir algunas fisuras con patrones irregulares de severidad baja en los bordes o cerca de ellos y pueden presentar desportillamientos leves.

Alta: Abertura de la fisura mayor a 3 mm, pueden presentar desportillamientos considerables y fisuras con patrones irregulares de severidad media o alta en los bordes o cerca de ellos, pueden causar movimientos bruscos a los carros. [12]

3.3.1.2. Fisuras longitudinales y transversales en junta de construcción (FCL, FCT). Corresponden a fisuras longitudinales o transversales generadas por la mala ejecución de las juntas de construcción de la carpeta asfáltica o de las juntas en zonas de ampliación. se localizan generalmente en el eje de la vía, coincidiendo con el ancho de los carriles, zonas de ensanche y en zonas de unión entre dos etapas de colocación de pavimento asfáltico [13].

Figura 22. Fisura longitudinal en junta de construcción (FCL).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Figura 23. Fisura transversal en junta de construcción (FCL).

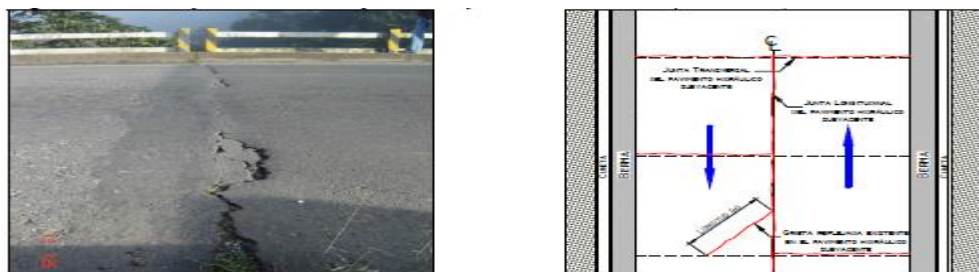


Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades: Aplican los mismos criterios mencionados para fisuras longitudinales y transversales.

3.3.1.3. Fisura por flexión de juntas o grietas en placas de concreto (FJL o FJT). Se presenta cuando existe una capa de concreto asfáltico sobre placas de concreto rígido; tales fisuras aparecen por la proyección en superficie de las juntas de dichas placas, en cuyo caso presentan un patrón regular o también cuando existen grietas en las placas de concreto rígido que se han reflejado hasta aparecer en la superficie presentado un patrón irregular [14].

Figura 24. Fisuras por flexión de juntas en placas de concreto (FJL o FJT).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades: Las mismas descritas en 3.3.1.1.

3.3.1.4. Fisuras en medialuna (FML). Son fisuras de forma parabólica asociadas al movimiento de la banca por lo que usualmente se presentan acompañadas de hundimientos [15].

Figura 25. Fisura en medialuna (FML).

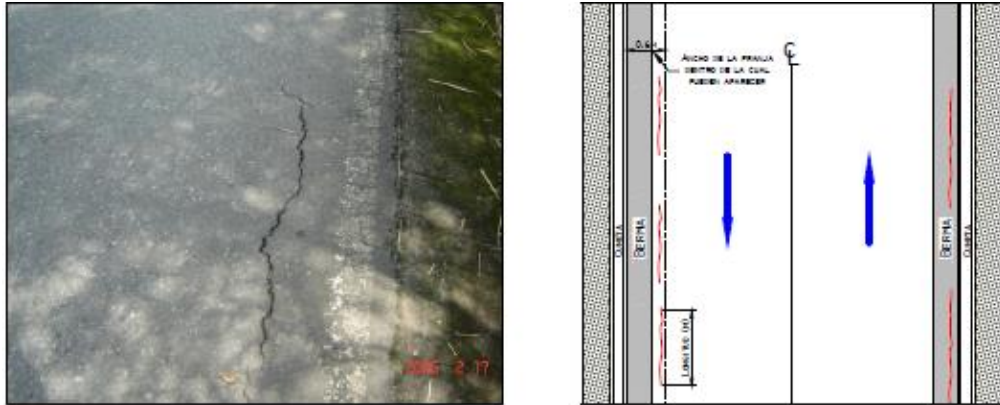


Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades: Las mismas descritas en 3.3.1.1.

3.3.1.5. Fisuras de borde (FBD). Son fisuras con tendencia longitudinal a semicircular localizadas cerca del borde de la calzada, se presentan principalmente por la ausencia de berma o por la diferencia de nivel entre la berma y la calzada [16].

Figura 26. Fisuras de borde (FBD).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades: Las mismas descritas en 3.3.1.1.

3.3.1.6. Fisuras de bloque (FB). En este tipo de daño la superficie de asfalto es dividida en bloques de forma aproximadamente rectangular, los bloques tiene lado promedio mayor a 0,3 m [16].

Figura 27. Fisuras de bloque (FB).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

Baja: Los bloques se han empezado a formar pero no están claramente definidos y están conformados por fisuras de abertura menor que 1 mm, cerradas o con sello, no presentan desportillamiento en los bordes.

Media: Bloques definidos con abertura entre 1 mm y 3 mm, o con sello fallado que pueden o no presentar desportillamiento en los bordes.

Alta: Bloques bien definidos por fisuras de abertura mayor que 3 mm, que pueden presentar un alto desportillamiento en los bordes [17].

3.3.1.7. Piel de cocodrilo (PC). Son una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga. Tales piezas tienen por lo general un diámetro promedio menor que 30 cm [18].

Figura 28. Piel de cocodrilo (PC).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

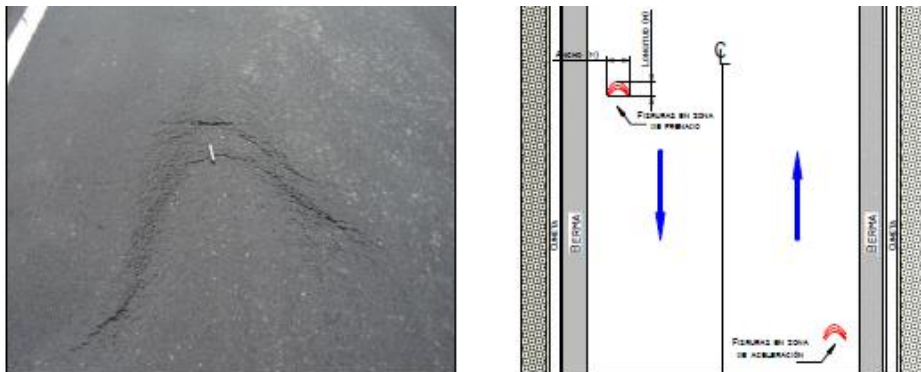
Baja: Serie de fisuras longitudinales paralelas (pueden llegar a tener aberturas de 3 mm), principalmente en la huella, que no presentan desportillamiento, con pocas o ninguna conexión entre ellas y no existe evidencia de bombeo.

Media: Las fisuras han formado un patrón de polígonos pequeños y angulosos, que pueden tener un ligero desgaste en los bordes y aberturas entre 1 mm y 3 mm, sin evidencia de bombeo.

Alta: Las fisuras han evolucionado (apertura mayor a 3 mm), se presenta desgaste en los bordes y los bloques se encuentran sueltos o se mueven ante el tránsito [19].

3.3.1.8. Fisuración por deslizamiento de capas (FDC). Corresponden a fisuras en forma de semicírculo o medialuna, con curvas definidas de acuerdo con la fuerza de tracción que produce la llanta sobre el pavimento [19].

Figura 29. Fisuración por deslizamiento de capas (FDC).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

Baja: Abertura máxima de las fisuras menor que 1 mm.

Media: Abertura máxima de las figuras entre 1 mm y 3 mm.

Alta: Abertura máxima de la fisura mayor a 3 mm, puede existir agrietamiento entre las fisuras y en la zona aledaña [20].

3.3.1.9. Fisuración incipiente (FIN). Corresponde a una serie de fisuras contiguas y cerradas, que generalmente no se interceptan, solo afectan la carpeta asfáltica, por ser daños leves no poseen niveles de severidad [20].

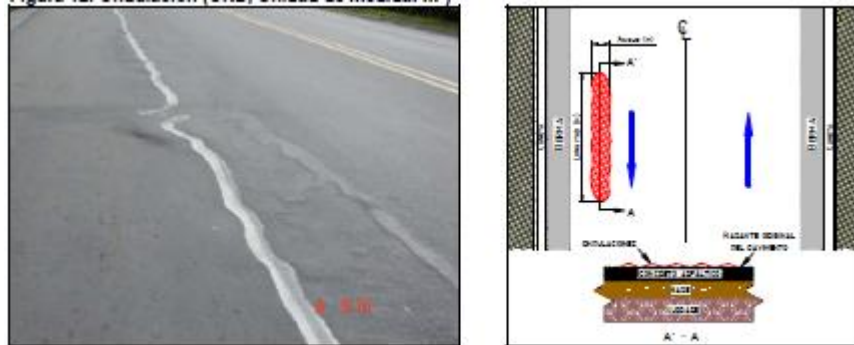
Figura 30. Fisuración incipiente (FIN).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

3.3.1.10. Ondulación (OND). Es un daño caracterizado por la presencia de ondas en la superficie del pavimento, generalmente perpendiculares a la dirección del tránsito, con longitudes entre crestas usualmente menores que 1 m [21].

Figura 31. Ondulación (OND).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

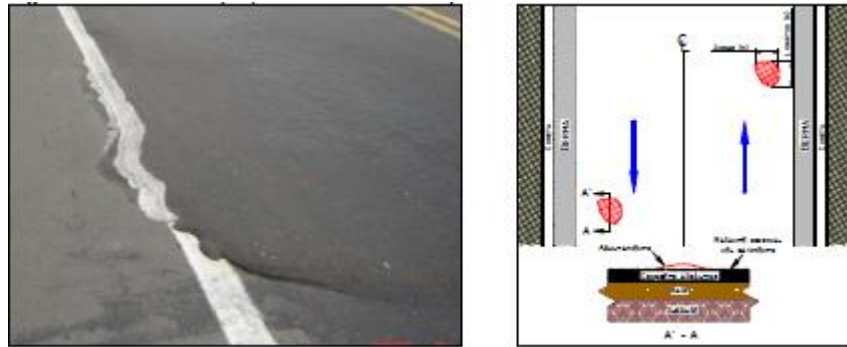
Baja: Profundidad menor que 10 mm.

Media: Profundidad máxima entre 10 mm y 20 mm.

Alta: Profundidad máxima mayor que 20 mm [22].

3.3.1.11. Abultamiento (AB). Este deterioro se asigna a los “abultamientos” o prominencias que se presentan en la superficie del pavimento, pueden presentarse bruscamente ocupando pequeñas áreas o gradualmente en áreas grandes [22].

Figura 32. Abultamiento (AB).

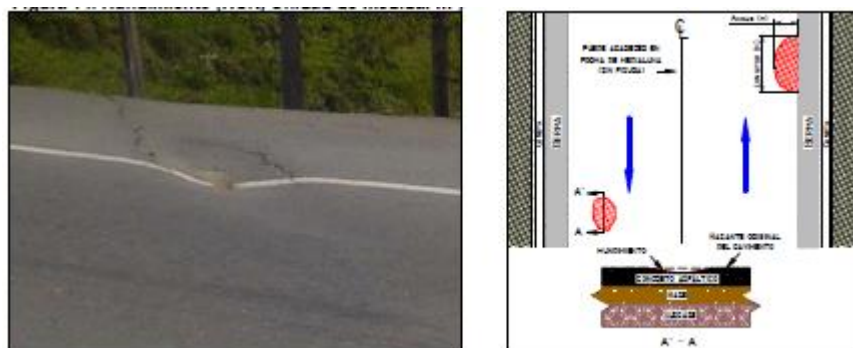


Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades: Los mismos de 3.3.1.10

3.3.1.12. Hundimiento (HUN). Los hundimientos corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante. Los hundimientos pueden estar orientados de forma longitudinal a transversal al eje de la vía o pueden tener forma de medialuna [23].

Figura 33. Hundimiento (HUN).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

Baja: Profundidad menor que 20 mm.

Media: Profundidad entre 20 mm y 40 mm.

Alta: Profundidad mayor que 40 mm [23].

3.3.1.13. Ahuellamiento (AHU). Es una depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos. Con frecuencia se encuentra acompañado de una elevación de las áreas adyacentes a la zona deprimida y de Fisuración [24].

Figura 34. Ahuellamiento (AHU).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

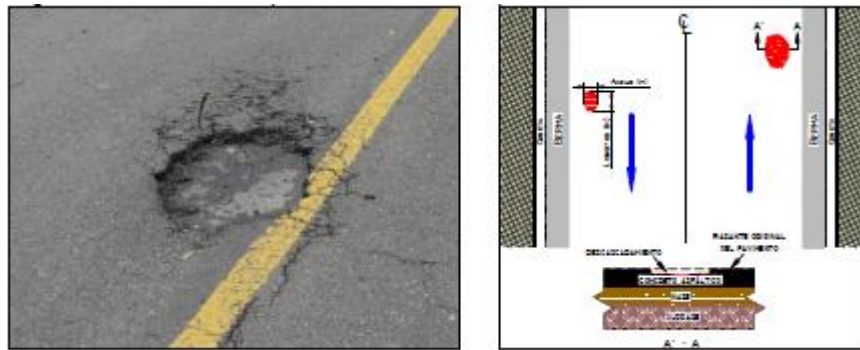
Baja: Profundidad menor que 10 mm.

Media: Profundidad entre 10 mm y 25 mm.

Alta: Profundidad mayor que 25 mm [24].

3.3.1.14. Descascaramiento (DC). Corresponde al desprendimiento de parte de la capa asfáltica, sin llegar a afectar las capas asfálticas subyacentes [25].

Figura 35. Descascaramiento (DC).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

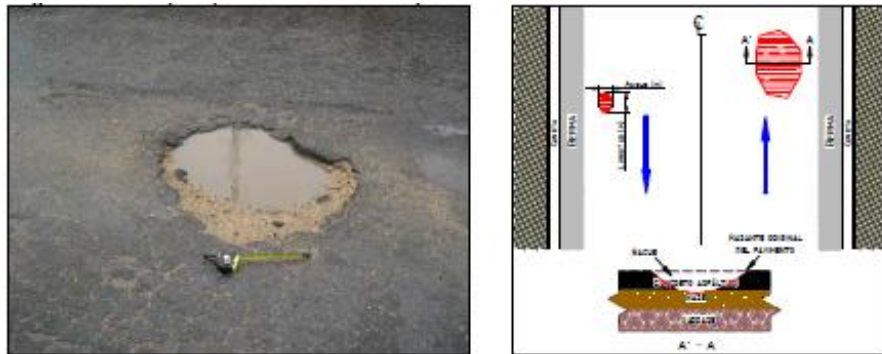
Baja: Profundidad menor que 10 mm.

Media: Profundidad entre 10 mm y 25 mm.

Alta: Profundidad mayor que 25 mm [25].

3.3.1.15. Baches (BCH). Desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuesta los materiales granulares [25].

Figura 36. Baches (BCH).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

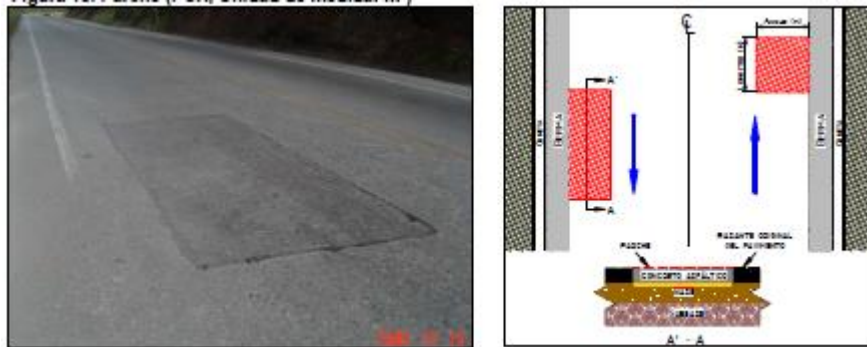
Baja: Profundidad de afectación menor o igual que 25 mm.

Media: Profundidad de afectación entre 25 mm y 50 mm.

Alta: Profundidad de afectación mayor que 50 mm [26].

3.3.1.16. Parche (PCH). Corresponde a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente [26].

Figura 37. Parche (PCH).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

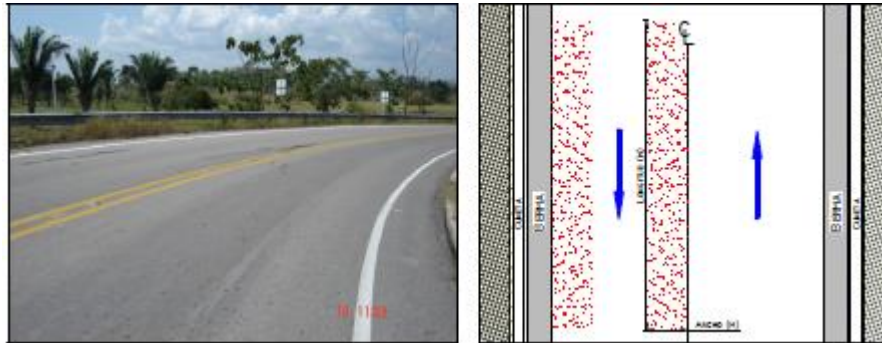
Baja: El parche está en muy buena condición.

Media: El parche presenta daños de severidad bajo o media y deficiencia en los bordes.

Alta: El parche está gravemente deteriorado, requiere ser reparado [27].

3.3.1.17. Desgaste superficial (DSU). Corresponde al deterioro del pavimento ocasionado principalmente por la acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos. Se presenta como pérdida de ligante y mortero [28].

Figura 38. Desgaste superficial (DSU).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

Baja: Cuando la superficie ha perdido su textura uniforme y se muestra ligeramente áspera o rugosa, con irregularidades hasta de 3 mm aproximadamente.

Media: Cuando la profundidad de las irregularidades es mayor de 3 mm y llega hasta 10 mm.

Alta: En la superficie ha comenzado a producirse la desintegración superficial de la capa de rodadura y se presentan desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la calzada [28].

3.3.1.18. Pérdida de agregado (PA). Corresponde a la desintegración de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y agentes climáticos [29].

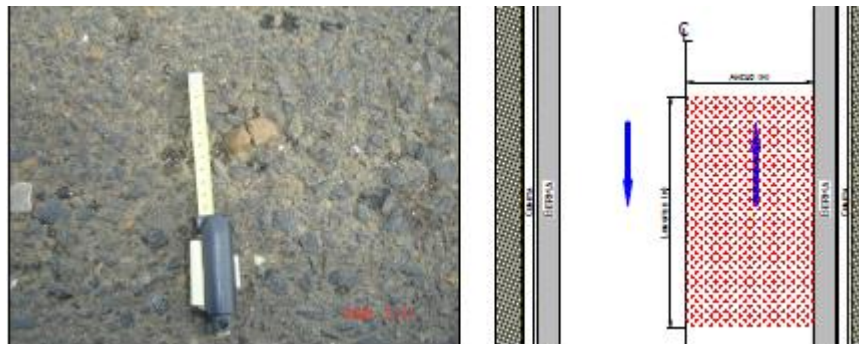
Figura 40. Pulimiento del agregado (PU).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

3.3.1.20. Cabezas duras (CD). Corresponde a la presencia de agregados expuestos fuera del mortero arena-asfalto que puede llegar a aumentar la rugosidad del pavimento [30].

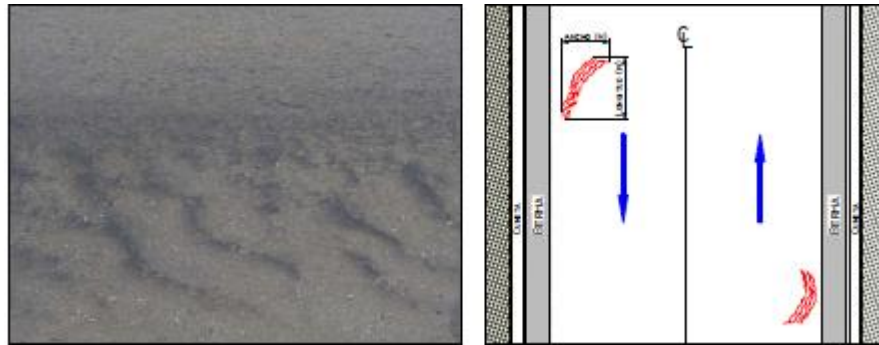
Figura 41. Cabezas duras (CD).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

3.3.1.21. Exudación (EX). Presenta una película o afloramiento del ligante sobre la superficie del pavimento generalmente brillante, resbaladiza y usualmente pegajosa [31].

Figura 42. Exudación (EX).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

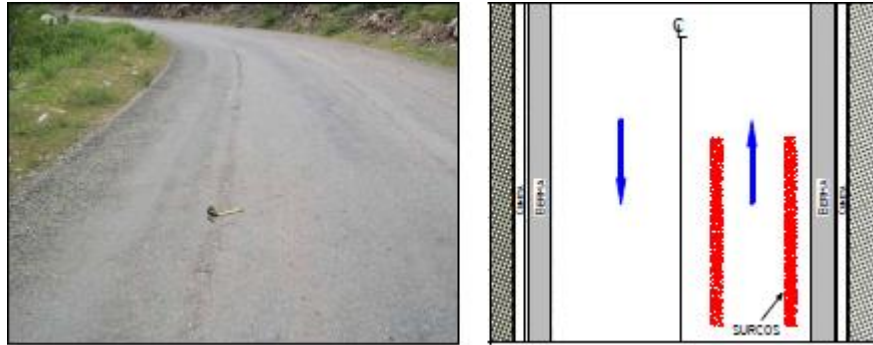
Baja: La exudación se hace visible en la superficie, en franjas aisladas y de espesor delgado que no cubre los agregados gruesos.

Media: Apariencia característica, con exceso de asfalto que conforma una película que cubre parcialmente los agregados, con frecuencia localizada en las huellas del tránsito, se torna pegajoso en climas cálidos.

Alta: Presencia de una cantidad significativa de asfalto en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, lo que da un aspecto húmedo de intensa coloración [31].

3.3.1.22. Surcos (SU). Son franjas o canales longitudinales donde se han perdido los agregados de la mezcla asfáltica [32].

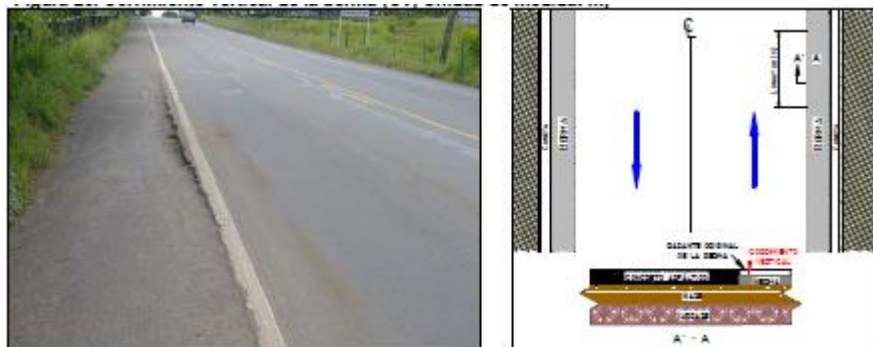
Figura 43. Surcos (SU).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

3.3.1.23. Corrimiento vertical de berma (CVB). Es una diferencia de elevación entre la calzada y la berma, debido a un desplazamiento de la berma [32].

Figura 44. Corrimiento vertical de berma (CVB).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

Baja: Desplazamiento menor que 6 mm.

Media: Desplazamiento entre 6 mm y 25 mm.

Alta: Desplazamiento mayor que 25 mm [33].

3.3.1.24. Separación de la berma (SB). Indica el incremento en la separación de la junta existente entre la calzada y la berma [33].

Figura 45. Separación de la berma (SB).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

Severidades:

Baja: Abertura menor que 3 mm.

Media: Abertura entre 3 mm y 10 mm.

Alta: Abertura mayor que 10 mm [34].

3.3.1.25. Afloramiento de finos (AFI). Corresponde a la salida de agua infiltrada junto con materiales finos de la capa de base por la grietas cuando circulan sobre ellas las cargas de tránsito [34].

Figura 46. Afloramiento de finos (AFI).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

3.3.1.26. Afloramiento de agua (AFA). Hace referencia a la presencia de agua en la superficie del pavimento en momentos en los cuales no hay lluvia [35].

Figura 47. Afloramiento de agua (AFA).



Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, 2006.

4. METODOLOGIA Y RECOPIACION DE LA INFORMACIÓN

En este capítulo se hará una descripción de cómo se recopiló la información concerniente a señalización vertical, señalización horizontal, estado del pavimento y cómo se copió dicha información en el software ArcGIS 10.2. También contará con una descripción del aforo vehicular y peatonal.

4.1 DEMARCACIÓN DE LA CARRETERA

Previamente a la recolección de la información de campo, se hizo una visita a la zona en estudio para demarcar la carretera cada 10 metros empleando pintura blanca en aceite, brocha y un odómetro con el objetivo de hacer un registro más adecuado en la toma de datos.

4.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Para realizar el registro de la información de campo existente, se consultó el *manual para el mantenimiento de la red vial secundaria* [36] emitido por el ministerio de transporte y la universidad Javeriana, donde se encuentra un formato para el diagnóstico de la señalización vertical (Anexo A), dicho formato fue adoptado para el desarrollo del presente proyecto. El formato evalúa aspectos tales como tipo de señal (reglamentaria, preventiva, informativa y transitoria) usando como guía para los códigos de las señales el Manual de señalización vial del 2015, ubicación de la señal (izquierda o derecha en el sentido Piedecuesta-Los Santos), estado físico de la señal, entre otros. Una vez se estableció el formato a usar, se realizó la visita a la zona de estudio y por medio de inspección visual se hizo registro escrito y fotográfico de la señalización cada 10 metros.

4.3. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

El formato usado para la recolección de la información de campo se obtuvo del *manual para el mantenimiento de la red vial secundaria* [37] , ese formato evalúa aspectos tales como ubicación de la señal (izquierda, derecha en el sentido Piedecuesta –Los Santos), tipo de señal existente (línea de borde, línea central, tachas reflectivas, defensas metálicas y captafaros), estado físico de la señalización (bueno, regular, malo) y observaciones (incompleta, sucia, despintada, despegada, deformada y desnivelada) (Anexo B) .Ya establecido el formato se hizo una vista a la zona y por medio de inspección visual se registró la información existente cada 10 metros.

4.4. ESTADO DEL PAVIMENTO

En el formato a utilizar para el levantamiento de la información de campo existente se incluyeron aspectos que de alguna manera fueran fáciles de medir e identificar, debido a que la toma de datos se hizo por el método de inspección visual, el cual es sencillo y económico para realizar este tipo de estudios. En el formato propuesto se puede registrar si el pavimento tiene berma, la longitud de la berma, si el tramo tiene daños, el tipo de daño, el estado del pavimento, entre otros (Anexo C) .Para la identificación de los tipos de daños se utilizó como guía el *manual para la inspección visual de pavimentos flexibles* formulado por la universidad Nacional y el ministerio de transportes-Instituto Nacional de vías. El tramo se recorrió lentamente a pie y se hizo registro escrito y fotográfico de cada una de las fallas observadas.

4.5. AFOROS.

En primer lugar la recolección de datos se realizó en colaboración conjunta con Manuel Fernando Gómez, Renix Paola Navarro, María Alejandra Pardo, Carlos Alfredo Gómez y Edwin Antonio Silva quienes también tiene como proyecto de grado el diagnóstico del estado actual de la malla vial y señalización de la vía

Piedecuesta -Los Santos, pero con una variante, la cual es el tramo estudiado, es decir con tramos de diferente abscisas (kilometraje) al evaluado en el presente trabajo de grado.

Se realizó aforos los días martes 16 de agosto, miércoles 17 de agosto, sábado 20 de agosto y domingo 21 de agosto del presente año, en intervalos de 15 minutos, esta actividad se realizó por 12 horas continuas de 6 AM a 6 PM, se realizó aforos hasta las 6 pm por que la última buseta que iba de Los Santos hacia Bucaramanga pasaba a las 6 pm, el sitio donde se llevó a cabo el aforo fue cerca al restaurante llamado Bonanza. El formato de campo considera información sobre el tipo de vehículos como lo son taxis, autos, colectivos, busetas, bicicletas, motos, peatones y camiones que se clasificaron de acuerdo a lo propuesto por el INVIAS que los clasifica de la siguiente manera: C-2P, C-2G, C-3-4, C-5, >=C-6 (Anexo D).

5. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se encuentran los resultados del procesamiento de la información de campo de la señalización vertical y horizontal, del pavimento, del aforo vehicular y peatonal. El procesamiento de la información recolectada se realizó usando herramientas de Microsoft Excel.

5.1 SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

El análisis de los datos arrojó que el 75% de las señales se encuentran en buen estado físico, lo que equivale a 55 señales; el 11% de las señales están en estado regular que representa 13 señales y el 14% en mal estado, que equivale a 10 señales (figura 48-a) (figura 48-b) para un total 73 señales encontradas en la vía.

Figura 48-a. Número de señales verticales según su estado físico.

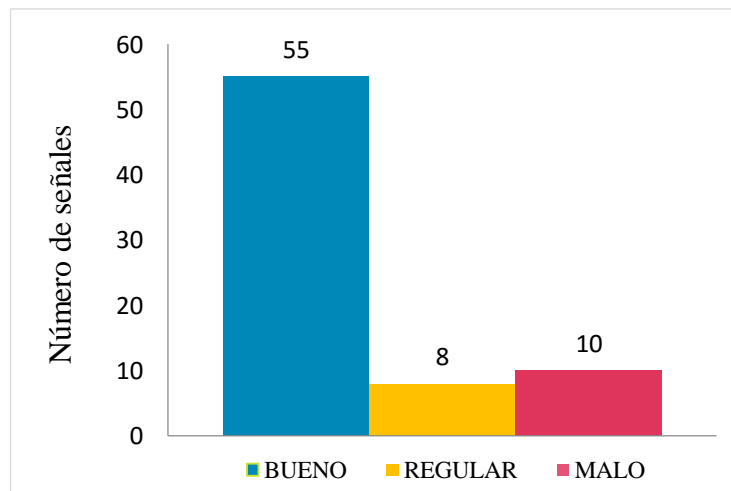
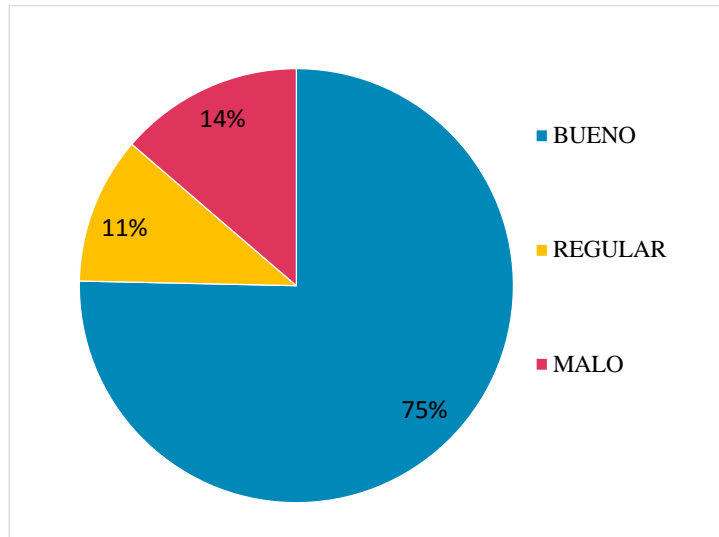


Figura 48-b. Porcentaje de señales verticales según su estado físico.



Del total de señales registradas, 58 son señales preventivas, 13 señales son reglamentarias y 2 son señales informativas, que representan un 79%, 18% y 3% respectivamente (ver las figura 49-a y figura 49-b).

Figura 49-a. Número de señales verticales según el tipo de señal.

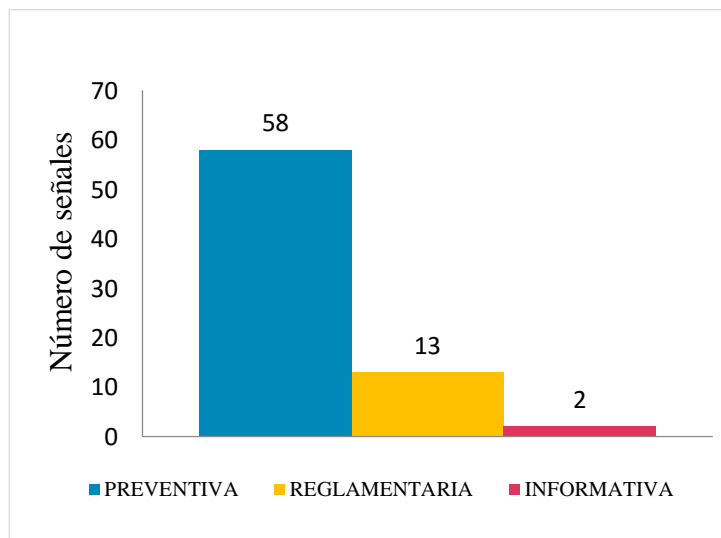
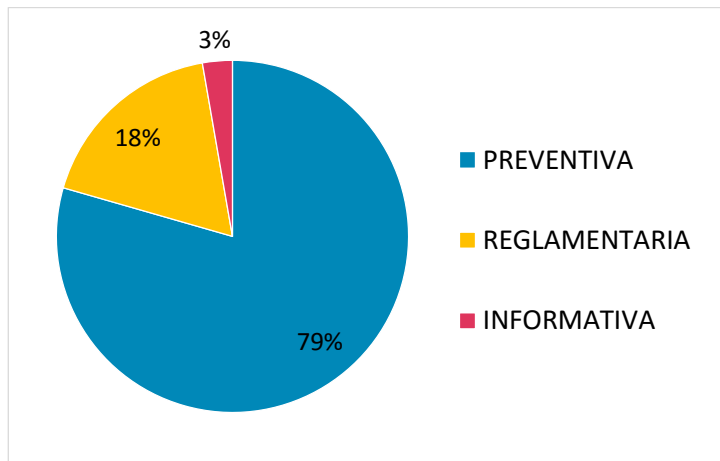


Figura 49-b. Porcentaje señales verticales según el tipo de señal.



Adicionalmente el 44% de las señales requieren labores de limpieza, el 25% se necesitan pintar, el 15% requiere reparación, 5% se debe reponer y el 11% no necesita ninguna intervención (figura 50).

También se evidenció la presencia de señales que estaban repetidas y separadas entre sí por distancias cortas (figura 51).

Figura 50. Porcentaje señales verticales que requieren intervención.

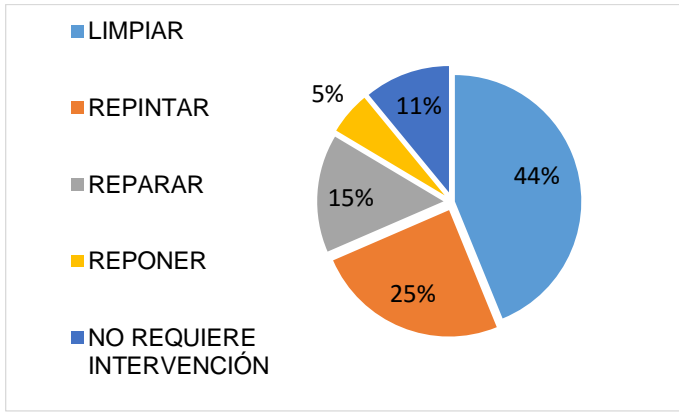


Figura 51. Señales repetidas de incorporación de tránsito desde la derecha (SP-22) y de zona escolar (SP-47).



5.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

En el capítulo 4 se mencionó que la carretera se demarcó cada 10 metros, por lo que para una distancia de 4 kilómetros se obtendrían 400 tramos de vía de los cuales el 61% está en mal estado, cifra que equivale a 242 tramos, los cuales representan aproximadamente 2,42 kilómetros de vía; 23% en estado regular que equivale a 92 tramos y el 16% en buen estado, correspondiente a 66 tramos de vía (figura 52-a y figura 52-b).

Por otro lado se encontró que la línea de borde existe en el 49% de los tramos (figura 53) y la línea central existe en el 12% de los tramos analizados (figura 54).

Figura 52-a. Tramos de vía según el estado de la señalización horizontal.

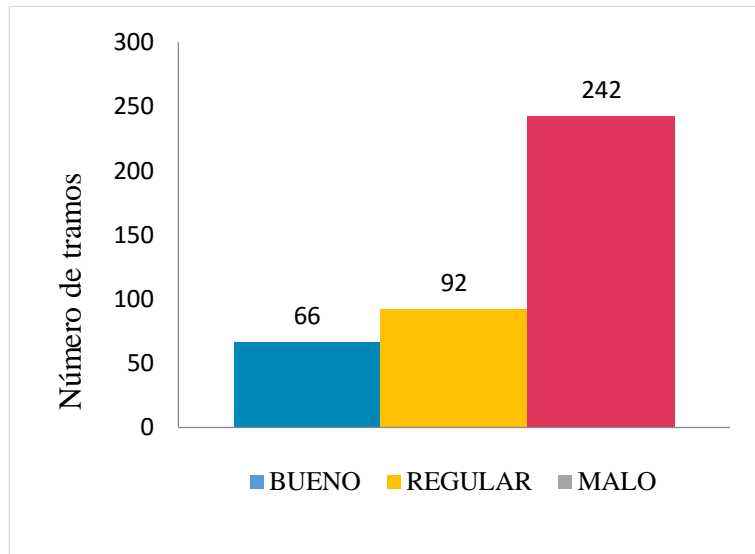


Figura 52-b. Porcentaje de tramos de vía según el estado de la señalización Horizontal.

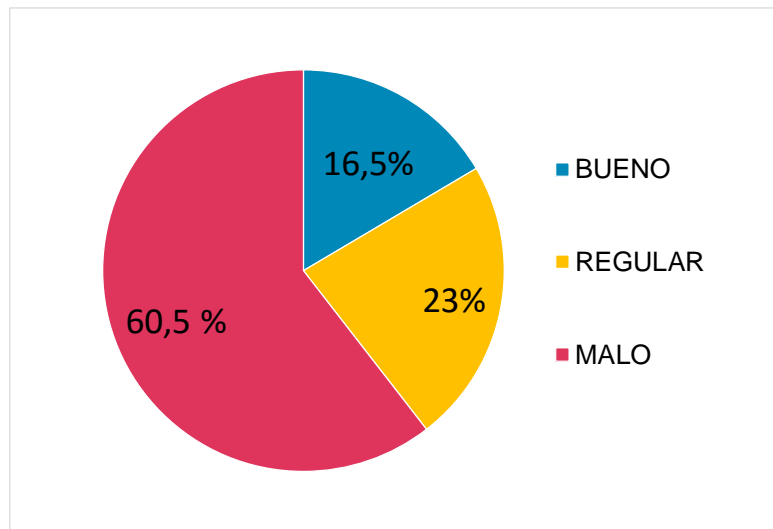


Figura 53. Porcentaje de tramos de vía donde existe línea de borde.

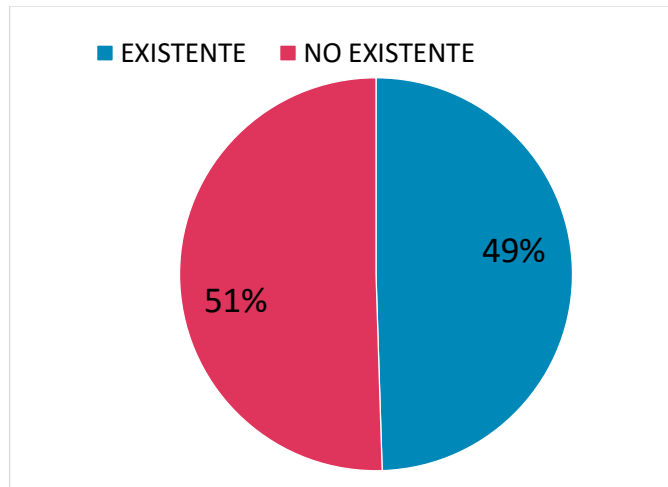
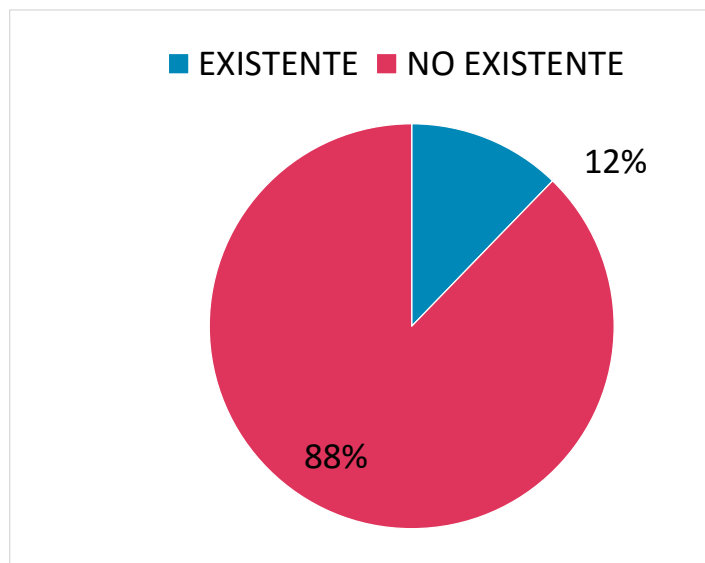


Figura 54. Porcentaje de tramos de vía donde existe línea central.



En cuanto a las tachas reflectivas, estas existen en aproximadamente en el 1% de los tramos evaluados, valor que representa 5 tramos de vía, es decir una distancia aproximada de 0.05 kilómetros de vía (figura 55-a y figura 55-b).

Figura 55-a. Porcentaje de tramos de vía donde existe tachas reflectivas.

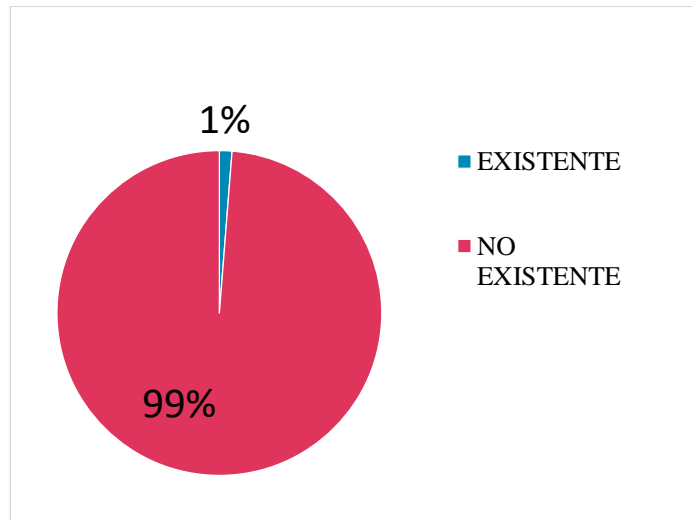
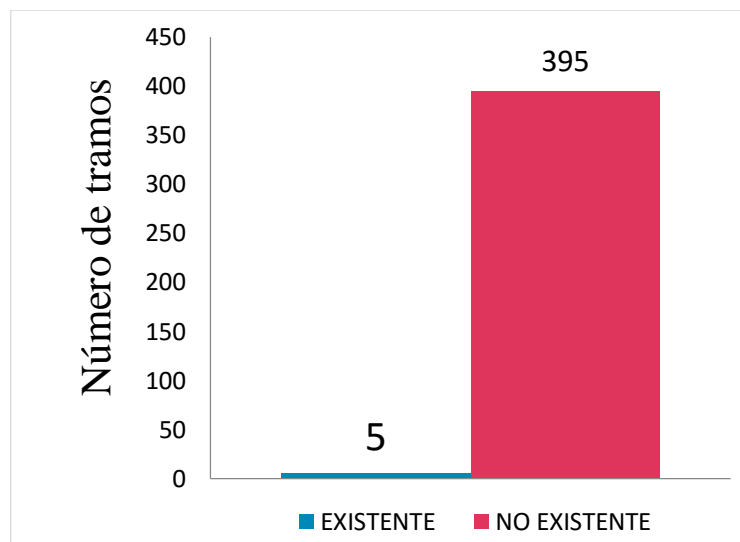


Figura 55-b. número de tramos de vía donde existe línea de borde.



Adicionalmente se encontró que el 48% de los tramos no cuentan con ningún tipo de señalización, es decir no tiene línea de borde o línea central, tachas reflectivas etc., esto equivale a 190 tramos de 400 evaluados, en el 11% de los tramos la señalización está incompleta, en el 18% despintada y en el 6% se encuentra sucia (figura 56-a; 56-b).

Figura 56-a. Número de tramos de vía con las diferentes observaciones.

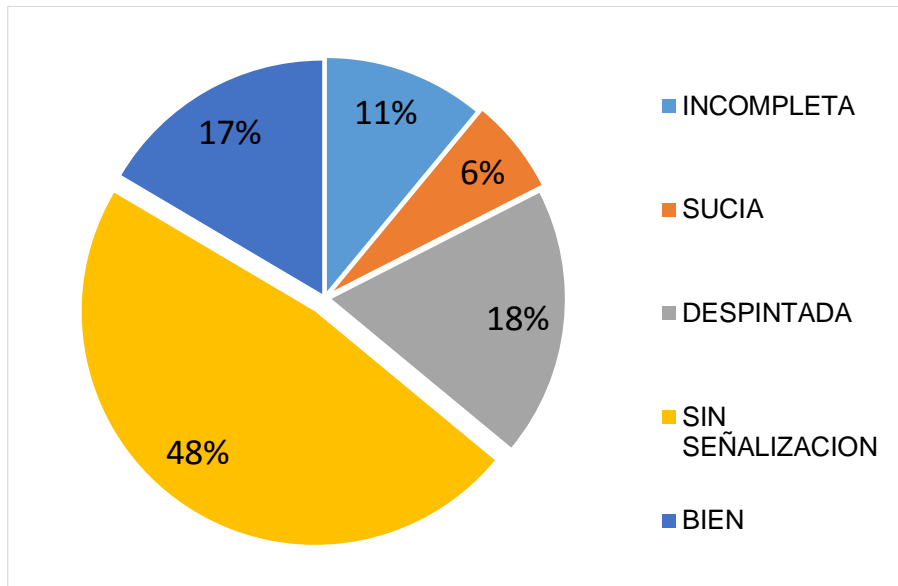
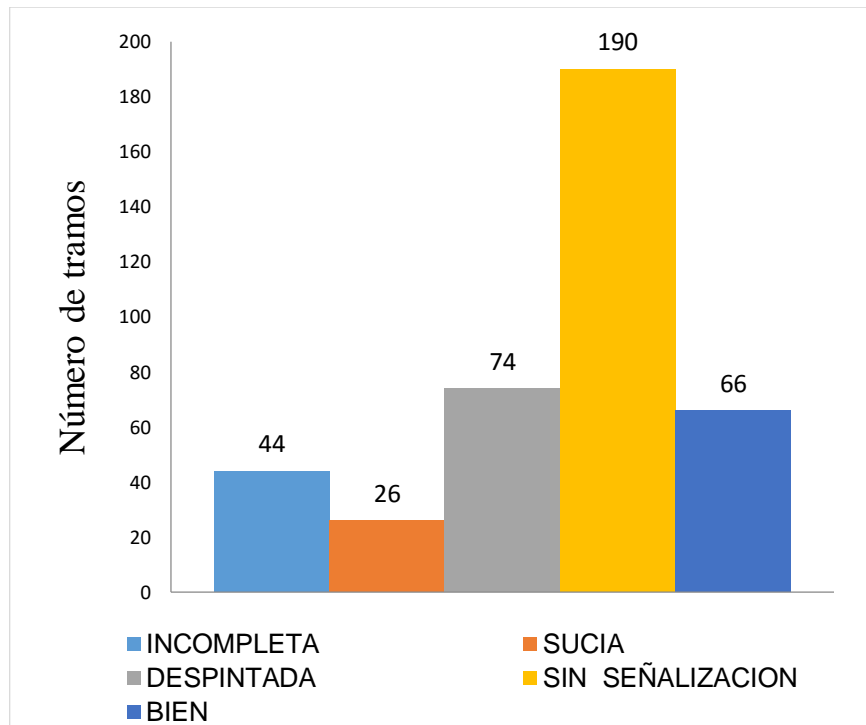


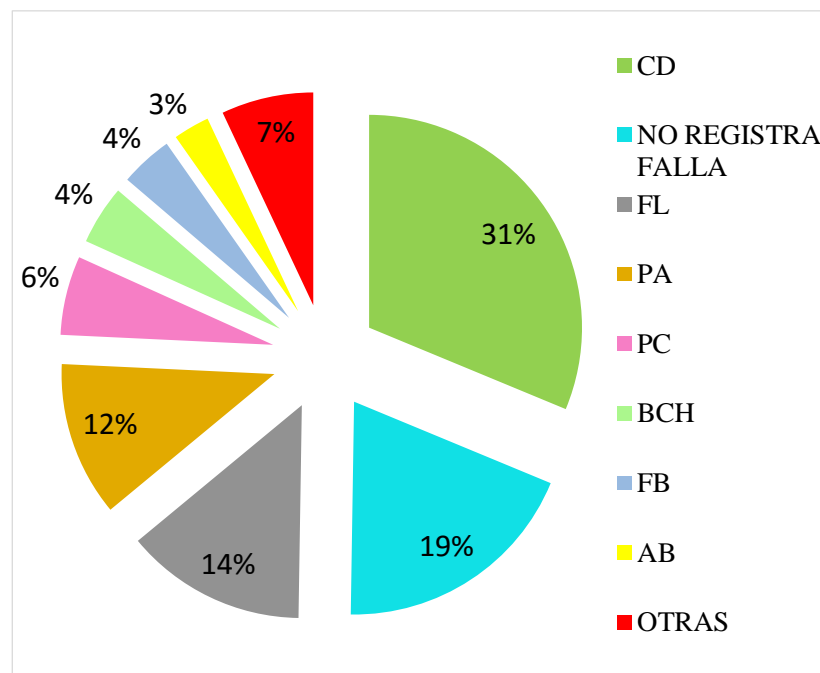
Figura 56-b. Número de tramos de vía con las diferentes observaciones.



5.3. ESTADO DEL PAVIMENTO.

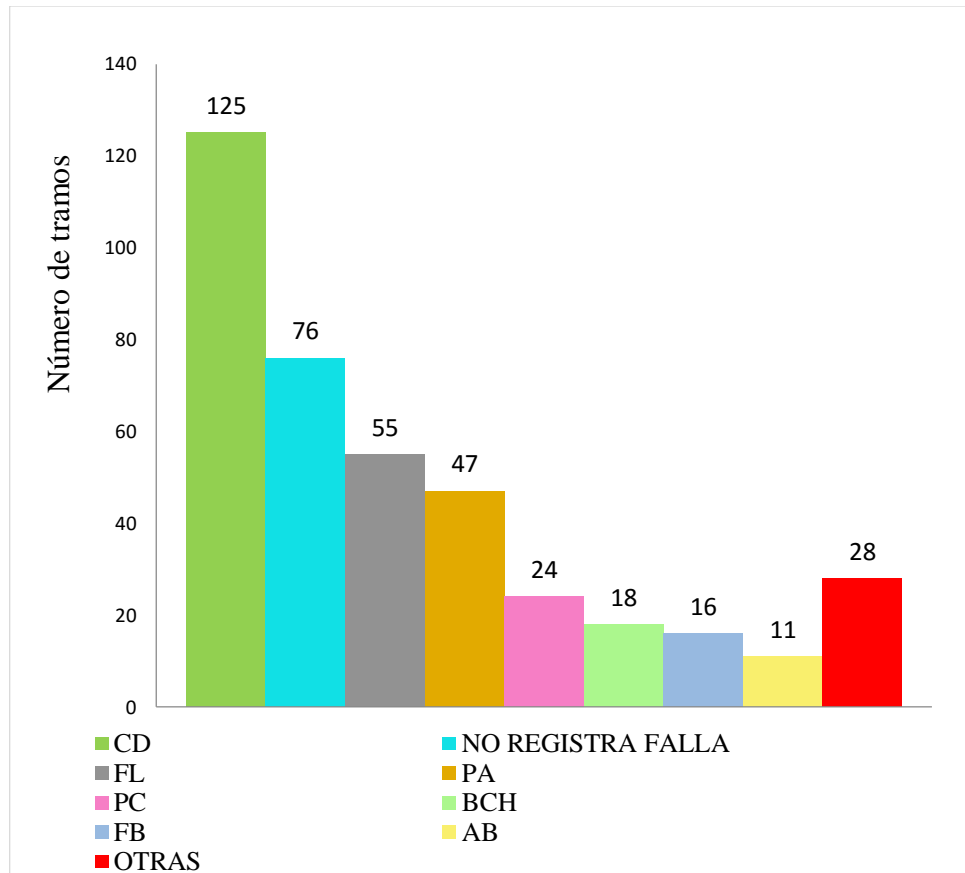
Al analizar los datos recopilados, se encontró que la falla más predominante es la denominada cabeza dura (CD) que se encuentra presente en el 31% de los tramos evaluados, seguida de la falla fisura longitudinal (FL) encontrándose en el 14% de los tramos, el 19% de los tramos no presenta fallas, el 12 % presenta perdida de agregado (PA), el 6% evidencia falla piel de cocodrilo (PC), la falla denominada baches (BCH) está presente en el 4% de los tramos, las fisuras de bloque (FB) están presentes en el 4% de los tramos, el 3% de tramos tiene abultamiento (AB) y finalmente el 7% de los tramos presentan otro tipo de fallas tales como fisura transversal(FT), fisura longitudinal en junta de construcción (FCL), fisura en medialuna (FML), ahuellamiento (AHU), descascaramiento (DC), parche (PCH), desgaste superficial (DSU) , ver figura 57-a.

Figura 57-a. Porcentaje de tramos de vía con las diferentes fallas principales en el pavimento.



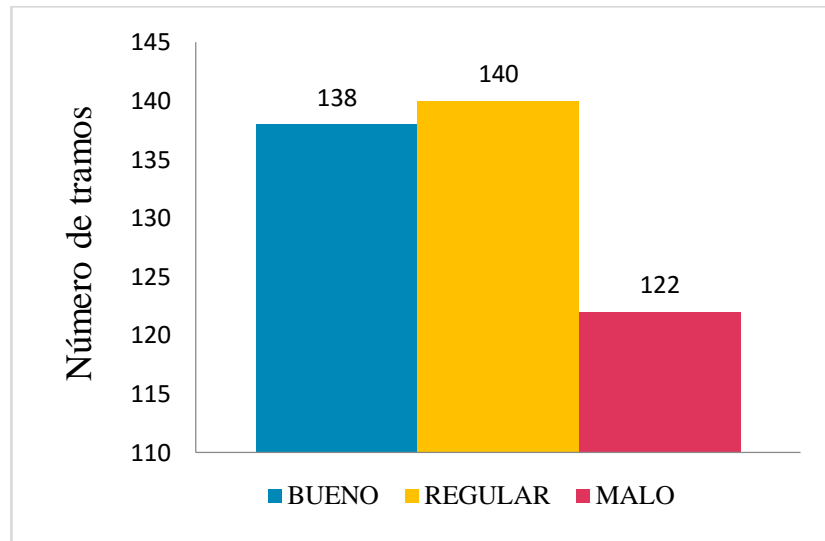
En la figura 57-b se observa el número de tramos que presentan las diferentes patologías.

Figura 57-b. Número de tramos de vía con las diferentes fallas principales en el pavimento.



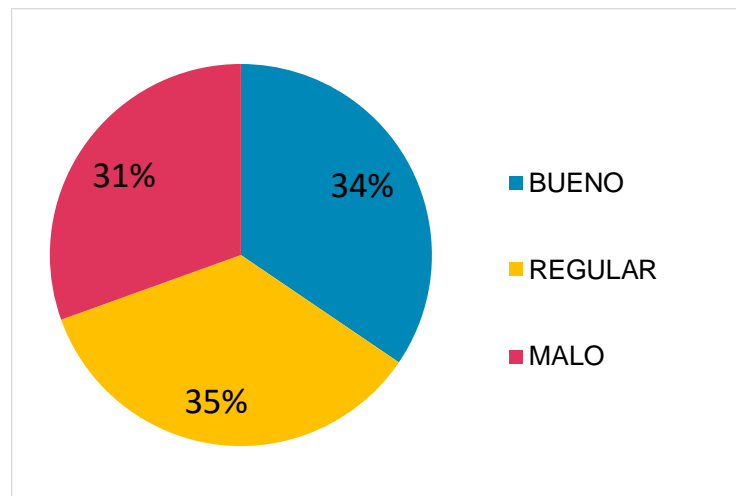
En términos generales el estado de pavimento en 122 tramos de 400 evaluados se encuentra en mal estado, 128 están en buen estado y 140 tramos están en regular estado (figura 58-a).

Figura 58-a Número de tramos de vía según el estado físico del pavimento.



En la figura 58-b se puede observar el estado del pavimento representado en porcentaje.

Figura 58-b. Porcentaje de tramos de vía según el estado físico del pavimento.



5.4. AFOROS VEHICULARES Y PEATONALES.

El aforo vehicular y peatonal se realizó con el único objetivo de conocer cuál es la hora de máxima demanda para los días en que se realizaron los conteos.

5.4.1. Aforo vehicular. En la tabla 2 se muestra la hora de máxima demanda para los días en que se realizaron los aforos para el sentido Piedecuesta –Los Santos, el comportamiento del flujo vehicular en los días de estudio puede verse en la figura 59, si se observa detenidamente la gráfica se puede observar el volumen máximo de vehículos equivalentes para cada día y su respectiva hora pico. De igual forma en la tabla 3 se encuentra en resumen la hora pico y volumen máximo de vehículos equivalentes para cada uno de los días analizados en el sentido Los Santos – Piedecuesta.

Tabla 2. Hora de máxima demanda en el sentido Piedecuesta- Los Santos.

	MARTES	MIERCOLES	SABADO	DOMINGO
HORA PICO	4:45-5:45 pm	6:30-7:30 am	3:15 - 4:15 pm	11:30-12:30 m
VOLUMEN [vehi equiv/h]	172	192	273	499

Tabla 3. Hora de máxima demanda en el sentido Los Santos –Piedecuesta.

	MARTES	MIERCOLES	SABADO	DOMINGO
HORA PICO	6:15 - 7:15 AM	5 - 6 PM	5 - 6 PM	5 - 6 PM
VOLUMEN [vehi equiv/h]	172	176	214	706

Figura 59. Comportamiento del tránsito en el sentido Piedecuesta- Los Santos.

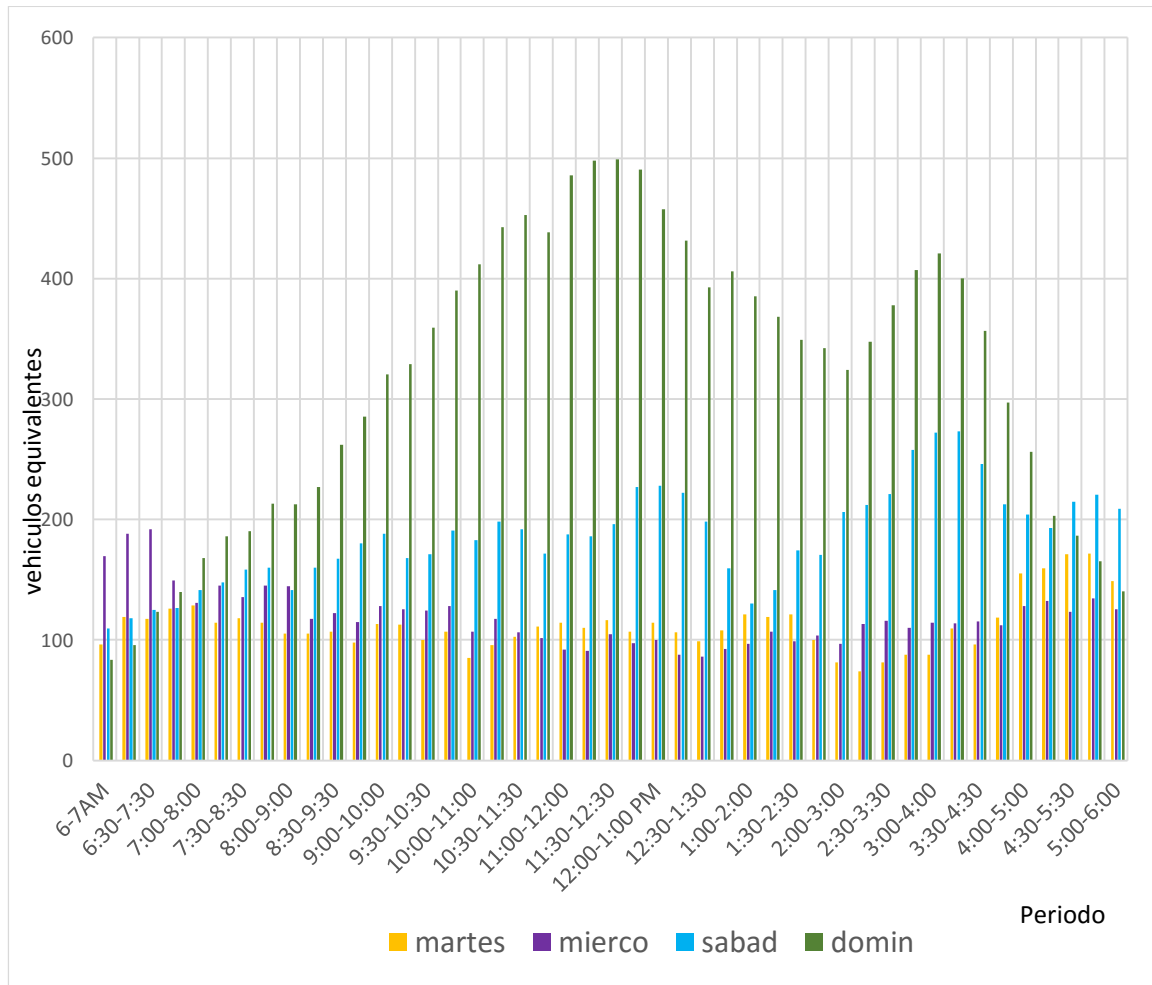
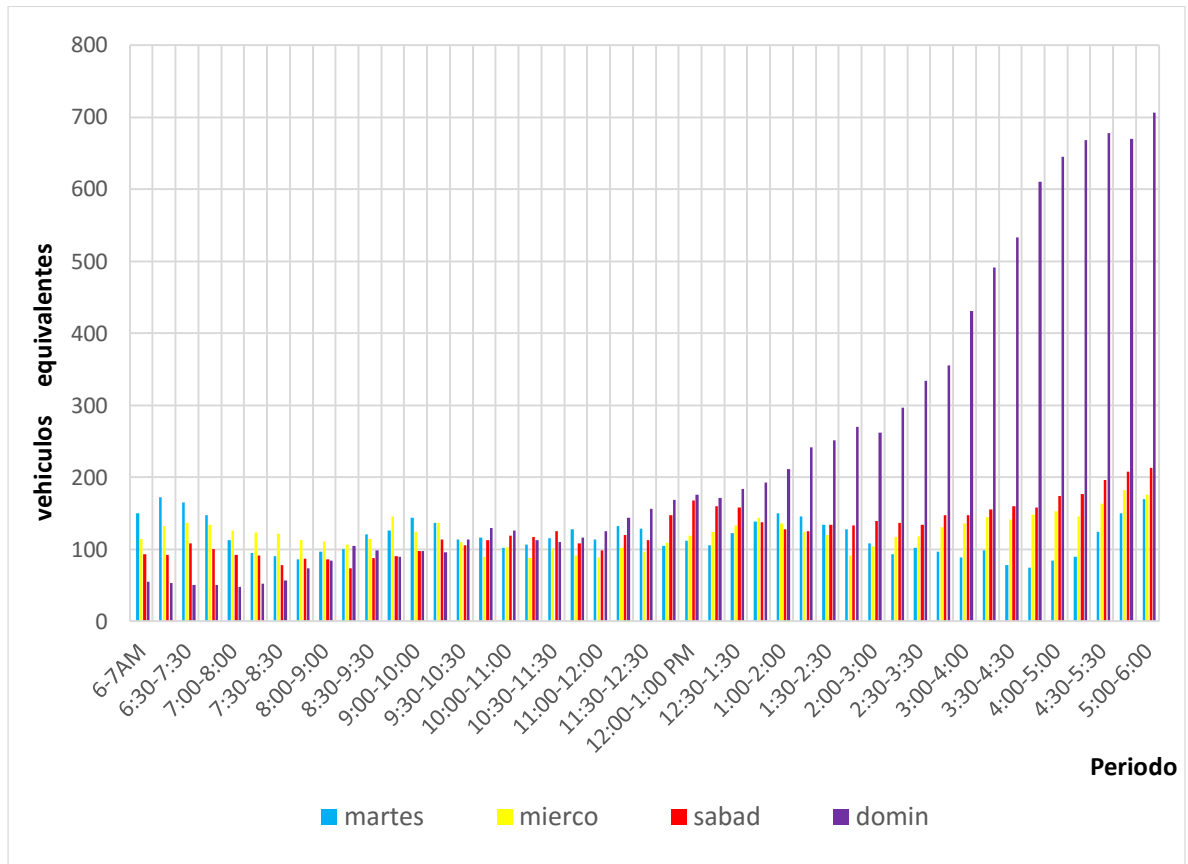


Figura 60. Comportamiento del tránsito en el sentido Los Santos – Piedecuesta.



En la figura 60 se puede observar que para los días martes, miércoles y sábado el flujo de tránsito vehicular fue aproximadamente uniforme mientras que para el día domingo hubo un elevado flujo vehicular sobre todo en las horas de la tarde, esto puede deberse a que los vehículos que han ido a la mesa de Los Santos los días anteriores e incluso el mismo día, están retornando a la ciudad o a sus hogares.

5.4.2. Aforo peatonal. Al realizar el análisis de los datos para los peatones se encontró que tanto para el sentido Los Santos –Piedecuesta como viceversa el promedio de peatones es de 1 por minuto, en las tablas 4 y 5 se encuentran los resultados junto con la hora pico para cada día.

Tabla 4. Hora de máxima demanda en el sentido Piedecuesta- Los Santos.

	MARTES	MIERCOLES	SABADO	DOMINGO
HORA PICO	1:15-2:15 pm	11:00-12:00 m	8:00-9:00 am	2:00-3:00 pm
VOLUMEN [peat/min]	0,18	0,017	0,02	0,067

Tabla 5. Hora de máxima demanda en el sentido Los Santos- Piedecuesta.

	MARTES	MIERCOLES	SABADO	DOMINGO
HORA PICO	3:00-4:00 pm	4:00-5:00 pm	11:00-12:00 m	5:00-6:00 pm
VOLUMEN [peat /min]	0,07	0,05	0,03	0,033

6. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN EN EL SOFTWARE ARCGIS 10.2.

6.1. PAVIMENTO.

Con los datos obtenidos en campo se procedió a diligenciarlos de forma digital usando el software Excel con el fin de exportar los datos al software ArcGIS 10.2. Con los atributos correspondientes al “ESTADO” se definió una gama de colores para diferenciar de manera visual el diagnóstico:

Bueno → Verde

Regular → Amarillo

Malo → Rojo

Finalmente se cargó una imagen RASTER de la zona, la cual se obtuvo mediante el software SAS Planet y google maps. En la Figura 61 se muestra como se visualiza en forma general la información del estado del pavimento elaborado en el software ArcGIS 10.2.

Figura 61. Visualización general del estado del pavimento en ArcGIS 10.2.



Se puede consultar el estado en cualquiera de los 400 tramos (cada uno de 10 metros) presentes, mediante la herramienta llamada **HTML popup**, en donde se puede apreciar el PR Inicial, PR Final, Ancho de calzada, estado, tipo de falla principal, tipo de falla secundaria y registro fotográfico para cada uno de los 400 puntos como se muestra en la figura 62.

Figura 62. Visualización de la información del pavimento que contiene cada uno de los tramos de vía.



6.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.

Con los datos obtenidos en campo se procedió a diligenciarlos de forma digital usando el software Excel con el fin de exportar los datos al software ArcGIS. Con los atributos correspondientes al “EST_FIS” se definió una gama de colores para diferenciar de manera visual el diagnóstico:

Bueno → Verde

Regular → Amarillo

Malo → Rojo

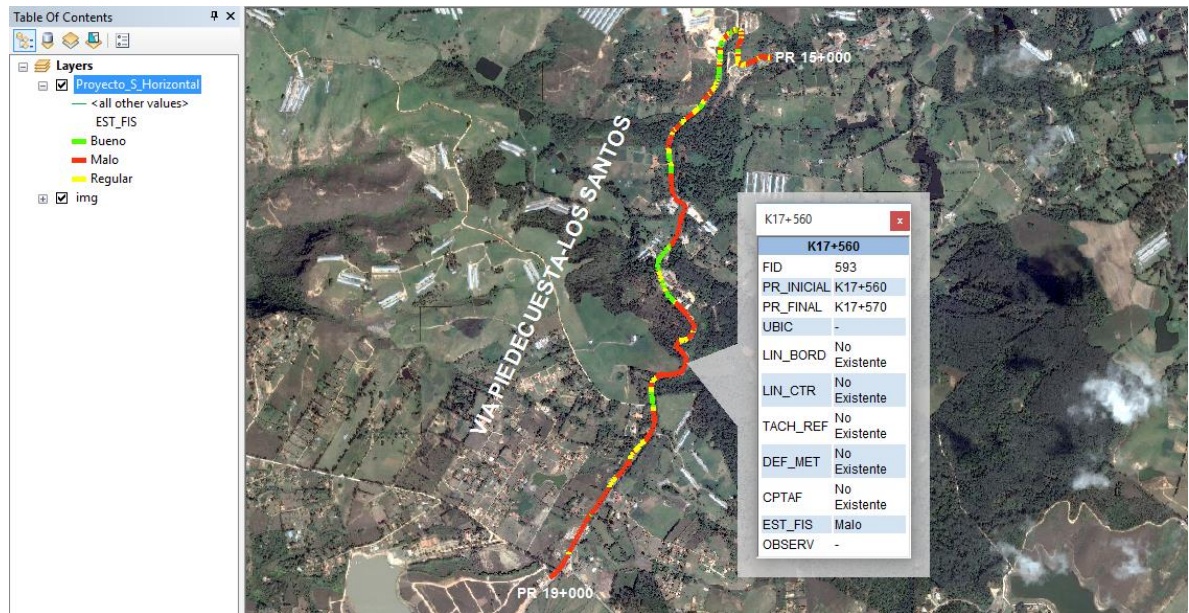
Finalmente se cargó una imagen RASTER de la zona, la cual se obtuvo mediante el software SAS Planet y google maps. En la Figura 63 se muestra como se visualiza en forma general la información del estado de la señalización horizontal elaborado en el software ArcGIS 10.2.

Figura 63. Visualización general del estado de la señalización horizontal en ArcGIS 10.2.



Se puede consultar el estado en cualquiera de los 400 tramos (cada uno de 10 metros) presentes, mediante la herramienta llamada **HTML popup** , en donde se puede apreciar PR Inicial, PR Final, ubicación de la señal, si existe línea de borde , línea central, tachas reflectivas , defensas metálicas, capta faros , estado físico de la señal y observaciones para cada uno de los 400 puntos como se muestra en la figura 64.

Figura 64. Visualización de la información de señalización horizontal que contiene cada uno de los tramos de vía.



En el shape correspondiente a señalización horizontal no se incluye una imagen de la señal, porque dicha señal se muestra de manera indirecta en el shape de estado del pavimento.

6.3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL.

Con los datos obtenidos en campo se procedió a diligenciarlos de forma digital usando el software Excel con el fin de exportar los datos al software ArcGIS. Con los atributos correspondientes al “ESTADO” se definió una gama de colores para diferenciar de manera visual el diagnóstico:

Bueno → Verde

Bueno/Bueno → Verde

Bueno/Regular → Verde Claro

Regular → Amarillo

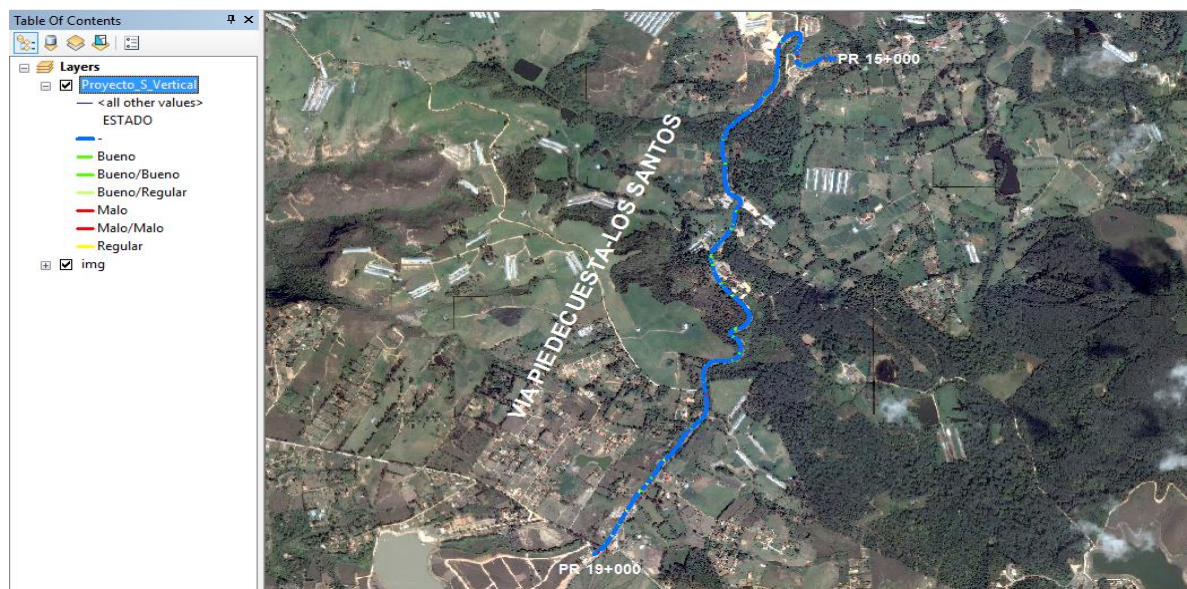
Malo → Rojo

Malo/Malo → Rojo

Bueno/Regular, Bueno/Bueno y Malo/Malo hace referencia a que en los tramos designados con los colores correspondientes existen dos señales, por ejemplo para el caso de Bueno/Regular se refiere a que una de las señales es buena y la otra regular.

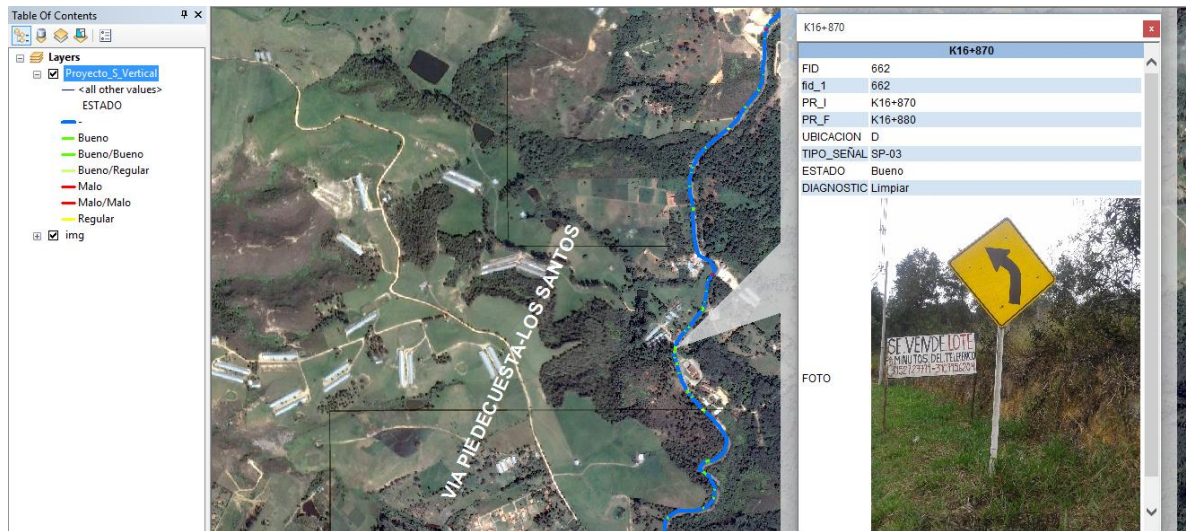
Finalmente se cargó una imagen RASTER de la zona, la cual se obtuvo mediante el software SAS Planet y google maps. En la Figura 65 se muestra como se visualiza en forma general la información de la señalización vertical elaborado en el software ArcGIS 10.2.

Figura 65. Visualización general del estado de la señalización vertical en ArcGIS 10.2.



Se puede consultar el estado en cualquiera de los 400 tramos (cada uno de 10 metros) presentes, mediante la herramienta llamada **HTML popup** , en donde se puede apreciar el PR Inicial, el PR Final, ubicación de la señal, tipo de señal, estado físico de la señal y observaciones para cada señal en cada uno de los 400 tramos de la vía como se muestra en la figura 66.

Figura 66. Visualización de la información de la señalización vertical que contiene cada uno de los tramos de vía.



7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, el 75% de las señales verticales existentes presentan buen estado físico, lo cual se podría considerar bueno porque previenen sobre riesgos menores, condiciones de la calzada e indican las limitaciones o prohibiciones.

En la señalización horizontal el 60,5 % de los tramos evidencia mal estado; considerándose malo porque el objetivo de la señalización horizontal como tal es guiar a los usuarios, así como regular el tráfico, esta cifra corresponde aproximadamente a 2,42 kilómetros de vía de los 4 kilómetros evaluados.

En cuanto al pavimento 1,4 kilómetros evidencia un estado regular y 1,2 kilómetros evidencia mal estado, lo que podría catalogarse como un estado malo ya que una calzada en buen estado es aquella que presenta ningún tipo de falla y brinda un buen servicio.

El pavimento evidenció daños originados por fallas tales como cabeza dura (CD), fisura longitudinal (FL), fisura transversal(FT), fisura longitudinal en junta de construcción (FCL), fisura en medialuna (FML), ahuellamiento (AHU), descascamiento (DC), parche (PCH), desgaste superficial (DSU), pérdida de agregado(PA), piel de cocodrilo(PC), baches (BCH), fisura de bloque(FB), siendo la falla más predominante la de cabeza dura (CD), que está presente en 1,25 kilómetros de vía, la falla fisura longitudinal (FL) se encuentra en 0,55 kilómetros de vía.

El levantamiento de la señalización vertical y horizontal se llevó a cabo según lo descrito en el capítulo 3 del presente libro.

El aforo vehicular evidenció que el día donde se presentó más flujo vehicular fue el domingo, 499 vehículos equivalentes en la hora pico de 11:30 am – 12:30 m en el sentido Piedecuesta –Los Santos y 706 vehículos equivalentes en la hora pico de 5:00 pm – 6:00 pm en el sentido Los Santos- Piedecuesta.

La mayor parte de los tramos viales no cuenta con línea central existente por lo que se debe considerar los aspectos descritos en el manual de señalización vial tales como línea continua, línea segmentada, separación entre tachas.

Las tachas son prácticamente inexistentes en el tramo vial (3,95 Km), lo cual se podría considerar gravísimo puesto que su función es delinear de manera efectiva la ruta en condiciones de baja visibilidad o de noche lo que disminuye considerablemente el riesgo de accidentalidad.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda para la señalización horizontal colocar línea central sencilla continua y línea de borde sencilla continúa a lo largo de toda la vía. Así mismo colocar tachas reflectivas a lo largo de la línea de borde y la línea central de acuerdo a lo establecido en el manual de señalización del INVIAS.

Se recomienda colocar berma a lo largo de la vía e incluir sobre la berma una ruta de ciclo vía con un ancho de 1,2 metros según lo establecido en el manual de señalización del INVIAS.

Se recomienda el uso de delineadores de piso como el estoperol y demarcaciones planas en los tramos de vía descritos en la tabla 6.

Tabla 6. Recomendaciones sobre la señalización horizontal.

PR INI.	PR FIN.	SEÑAL	OBSERV.
K16+960	K16+970	Estoperol	REQUIERE
K16+970	K16+980	Demarcación de resalto	REQUIERE
K16+980	K16+990	Estoperol	REQUIERE
K16+990	K17+000	Estoperol	REQUIERE
K18+840	K18+850	Demarcación de pare	REQUIERE

Para la señalización vertical se recomienda instalar las señales SP-13, SP-70 y SP-04 en los tramos K15+380 al K15+390, K15+400 al K15+410, y K15+770 al

K15+780 respectivamente. Se recomienda instalar la señal SP-75 en los tramos K15+350 al K15+390, K16+070 al K16+100, K16+510 al K16+540, K16+840 al K16+870, K17+240 al K17+270 y K17+700 al K17+740. Remover un SP-22 en el K16+650 al K16+660 y un SP- 47 en el K17+120 al K17+130.En la tabla 7 se muestra con más detalle dichas recomendaciones.

Tabla 7. Recomendaciones sobre la señalización vertical.

PR INI.	PR FIN.	UBIC.	COD.	OBSER.
K15+350	K15+360	D	SP-75	REQUIERE
K15+360	K15+370	D	SP-75	REQUIERE
K15+370	K15+380	D	SP-75	REQUIERE
K15+380	K15+390	D	SP-75	REQUIERE
K15+380	K15+390	D	SP-13	REQUIERE
K15+400	K15+410	I	SP-70	REQUIERE
K15+770	K15+780	D	SP-04	REQUIERE
K16+070	K16+080	D	SP-75	REQUIERE
K16+080	K16+090	D	SP-75	REQUIERE
K16+090	K16+100	D	SP-75	REQUIERE
K16+510	K16+520	I	SP-75	REQUIERE
K16+520	K16+530	I	SP-75	REQUIERE
K16+530	K16+540	I	SP-75	REQUIERE
K16+650	K16+660	I	SP-22	REMOVER.
K16+840	K16+850	D	SP-75	REQUIERE
K16+850	K16+860	D	SP-75	REQUIERE
K16+860	K16+870	D	SP-75	REQUIERE
K17+120	K17+130	I	SP-47	REMOVER
K17+240	K17+250	I	SP-75	REQUIERE
K17+250	K17+260	I	SP-75	REQUIERE
K17+260	K17+270	I	SP-75	REQUIERE
K17+700	K17+710	D	SP-75	REQUIERE
K17+710	K17+720	D	SP-75	REQUIERE
K17+720	K17+730	D	SP-75	REQUIERE
K17+730	K17+740	D	SP-75	REQUIERE

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] GOBERNACION DEL HUILA – PORTAL DE CONTRATACIÓN. [Sitio web].Estudios y diseños para el mejoramiento de las vías que componen el anillo turístico del sur de Huila. [Consulta: 17 octubre 2016].Disponible en: http://contratacion.huila.gov.co/up_loads/?Archivo=20151104201030.pdf.

[2]. MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA. Manual de señalización vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogotá D.C: Diseñum tremens, 2015, p.17.

[3]. ALCALDÍA DE LOS SANTOS –SANTANDER. [Sitio web]: [consulta: 26 de septiembre 2016].Disponible en: http://www.lossantosantander.gov.co/informacion_general.shtml.

[4]. MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA. Op.cit, p.17.

[5]. Ibit, p.17.

[6].Ibit, p.359.

[7].Ibit, p. 361.

[8].CORONADO ITURBIDE Jorge, Manual centroamericano para diseño de pavimentos. Guatemala, 2002. Capítulo 5.p.2 [consulta: 5 de noviembre 2016]. Disponible en: <http://www.camineros.com/docs/cam060.pdf>.

[9]. Ibit, p.3.

[10].Ibit, p.4.

[11]. Ibit, p.12.

[12]. Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de transporte- Instituto Nacional de vías. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, Convenio interadministrativo 0587-03.Bogota D.C. 2006.p.1.

[13]. Ibit, p.2.

[14]. Ibit, p.3.

[15]. Ibit, p. 4.

[16]. Ibit, p. 5.

[17]. Ibit, p. 6.

[18]. Ibit, p. 7.

[19]. Ibit, p. 8.

[20]. Ibit, p. 9.

[21]. Ibit, p. 10.

[22]. Ibit, p. 11.

[23]. Ibit, p. 12.

[24]. Ibit, p. 13.

[25]. Ibit, p. 14.

[26]. Ibit, p. 15.

[27]. Ibit, p. 16.

[28]. Ibit, p. 17.

[29]. Ibit, p. 18.

[30]. Ibit, p. 19.

[31]. Ibit, p. 20.

[32]. Ibit, p. 21.

[33]. Ibit, p. 22.

[34]. Ibit, p. 23.

[35]. Ibit, p. 24.

[36]. Ministerio de transporte, Pontificia Universidad Javeriana. Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria (pavimentada y en afirmado). Capítulo 4: Mantenimiento de la señalización vial.p.93.

[37]. Ibit, p.92.

BIBLIOGRAFÍA

CORONADO ITURBIDE Jorge, Manual centroamericano para diseño de pavimentos. Guatemala, 2002.













GOBERNACION DEL HUILA – PORTAL DE CONTRATACIÓN. [Sitio web]. Estudios y diseños para el mejoramiento de las vías que componen el anillo turístico del sur de Huila. [Consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: http://contratacion.huila.gov.co/up_loads/?Archivo=20151104201030.pdf.

MINISTERIO DE TRANSPORTE DE COLOMBIA. Manual de señalización vial, dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia. Bogotá D.C: Diseñum tremens, 2015.

Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de transporte- Instituto Nacional de vías. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, Convenio interadministrativo 0587-03. Bogotá D.C. 2006.

Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de transporte- Instituto Nacional de vías. Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, Convenio interadministrativo 0587-03. Bogotá D.C. 2016.p.1-24.

ANEXO D. FORMATO DE CAMPO PARA AFOROS.

		DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LA MALLA VIAL Y SEÑALIZACIÓN DE LA VÍA PIEDEQUETA-LOS SANTOS											
		ESTUDIO DE VOLUMENES VEHICULARES											
Fecha (D.M.A): _____ Estación de Aforo: _____		Esquema											
Condición Climática: _____ Movimientos Aforados : _____													
Aforador: _____ Hoja _____ de _____													
Coordinador: _____ Hora de Inicio : _____ Hora Final : _____													
PER	MOV	AUTOS 	TAXIS 	COLEC. 	BUSETA 	C-2P 	C-2G 	C-3-4 	C5 	≥C6 	PEATONES 	Bicic. 	Motos 

Fuente: Instituto nacional de vías INVIAS.