



**Diagnóstico del estado actual de la vía de la vereda el Totumo en el municipio de Girardota
Antioquia.**

Santiago Serna Hincapié

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Civil

Asesores

Derly Estefanny Gómez García, Magíster (MSc)

Rubén Darío Zuleta Montoya, Ingeniero Civil

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Medellín, Antioquia, Colombia

2022

Cita	(Serna Hincapié, 2022)
Referencia	Serna Hincapie, S. (2022). <i>Diagnóstico del estado actual de la vía de la vereda el Totumo en el municipio de Girardota Antioquia</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Cespedes.

Decano: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de Contenido

Resumen	7
1. Introducción	8
2. Objetivos	9
2.1 Objetivo general	9
2.2 Objetivos específicos	9
3. Marco teórico	10
Etapa 1	10
3.1 Pavimentos	10
3.1.1 Fisuras	11
3.1.2 Deformaciones	12
3.1.3 Pérdida de las capas de la estructura	12
3.1.4 Daños superficiales	12
3.1.5 Otros Daños	12
3.2 Obras de drenaje	13
3.2.1 Obras de drenaje superficial	13
3.2.2 Obras de drenaje subterráneas	15
3.4 Taludes y terraplenes	15
Etapa 2	17
3.5 Diseño geométrico	17
Etapa 3	20
3.6 Señalización vial	20
4. Metodología	21
Etapa 1	21
4.1 Metodología de diagnóstico pavimento asfáltico	21

4.2 Metodología de diagnóstico obras de drenaje	23
4.3 Metodología de diagnóstico obras de estabilización.....	25
Etapa 2.....	28
4.4 Metodología de diagnóstico geometría de la vía.....	28
Etapa 3.....	28
4.5 Metodología de diagnóstico señales de tránsito	28
5. Resultados y Análisis.....	30
Etapa 1.....	30
5.1 Pavimentos	30
5.2 Obras de drenaje.....	38
5.2.3 Cunetas.....	38
5.2.4 Alcantarillas	42
5.3 Taludes y terraplén	47
Etapa 2.....	49
5.4 Diseño geométrico.....	49
Etapa 3.....	53
5.5 Señalización	53
6. Conclusiones	58
7. Referencias.....	59

Lista de tablas

Tabla 1 Valores de la velocidad de diseño de los tramos homogéneos	18
Tabla 2 Radios mínimos para curvas según la velocidad de diseño	19
Tabla 3 Tabla de resumen y análisis de datos	31
Tabla 4 Resumen de información recolectada sobre cuentas	38
Tabla 5 Resumen de la información recolectada sobre las alcantarillas	43
Tabla 6 Resumen de la información recolectada sobre las obras de estabilización.	48
Tabla 7 Resumen puntos críticos de curvatura.....	49
Tabla 8 Resumen de la información recolectada sobre las señales de tránsito	53

Lista de imágenes

imagen 1 Formato de campo para la evaluación del pavimento flexible.	22
imagen 2 Formato para la Inspección Visual de Cunetas.....	23
imagen 3 Formato para la Inspección Visual de Alcantarillas	24
imagen 4 Formato de Inspección de Taludes y Obras de Estabilización	26
imagen 5 Formato de Inspección Señales de Transito	28
imagen 6 Grafica área afectada por tramos	35
imagen 7 Distribución de los daños de severidad baja por tipo	36
imagen 8 Distribución de los daños de severidad media por tipo	36
imagen 9 Distribución de los daños de severidad alta por tipo	37

Resumen

La vía a la vereda el Totumo es la carretera que une la zona rural con la zona urbana y, actualmente se presentan varios deterioros en las diferentes partes que conforman la calzada. el presente trabajo fue realizado para cuantificar los deterioros en la vía desde una perspectiva técnica. Este trabajo evaluó el estado del pavimento, las obras de drenaje, taludes, se identificaron puntos críticos en la geometría de la vía y se evaluó la condición de las señales de tránsito. Para identificar el estado del pavimento, obras de drenaje y taludes se utilizó la metodología dada por el INVIAS en sus manuales de inspección visual. los puntos críticos de la vía se buscaron los lugares en los que la geometría de la vía causa incomodidad o inseguridad en el tránsito de los vehículos y se comparó su geometría con los valores mínimos exigidos por el INVIAS. Para las señales de tránsito se evaluó la condición física de estas y se determinó su funcionalidad en la vía. Como conclusiones se llegó a que el 27.22 % de toda el área de pavimento presenta daños y es necesario realizar intervenciones para corregir los daños y evitar mayores deterioros. las obras drenaje presentan daños y falta de mantenimiento, por lo que es necesario realizar manutención de las obras y reparar los daños. Dado que solo se encontró una obra de estabilización el cual es un muro de gaviones que necesita una reparación en el recubrimiento de concreto de las jaulas. la vía presenta cuatro puntos críticos en la geometría que son curvas horizontales la cuales no tiene una correcta visibilidad, algunas no cumplen los radios mínimos y combinan curvas verticales y horizontales. Por ultimo las señales de tránsito precisan mantenimiento, pero cumplen bien su función.

Palabras clave: estado, geometría vial, daños, pavimentos, obras de drenaje

1. Introducción

El presente trabajo recoge todo un proceso de aprendizaje durante la práctica académica realizada en la secretaría de infraestructura de alcaldía municipal de Girardota Antioquia. Este trabajo utiliza conocimientos adquiridos durante la carrera de ingeniería civil aplicados al caso práctico de un informe técnico sobre el estado de una vía en específico. La vía de estudio es la carretera que conecta la vereda El Totumo con el casco urbano del municipio de Girardota, la zona de estudio cuenta con una población de aproximadamente 1600 habitantes y una gran población flotante debido a la gran cantidad de fincas de recreo. En los últimos años la vía ha aumentado su tráfico por la construcción de nuevas viviendas campestres en la zona, además presenta desgates en los materiales debido al tiempo de la vía y a la presencia de grandes daños que dificultan el tránsito. La finalidad de este trabajo es identificar los daños que presentan las estructuras de la vía, cuantificar su gravedad, identificar las causas de estos y dar un informe técnico el cual muestre de una manera objetiva el estado actual de la vía. Para lo anterior se utilizarán los manuales de inspección visual del INVIAS los cuales presentan una metodología para la identificación y cuantificación de los daños en las distintas partes que constituyen una vía.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Diagnosticar el estado actual del pavimento flexible, obras de drenaje, taludes, seguridad vial y puntos críticos en la geometría de la vía de la vereda El Totumo en Girardota Antioquia.

2.2 Objetivos específicos

2.2.1 Evaluar el estado actual del pavimento flexible, obras de drenaje, taludes y terraplenes acorde a los Manuales de Inspección visual del INVIAS

2.2.2 Identificar puntos críticos en la geometría de la vía y comparar su geometría con la recomendada por el Manual de Diseño Geométrico de vías del INVIAS.

2.2.3 Identificar el estado y ubicación de las señales de tránsito verticales y horizontales según el Manual de Señalización Vial de INVIAS.

3. Marco teórico

El presente trabajo utilizo los conceptos aprendidos durante el pregrado de ingeniería civil para generar un diagnóstico del estado actual de una vía y serán presentados a continuación en las tres etapas a las que se ejecuto

Etapas 1

3.1 Pavimentos

Los pavimentos son estructuras que cumplen la función de dar una superficie para la circulación de los vehículos de una manera cómoda, segura y económica. Esto lo logra por medio de un conjunto de capas superpuestas relativamente horizontales las cuales son diseñadas para trabajar en conjunto y transmitir los esfuerzos generados por el tránsito a la subrasante de una manera adecuada (Montejo, 1998).

Los pavimentos para cumplir su función deben tener las siguientes características: debe ser resistente a las cargas impuestas por el tráfico; durable en el tiempo; soportar la intemperie con sus cambios de condiciones ambientales; contar con una superficie regular, con una correcta textura que permita adherencia de las llantas a la carpeta; color adecuado que evite reflejos y deslumbramientos; un drenaje adecuado para la evacuación rápidamente las aguas lluvias y económicos con unos costos de construcción y operación viables (Montejo, 1998).

Existen diferentes tipos de pavimentos: flexibles, rígidos, semi rígidos, articulados. Cada uno con diferentes características y materiales. El caso de estudio en este presente trabajo es una vía con un pavimento flexible, entonces este trabajo tiene esta estructura como caso de interés.

Los pavimentos flexibles son una estructura compuesta por distintas capas. La primera es la carpeta de rodadura o rasante hecha con pavimento asfáltico el cual es una mezcla de agregados con cemento asfáltico, los cuales por lo general se aplican en caliente y son compactados sobre las capas de agregados; la segunda es la base granular la cual es hecha con una combinación de agregados, esta es colocada y compactada sobre subbase o rasante; la tercera es la subbase granular la cual se coloca y compacta sobre la rasante. Los pavimentos flexibles pueden tener base y subbase

o solo una de las dos todo depende de las condiciones del terreno y economía (Universidad del Cauca e INVIAS, 2015).

La estructura de un pavimento flexible puede presentar diferentes daños a lo largo de su vida útil los cuales pueden acortar la vida útil de la vía y deteriorar el servicio que puede dar, los daños pueden empeorar con el tiempo generando mayores gastos para su reparación, por lo que identificar los daños a tiempo es importante para conocer su tamaño, ubicación y realizar actividades correctivas las cuales detengan las causas del daño. El instituto nacional de vías (INVIAS) en su Manual de Inspección Visual de Pavimentos Flexibles (Universidad Nacional de Colombia y INVIAS, 2006c), crearon una guía base para identificar los diferentes daños en un pavimento flexible en ella describen los daños comunes, las posibles causas que los generan, la unidad para su medición, así como la severidad y evolución probable.

El presente trabajo utilizara esa guía para identificar los principales daños que presenta la vía al Totumo. El manual de inspección visual establece que existen los siguientes daños en los pavimentos flexibles:

3.1.1 Fisuras

Existen diferentes tipos de fisuras, las cuales son discontinuidades en la carpeta asfáltica y el manual las clasifica en las siguientes categorías: Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT) estas son discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversal a él. Fisuras en juntas de construcción (FCL, FCT) estas son fisuras longitudinales o transversales generadas en las juntas de construcción por la mala ejecución de estas o en juntas de zona de ampliación. Fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto (FJL O FJT): estas fisuras aparecen cuando el pavimento asfáltico es colocado sobre placas de concreto rígido, este daño se genera como una proyección de las juntas de las placas del concreto rígido o sobre la rasante. Fisuras en medialuna (FML): son fisuras en forma de parábola que aparecen por movimientos en la banca. Fisuras de borde (FBD): son fisuras longitudinales o semicirculares localizadas cerca del borde de la calzada. Fisuras en bloque (FB): este tipo de daño genera que la superficie de la carpeta de rodadura se divida en bloque rectangulares. Piel de cocodrilo (PC): es una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares que generalmente se localizan en zonas de repeticiones de carga. Fisuración por deslizamiento de capas (FDC): son fisuras en forma de medialuna o parábola las cuales tienen una forma definida de acuerdo con la fuerza de tracción de las llantas en ese punto.

Fisuración incipiente (FIN): son una serie de fisuras contiguas y cerradas de forma irregular y que de por sí no se conectan entre sí.

3.1.2 Deformaciones

Otro tipo de daño son las deformaciones las cuales son un cambio en la superficie de la carpeta de rodadura, las más importantes son: Ondulaciones (OND): también se conoce como corrugación o rizado, se caracteriza por la presencia de ondas en la superficie del pavimento. Abultamiento (AB): es la presencia de un abultamiento en la superficie del pavimento. Hundimiento (HUN): es una depresión de la capa de pavimento con respecto a la rasante. Ahuellamiento (AHU): es una depresión localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos.

3.1.3 Pérdida de las capas de la estructura

Otro problema en la carpeta de rodadura es la pérdida de partes de la estructura la cual afecta la funcionalidad del pavimento. Algunos de los daños son: Descascaramiento (DC): es el desprendimiento de la capa superior del pavimento, sin llegar a afectar las capas de agregados. Baches (BCH): es la desintegración de la capa asfáltica hasta dejar expuesta los materiales granulares. Parche (PCH): zona donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar

3.1.4 Daños superficiales

Los pavimentos presentan otro daño en la parte superior de su estructura la cual a afecta la superficie de la carpeta de rodadura. estos daños son: Desgaste superficial (DSU): es el deterioro de la capa superficial del pavimento. Pérdida de agregados (PA): es la pérdida gradual de los agregados del pavimento asfáltico. Pulimiento del agregado (PU): en este daño la superficie del pavimento donde los agregados presentan caras planas en la superficie. Cabezas duras (CD): son la presencia de agregados expuestos fuera de mortero arena-asfalto. Exudación (EX): es la presencia de una película de asfalto puro en la superficie. Surcos (SU): presencia de franjas o canales longitudinales en donde se han perdido los agregados de la mezcla asfáltica.

3.1.5 Otros Daños

Entre los daños se encuentran otros los cuales no se clasifican en las categorías anteriores, pero también afectan la estructura del pavimento. Estos son: Corrimiento vertical de la berma (CVB): es una diferencia de altura entre la berma y la calzada. Separación de la berma (SB): es un

incremento la separación de la junta entre la berma y la calzada. Afloramiento de finos (AFI): es el afloramiento de agua junto al material fino por las grietas en el pavimento. Afloramiento de agua (AFA). Es la presencia de líquido en la superficie del pavimento en instantes en los cuales no hay lluvia.

3.2 Obras de drenaje

Las obras de drenaje son las estructuras encargadas de controlar el agua que llega la vía, ya sea por lluvia o escorrentía, todo esto con el fin de controlar el ingreso de agua a la estructura del pavimento, la cual puede afectar su resistencia, o evacuar las aguas que se acumulen sobre el pavimento, evitando encharcamientos que generen riesgo para la circulación de los vehículos (Montejo, 1998).

Existen dos tipos de obras de drenaje: superficiales y subterráneas, la primera se encarga de la recolección y conducción del agua que cae en la superficie y la segunda son las encargadas de controlar el agua subterránea. (Universidad Nacional de Colombia y INVIAS, 2006a) el manual de inspección visual de obras de drenaje (Universidad Nacional de Colombia y INVIAS, 2006a) define las siguientes obras de drenaje y los daños que este sufre.

3.2.1 Obras de drenaje superficial

Son las obras encargadas de recolectar y conducir el agua que cae sobre la calzada o llega a ella por la escorrentía. Estas obras se pueden dividir en dos grandes grupos longitudinales y transversales.

3.2.1.1 Obras de drenajes longitudinales.

El sistema de drenaje longitudinal está constituido por los elementos que se desarrollan en forma aproximadamente paralela al eje de la carretera. se encargan de recolectar el agua y conducirla.

Cunetas: son canales abiertos construidos en los costados de las carreteras con la función de recolectar el agua procedente de la vía y los taludes con el fin de evacuarla a un lugar seguro. Las cunetas también se ubican en los taludes para recolectar las aguas de escorrentía y evitar la erosión, por lo general se ubican en la corona o en medio de la ladera.

Los daños típicos en estas estructuras son: Escalonamiento (EJ): es el desnivel entre dos módulos de las cunetas en la Junta de construcción. Grietas (GR): son fisuras que aparecen en el

concreto de las cunetas debido aplicación de carga o defectos constructivos. Desgaste (DSU): es el deterioro de la superficie de la cuneta por el tráfico de vehículos sobre ella. Desportillamiento (DPT-DPT): es la desintegración de las arista o bordes de la junta longitudinal o transversal o una grieta, con pérdida de trozos y que puede afectar hasta unos 5 cm dentro de la cuneta. Fracturamiento de la estructura (FRAC): es cuando la estructura presenta agrietamiento en forma de bloques y tiene un tamaño mayor de 0.3m x 0.3m. se dice que este daño sucede cuando hay más de dos bloques. Separación de la cuneta (SC): este daño es el ensanchamiento de la junta existente entre la calzada o la berma y la cuneta. Obstrucciones (OBS): es la deposición de sedimentos que generan un estancamiento del agua.

3.2.1.2 Drenajes Transversales.

Son el sistema de drenaje responsable de conducir el agua de un lado al otro de la calzada por debajo de la rasante, cruzando por lo general el eje de la vía de forma perpendicular.

Las alcantarillas son una de las estructuras para drenajes transversales, estas se encargan de evacuar y transportar el agua de un lado al otro de la vía ya sea una corriente permanente, estacionaria o el agua recolectada por las cunetas.

Las partes principales de las cunetas son: encole, estructura de entrada, poceta o lavadero, muro cabezal, aletas, tubería, estructura de salida y descole.

Los daños más comunes según el manual de inspección visual son: Grietas en aletas, muro cabezal y muros de pocetas o lavaderos: son grietas que aparecen en el concreto de estas estructuras denotando una falla en este. Grietas en la tubería principal: estas grietas aparecen en las paredes de la tubería y dependiendo de su tamaño puede significar un posible debilitamiento de la tubería y riesgo de colapso. Grietas verticales en la unión entre el muro cabezal y las aletas: estas grietas muestran una separación entre el muro cabezal y las aletas, esto puede ser indicio de un movimiento de una de las dos partes y que hay riesgo de estabilidad en una o las dos estructuras. Fractura con la pérdida parcial o total de la tubería: este tipo de falla significa pérdida del servicio de la alcantarilla y riesgo de falla de la rasante por hundimiento. Grietas o fracturamientos en canales disipadores y en otras estructuras que sirvan como encole y descole: este tipo de daño muestran que la estructura fallo o está a punto de fallar por erosión del suelo bajo las estructuras. Separación de secciones de tubería permitiendo infiltración del agua: esta falla significa un problema de humedecimiento de la subrasante debilitándola y creando líneas de flujo bajo la alcantarilla que

pueda generar erosión. Hundimientos o aplastamiento de secciones de tubería: la tubería perdería su sección hidráulica y habría un hundimiento de la calzada. Exposición de la tubería a la acción del tráfico: los vehículos de la vía pasarán directamente sobre la tubería deteriorando su sección. Exposición de acero de refuerzo en muro cabezal, Aletas y tubería: la exposición del acero genera su corrosión la cual se aumenta en el tiempo y debilita la estructura. Socavación del concreto y suelo de fundación de aletas solado, y/o muro cabezal: este daño remueve el soporte de las estructuras poniéndolas en riesgo de colapso. Deterioro y pérdida del mortero de pega de las uniones de la tubería: la pérdida del mortero aumenta la infiltración del agua humedeciendo la subrasante y crea líneas de flujo bajo la tubería las cuales pueden causar erosión. Defectos constructivos y en los acabados: estos defectos pueden significar zonas de debilidad en la estructura y posibles puntos de falla. Mantenimiento inadecuado: la falta de mantenimiento o mal ejecutado puede generar reducción en la sección hidráulica la alcantarilla y disminuir su capacidad de evacuar el agua.

3.2.2 Obras de drenaje subterráneas

Las obras de drenaje subterráneas son las encargadas de captar las aguas subterráneas y subsuperficiales, estas obras se usan para evitar que el agua entre a la estructura de los pavimentos, taludes o terraplenes y generen problemas asociados a la presencia del agua.

La función de las obras de drenaje subterráneas es reducir la presión de poros, bajar el nivel freático, disminuir gradientes de energía de flujos de agua e interceptar corrientes subterráneas.

Las principales obras de drenaje subsuperficiales son drenes horizontales, pozos verticales y galerías de drenaje.

Los daños de las obras de drenaje subterráneas son muy difíciles de inspeccionar de forma visual entonces se debe hacer de forma indirecta buscando indicios del mal funcionamiento de los filtro o drenes como presencia de agua fluyendo en los taludes o alrededores de la vía, presencia de grandes afloramientos de vegetación o vegetación típica de suelos saturados.

3.4 Taludes y terraplenes

El alineamiento de las carreteras necesita de la modificación la topografía del terreno para crear una superficie para asentar la vía, para esa modificación se realizan cortes en las ladera o terraplenes para llenar y nivelar las superficies (Cárdenas, 2013). Por lo anterior los taludes y

terraplenes son parte intrínseca de las vías, la falla de uno de estos significa el cierre o disminución la capacidad de la vía (Universidad Nacional de Colombia y INVIAS, 2006b) es por eso por lo que identificar el estado de los taludes y terraplenes es importante para identificar puntos críticos los cuales deban ser monitoreados o necesiten rehabilitación para evitar las fallas la estructura de los taludes o terraplenes.

El manual para la inspección visual de obras de estabilización (Universidad Nacional de Colombia y INVIAS, 2006b), recolecta las siguientes señales de movimiento o falla de taludes o terraplenes: Grietas de tracción en carreteras o en los taludes: estas grietas significan que el material está sometido a esfuerzo de tracción y el talud o el terraplén se encuentra en las primeras etapas de su movimiento. Las grietas también favorecen la infiltración del agua lo cual incrementa la inestabilidad del talud. Hundimiento de subrasante: es un desplazamiento de la calzada lo que indica un movimiento de la ladera o un proceso de inestabilidad, pero también puede ser un problema del asentamiento de relleno alrededor de una alcantarilla. Detritos en la vía: es la presencia de restos de roca en la vía o en sus alrededores estos, pueden haberse creado sobre la vía por la caída de una roca sobre esta o ser transportados por el agua. la presencia de estos puede ser indicio de un posible deslizamiento de rocas o caída de estas. Abultamiento sobre o bajo la carretera: es la presencia de una acumulación material en la pata de un talud o terraplén, esto puede ser indicio de un deslizamiento que se acumuló hay o una primera etapa de un deslizamiento. Cambios de forma: son perturbaciones en los elementos del entorno, como árboles o postes, los cuales cambian sus condiciones de verticalidad, lo cual es indicio de movimiento de suelo bajo ellos. Deformación de estructuras adyacentes: son cambios en las estructuras como asentamientos cambios de forma como abultamientos, pérdida de verticalidad o presencia de grietas, estos son indicios de posibles movimientos del suelo. Drenaje deficiente de agua superficial: es la presencia de situaciones que significan una mala evacuación de las aguas lluvias o escorrentías, estos problemas pueden ser encharcamientos de cunetas, obras de drenajes tapadas o destruidas. Drenaje deficiente de agua subsuperficial: es la presencia afloramientos de agua en los pies de los taludes o terraplenes, estos indican cambios de humedad en el suelo y puede ser identificado por, presencia de suelos húmedos en verano, suelos blandos, brotamiento de agua o crecimiento de vegetación que evidencie presencia de agua. Erosión: es la presencia de transporte de suelo de los taludes y terraplenes por efecto del agua. esta se ve como surcos en los taludes.

Etapas 2

3.5 Diseño geométrico

El diseño geométrico de carreteras es un conjunto de técnicas que permiten localizar el trazado de vía teniendo en cuenta distintos factores como la topografía, la geología, ecología, hidrología o factores sociales y urbanísticos, para generar un trazado que permita la circulación de vehículos de manera segura, rápida, cómoda y con unos costos de construcción y mantenimiento bajos (Cárdenas, 2013).

El diseño geométrico de vías se divide en tres distintas proyecciones de la vía sobre planos espaciales que se puede decir que son etapas en el diseño, el uso de estas proyecciones permite hacer el trabajo más llevadero al no complicar el diseño considerando el espacio tridimensional. Las tres proyecciones de las que se habla son: el diseño geométrico horizontal, diseño geométrico vertical y diseño geométrico transversal (Cárdenas, 2013).

El diseño geométrico horizontal o alineamiento horizontal, es el diseño del eje real o espacial de la vía en la proyección en planta del terreno sobre el que va a ir la vía. El alineamiento horizontal está constituido por tramos rectos denominados tangentes que son unidos entre sí por curvas (Cárdenas, 2013).

El diseño geométrico vertical o alineamiento en perfil es la proyección del eje real de la vía sobre un plano vertical, esta proyección es tal que la vía dibujada presenta la longitud real del eje de la vía, esta proyección también es llamada rasante o subrasante. Esta proyección permite ver las pendientes que tendrá cada tramo de la vía.

El diseño geométrico transversal es un corte diagonal al eje de la vía en el cual se permite ver donde quedarán ubicados los elementos que conforman la vía como lo son taludes, terraplenes, calzada, y obras de drenaje (Cárdenas, 2013).

Los diseños geométricos horizontales, verticales y transversales guardan una conexión entre sí de forma que al unir los tres en la realización de la vía el tránsito de los vehículos sea cómodo, seguro y fluido (Cárdenas, 2013). Un punto crítico en la geometría de la vía sería el lugar en el que la unión entre los alineamientos no se hace de forma adecuada lo cual genera incomodidad al transitar un vehículo sobre ese tramo.

El diseño geométrico de una vía está condicionado por varios factores los cuales definen el tamaño de los elementos y la ubicación en la vía, los factores principales son: el tipo de carretera y el tipo de terreno. Los anteriores factores permiten elige la velocidad de diseño a la que van a circular los vehículos y es esta última es la que condiciona el tamaño de los elementos geométricos de la vía.

El Manual de diseño geométrico de vías (Ministerio de Transporte; INVIAS, 2008) define los tipos de vías según su funcionabilidad como primarias, secundarias y terciarias. La vía primaria es una carretera troncal, transversal o de acceso a capitales de departamento; la vía secundaria son las carreteras que unen cabeceras municipales y que conecta con una vía primaria; y la vía terciaria que es el tipo de carretera que une las cabeceras municipales con las veredas.

El Manual también define el tipo de carretera según su topografía como terreno plano, terreno ondulado, terreno montañoso y terreno escarpado. El terreno plano es aquel que tiene una pendiente transversal del terreno entre cero y cinco grados (0° - 5°) y la pendiente longitudinal con una pendiente de hasta tres por ciento (3%), el terreno ondulado es aquel que tiene una pendiente transversal de entre seis y trece grados (6° - 13°) y la pendiente longitudinal del eje de vía queda de entre tres y seis por ciento (3%-6%), el terreno montañoso es aquel que tiene una pendiente transversal entre trece y cuarenta grados (13° - 40°) y la pendiente longitudinal de la vía se encuentra entre seis y ocho por ciento (6%-8%), el terreno escarpado es aquel que tiene una pendiente transversal superior a cuarenta grados (40°) y por lo general la pendiente longitudinal de la vía son superiores al ocho por ciento (8%).

Con el tipo de la carretera y del terreno se elige la velocidad de diseño para cada tramo homogéneo según la Tabla 1.

Tabla 1

Valores de la velocidad de diseño de los tramos homogéneos

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR(KM/H)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano							■	■	■	■
	Ondulado							■	■	■	■
	Montañoso						■	■	■	■	■
	Escarpado						■	■	■	■	■
Primaria de una calzada	Plano							■	■	■	■
	Ondulado							■	■	■	■
	Montañoso						■	■	■	■	■
	Escarpado						■	■	■	■	■
Secundaria	Plano							■	■	■	■
	Ondulado							■	■	■	■
	Montañoso						■	■	■	■	■
	Escarpado						■	■	■	■	■
Terciaria	Plano							■	■	■	■
	Ondulado							■	■	■	■
	Montañoso						■	■	■	■	■
	Escarpado						■	■	■	■	■

Nota: Adaptado de Manual de diseño geométrico de vías, (Ministerio de Transporte; INVIAS, 2008)

Después de definir la velocidad de diseño a partir de la tabla 1 se puede elegir el radio mínimo que tendrá las curvas horizontales y este garantiza que el vehículo circulará de una forma cómoda y segura.

Tabla 2

Radios mínimos para curvas según la velocidad de diseño

Velocidad Específica (V CH) (Km/h)	Peralte Máximo (%)	Coeficiente de fricción transversal $f_{t\max}$	Total $e_{\max} + f_{t\max}$	Radio Mínimo (m)	
				Calculado	Redondeado
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

Nota: Adaptado de Manual de diseño geométrico de vías, (Ministerio de Transporte; INVIAS, 2008)

Lo anterior nos da los radios mínimos que deben tener las curvas para que los autos circulen de forma cómoda y segura.

Los puntos críticos como ya se mencionó son puntos en los cuales no hay una conexión óptima entre las proyecciones usadas en el diseño o son puntos en los cuales no se cumplen los valores mínimos recomendados en el manual de diseño geométrico de vías del INVIAS, estos hacen que los conductores no puedan circular de forma fluida y tranquila por ese tramos al presentar problemas graves como curvas con poco radio o combinaciones de curvas horizontales y verticales las cuales no permiten una correcta visibilidad, lo anterior generando riesgo de accidentes o pérdidas del control del vehículo (Ministerio de Transporte; INVIAS, 2008).

Etapas 3

3.6 Señalización vial

La señalización vial es el conjunto de dispositivos que tienen como finalidad guiar y regular la circulación de vehículos y peatones de forma segura, fluida, ordenada y cómoda (Ministerio de Transporte, 2015).

La señalización vial se puede dividir en dos grandes grupos señales verticales y horizontales. Las señales verticales están colocadas sobre una base la cual las eleva del terreno para facilitar su visualización y tienen como finalidad informar, restringir o prevenir diferentes situaciones; las señales horizontales son señales pintadas sobre el suelo y tienen como finalidad orientar, organizar y regular el tránsito. El estado de las señales y su ubicación son factores que influyen en la seguridad de la vía, pues una mal ubicación o mal estado debilita el cumplimiento de su función. (Ministerio de Transporte, 2015).

4. Metodología

El identificar el estado actual de la vía a la vereda El Totumo se realizó un recorrido a través de toda la vía para identificar las diferentes partes que componen la vía e identificar su estado. Lo anterior se realizó siguiendo la metodología sugerida por el INVIAS en sus manuales de inspección visual y aplicando los conocimientos desarrollados durante el pregrado de ingeniería civil.

El estado de todas las partes de la vía fue identificado en varias salidas de campo en las cuales se recorrió la ruta y se comprobó el estado de sus partes. La salida se realizó buscando daños y problemas en la vía y sus partes, los hallazgos se les realizó su medición, registro, fotografía y se buscaron las posibles causas. La información anterior recopilada fue posteriormente organizada y analizada para identificar los daños, la gravedad de estos e identificar la proporción de afectación de estos a la vía.

Durante las salidas de campo se identificaron cada una de las partes de la vía, como el pavimento, obras de drenaje, taludes, señales de tránsito y geometría de la vía. Cuando se encontró algún daño se consignó la información de este en el respectivo formato dado por el INVIAS en sus manuales de inspección visual o en los formatos de creación propia para los puntos críticos de la geometría o señales de tránsito.

Por último, se realizó el informe final el cual permitió dar una visión general del estado de las partes de la vía y dar una visión general del estado de la vía.

Etapas 1

4.1 Metodología de diagnóstico pavimento asfáltico

El método el diagnóstico del estado del pavimento asfáltico se basó en la metodología dada en el “manual de inspección visual para pavimentos flexibles” del INVIAS (2006C), para esta tarea se usó el formato de campo del manual (Imagen 1). En la primera parte del formato se diligenció con información básica de la vía en la segunda parte se consignaron los daños. La metodología empleada para informar los daños requirió dividir el área de estudio en tramos de 100 m de longitud, para cada tramo se realiza una inspección visual buscando daños en la estructura del pavimento. cuando se encuentre alguno este se consignaba en el formato, colocando el carril de

Nota. Adaptada de Anexo A, de INVIAS, 2006 a (Universidad Nacional de Colombia y INVIAS, 2006a)

Toda la información dada en el formato para inspección visual de cunetas se usó para crear una tabla para reportar todos daños la cual enumera cada daño, su ubicación y posibles causas si se encuentran.

La otra obra de drenaje que se encontró fueron las alcantarillas, para las cuales se usó el formato de inspección visual del INVIAS mostrado en la **Imagen 3**. En la primera parte del formato se llena la información general de la vía, la abscisa de ubicación de la alcantarilla, siguiente se ingresa la información del tipo de alcantarilla, luego las características de los ductos, los elementos que conforman la alcantarilla; en la siguiente parte se colocan las medidas de los elementos de la alcantarilla, se registran los daños que estos presenten (cuantificando el tamaño del daño con la unidad de medida), la identificación de la fotografía y por último se realiza un esquema de la alcantarilla el cual completa el formato. En una tercera parte, hay un campo de observaciones el cual sirve para ampliar la información colocada en la parte dos.

Imagen 3

Formato para la Inspección Visual de Alcantarillas



FORMATO PARA INSPECCIÓN VISUAL DE ALCANTARILLAS

EVALUACIÓN DE LAS OBRAS DEL CONTRATO No. _____ DE _____



TERRITORIAL:
 INTEGRAL: _____
 NOMBRE DE LA VÍA: _____
 CÓDIGO DE LA VÍA: _____
 UBICACIÓN (PR): _____
 VIAL No.: _____

MANTENIMIENTO: _____
 CONCESIÓN: _____
 A.M.V.: _____
 SECTOR ADM.: _____

FECHA: _____
 HOJA: _____ DE _____
 LEVANTADO POR: _____

TIPO DE ALCANTARILLA

CAJÓN: ANCHO (m): _____ ALTURA (m): _____
 TUBERÍA: DIAMETRO (m): _____

SIMPLE:
 DOBLE:
 MÚLTIPLE: No. DE DUCTOS: _____

OTRA: CUAL: _____

CARACTERÍSTICAS DEL DUCTO(S)

LONGITUD (m): _____
 ANGULO DE ESVAJE (°): _____

MATERIAL DE TUBERÍA: CONCRETO:
 METÁLICA:
 OTRA:
 CUAL: _____

ELEMENTOS DE LA ALCANTARILLA

	ENTRADA	SALIDA
ESTRUCTURA DE CONDUCCIÓN: (ENCOLE-DESCOLE)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MURO CABEZAL:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GUARDARUEDAS:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALETAS:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MURO DE ACOMPAÑAMIENTO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
POCETA O LAVADERO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SOLIDO:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ELEMENTOS	REGISTRO DE DAÑOS	CUANTIFICACIÓN		FOTOGRAFÍA No.	ESQUEMAS
		CANT.	UN.		
ENCOLE: Longitud: _____ Sección: _____					
MURO CABEZAL: Longitud: _____ Espesor: _____ Altura: _____					
GUARDARUEDAS: Longitud: _____ Espesor: _____ Altura: _____					
ALETAS: Longitud: _____ Altura inicial: _____					
MURO DE ACOMPAÑAMIENTO: Longitud: _____ Espesor: _____					
POCETA: Ancho: _____ Altura: _____ Largo: _____					
SOLIDO:					
DUCTO (S):					
MURO CABEZAL: Longitud: _____ Espesor: _____ Altura: _____					
GUARDARUEDAS: Longitud: _____ Espesor: _____ Altura: _____					
ALETAS: Longitud: _____ Altura inicial: _____ Altura final: _____					
MURO DE ACOMPAÑAMIENTO: Longitud: _____ Espesor: _____					
POCETA: Ancho: _____ Profundidad: _____ Largo: _____					
SOLIDO:					
DESCOLE: Longitud: _____ Sección: _____					

Observaciones:

Nota. Adaptada de Anexo B, de INVIAS, 2006 a (Universidad Nacional de Colombia y INVIAS, 2006a)

La información de los formatos se usó después para formar una tabla la cual recoge todos los datos obtenidos para dar un panorama general de los daños en las alcantarillas.

4.3 Metodología de diagnóstico obras de estabilización



La metodología usada para el registro las obras de estabilización fue la recomendada en el “Manual para la Inspección Visual de Obras de Estabilización “del INVIAS (2006b). para el registro de los daños en las obras de estabilización se usó el formato de Inspección visual de taludes y obras de contención del INVIAS mostrado en la **imagen 4**. El formato consta de varias partes en la primera parte se ingresó la información general sobre la vía como su nombre, ubicación, la

abscisa de ubicación de la obra, tipo de obra y sus dimensiones. En la segunda parte se ingresó la información sobre la estabilidad de taludes y el tipo de movimiento (si hay). la parte tres se trata de las obras de contención en la primera parte se tiene una sección general con los daños más comunes en las obras de estabilización, en esta parte se coloca en el renglón del daño las dimensiones, la identificación de la foto que lo muestra y observaciones sobre el daño, en la siguiente parte se encuentra los daños más comunes para cada tipo de obra de estabilización en el renglón del daño se ingresan las medidas de éste, el numero de la fotografía que lo muestra y las observaciones sobre el daño. La segunda hoja del formato cuenta con un espacio para realizar un esquema del muro y en la parte final un cuadro para anotar las observaciones sobre la obra de estabilización.

Los formatos de campos se usan después para crear una tabla la cual muestra la abscisas de ubicación de las obras de contención, el tipo de obra, daño, su tamaño y observaciones sobre el daño.

imagen 4

Formato de Inspección de Taludes y Obras de Estabilización

	ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS Convenio interadministrativo 0587 de 2003 REGIONAL: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - _____ Fecha: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> - <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> LEVANTÓ: _____ HOJA: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> DE: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTÁ																																																																																																																																																		
INSPECCIÓN DE TALUDES Y OBRAS DE CONTENCIÓN																																																																																																																																																				
NOMBRE DE LA VÍA : _____ NOMBRE DEL SECTOR : _____ CONTRATO: _____ CODIGO DE LA VÍA: _____ CONCESIÓN : <input type="checkbox"/> MANTENIMIENTO INTEGRAL : <input type="checkbox"/> SECTOR DE ADMON. VIAL N°: <input type="checkbox"/> IDENTIFICACIÓN																																																																																																																																																				
1. UBICACIÓN PR inicial: _____ PR final: _____ Costado: _____		2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA Tipo de obra N° .(ver reverso) _____ otra: _____ Longitud: _____m Altura: _____m Ancho: _____ m No. De secciones: _____																																																																																																																																																		
ESTABILIDAD DE TALUDES a. TIPO DE MOVIMIENTO Caída <input type="checkbox"/> Volcamiento <input type="checkbox"/> Deslizamiento: Rotacionales <input type="checkbox"/> Traslacionales <input type="checkbox"/> Flujos: Flujo plástico (creep) <input type="checkbox"/> Flujos de detritos <input type="checkbox"/> Flujos de lodos <input type="checkbox"/>																																																																																																																																																				
b. Longitud de la calzada afectada _____m																																																																																																																																																				
OBRAS DE CONTENCIÓN																																																																																																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Obras</th> <th style="width: 25%;">Tipo de daño</th> <th style="width: 15%;">Dimensiones</th> <th style="width: 10%;">No. Foto</th> <th style="width: 45%;">Observaciones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="12" style="text-align: center; vertical-align: middle;">General</td> <td>Socavación</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Asentamientos</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Giros</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Desplome</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Volcamiento</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fisuras</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Grietas</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fractura miento</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Filtraciones</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vegetación</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Drenajes insuficientes</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Drenajes obstruidos</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Reconformación</td> <td>Obstrucción de bermas</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Flujos</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inestabilidad del terreno</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Muros en concreto</td> <td>Juntas frías</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Refuerzo expuesto</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Segregación</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Hormigueros</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eflorescencias</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Carbonatación</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Anclajes</td> <td>Punzonamiento</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Pérdida de pernos</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fisura miento de placa</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Muros de tierra reforzada</td> <td>Paneles</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Asentamiento</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Exposición del refuerzo</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="6" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Gaviones</td> <td>Malla</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Corrosion</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rotura de la malla</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Perdida del recubrimiento</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregados</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Meteorización</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tamaño inadecuado</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Obras	Tipo de daño	Dimensiones	No. Foto	Observaciones	General	Socavación				Asentamientos				Giros				Desplome				Volcamiento				Fisuras				Grietas				Fractura miento				Filtraciones				Vegetación				Drenajes insuficientes				Drenajes obstruidos				Reconformación	Obstrucción de bermas				Flujos				Inestabilidad del terreno				Muros en concreto	Juntas frías				Refuerzo expuesto				Segregación				Hormigueros				Eflorescencias				Carbonatación				Anclajes	Punzonamiento				Pérdida de pernos				Fisura miento de placa				Muros de tierra reforzada	Paneles				Asentamiento				Exposición del refuerzo				Gaviones	Malla				Corrosion				Rotura de la malla				Perdida del recubrimiento				Agregados				Meteorización				Tamaño inadecuado				
Obras	Tipo de daño	Dimensiones	No. Foto	Observaciones																																																																																																																																																
General	Socavación																																																																																																																																																			
	Asentamientos																																																																																																																																																			
	Giros																																																																																																																																																			
	Desplome																																																																																																																																																			
	Volcamiento																																																																																																																																																			
	Fisuras																																																																																																																																																			
	Grietas																																																																																																																																																			
	Fractura miento																																																																																																																																																			
	Filtraciones																																																																																																																																																			
	Vegetación																																																																																																																																																			
	Drenajes insuficientes																																																																																																																																																			
	Drenajes obstruidos																																																																																																																																																			
Reconformación	Obstrucción de bermas																																																																																																																																																			
	Flujos																																																																																																																																																			
	Inestabilidad del terreno																																																																																																																																																			
Muros en concreto	Juntas frías																																																																																																																																																			
	Refuerzo expuesto																																																																																																																																																			
	Segregación																																																																																																																																																			
	Hormigueros																																																																																																																																																			
	Eflorescencias																																																																																																																																																			
	Carbonatación																																																																																																																																																			
Anclajes	Punzonamiento																																																																																																																																																			
	Pérdida de pernos																																																																																																																																																			
	Fisura miento de placa																																																																																																																																																			
Muros de tierra reforzada	Paneles																																																																																																																																																			
	Asentamiento																																																																																																																																																			
	Exposición del refuerzo																																																																																																																																																			
Gaviones	Malla																																																																																																																																																			
	Corrosion																																																																																																																																																			
	Rotura de la malla																																																																																																																																																			
	Perdida del recubrimiento																																																																																																																																																			
	Agregados																																																																																																																																																			
	Meteorización																																																																																																																																																			
Tamaño inadecuado																																																																																																																																																				

Nota. Adaptada de Anexo B, de INVIAS, 2006b (Universidad Nacional de Colombia y INVIAS, 2006b)

Etapas 2

4.4 Metodología de diagnóstico geometría de la vía

Para encontrar los puntos críticos de geometría de la vía se realizó el recorrido de la vía en un vehículo por la vía buscando puntos en los cuales se generen problemas en conducción como curvas con una forma que genera una transición inadecuada entre-recta la curva-recta, luego estas curvas se calculó su geometría para compararla con los valores dados por el INVIAS en su manual de diseño geométrico de carreteras((Ministerio de Transporte; INVIAS, 2008) .Durante el recorrido se encontraron cuatro curvas que fueron las que generaron mayor incomodidad en el tránsito por la vía, las cuatro curvas comparten en que en ellas que no tienen una correcta visibilidad y algunas presentan una curva horizontal junto con una curva vertical o que en una dirección los vehículos pueden llegar a una velocidad mayor a la de la vía.

Después de identificar las curvas se procedió a calcular su geometría y compararla con los requisitos mínimos exigidos por el manual de diseño geométrico del INVIAS al igual que se buscó otros factores que afectan al tránsito por la curva. Por último, se dan recomendaciones para mejorar el tránsito por la curva y aumentar su seguridad.

Etapas 3

4.5 Metodología de diagnóstico señales de tránsito

Para el diagnóstico del estado de las señales de tránsito se procedió a realizar el recorrido en la vía y en el formato mostrado en la **Imagen 5** se consignó la información sobre la señal, se evaluó su estado y ubicación, después el trabajo de gabinete se compara la señal con los requerimientos exigidos con la norma para determinar si la ubicación cumple con la norma.

Imagen 5

Formato de Inspección Señales de Tránsito

FORMATO DE CAMPO PARA LA INSPECCIÓN DE SEÑALES DE TRANSITO								
NOMBRE DE LA VÍA : _____				NOMBRE DEL SECTOR : _____				
FECHA DE LA VISITA _____		Levantado por _____			Hoja : ____ de ____			
Señales de tránsito								
#	Tipo de señal	Abscisa	costado calzada		Distancia a la calzada	#Foto	Funcionalidad	observaciones
			D	I				
Observaciones: _____								

5. Resultados y Análisis

A continuación, serán presentados los resultados en las tres etapas en las que fue ejecutado el trabajo.

Etapa 1

5.1 Pavimentos

La evaluación del estado del pavimento se inició desde la abscisa 0+000 de la vía el totumo que inicia desde la carrera 19. Hasta la abscisa 3+600 donde termina el pavimento asfáltico y la vía continua en un pavimento en placa huella de concreto. En total se evaluaron 14.800 m², la siguiente tabla muestra el área afectada por cada tipo de daño y las gráficas en porcentaje de afectación.

Hay que recalcar que la siguiente tabla solo muestra los daños en la estructura del pavimento y no se colocan los daños en la superficie.

En la tabla 1 podemos ver que el 27.22 % (4028.73 m²) del total del área inspeccionada (14800m²) se encuentra afectada por algún tipo de daño, el daño más común es la piel de cocodrilo (PC) con un daño del 18 % (2663.68 m²) del total del área, el segundo es las fisuras longitudinales (FL) con 3.39% (501.06 m²), el tercero los baches o huecos (BCH) con un 2.43% (359.48m²), el cuarto es el parcheo (PCH) con 2.06% (304.57m²) y el quinto fisuras en juntas de construcción (FCL) con un 1.35% (200). Partiendo que la piel de cocodrilo es el daño más común y que muchos de los BCH que presenta la vía están asociados a una piel de cocodrilo podemos decir que si no se realiza una intervención para reparar las pieles de cocodrilo, la transpirabilidad por la vía se ira deteriorando con el tiempo amenidad que las pieles de cocodrilo evoluciones a baches. También hay que recalcar que las fisuras longitudinales a que no afectan tanto la transpirabilidad es necesario realizar sellamientos de estas para evitar que el agua entre por ellas a las capas granulares y lleven a hundimientos o pieles de cocodrilo.

Tabla 3

Tabla de resumen y análisis de datos

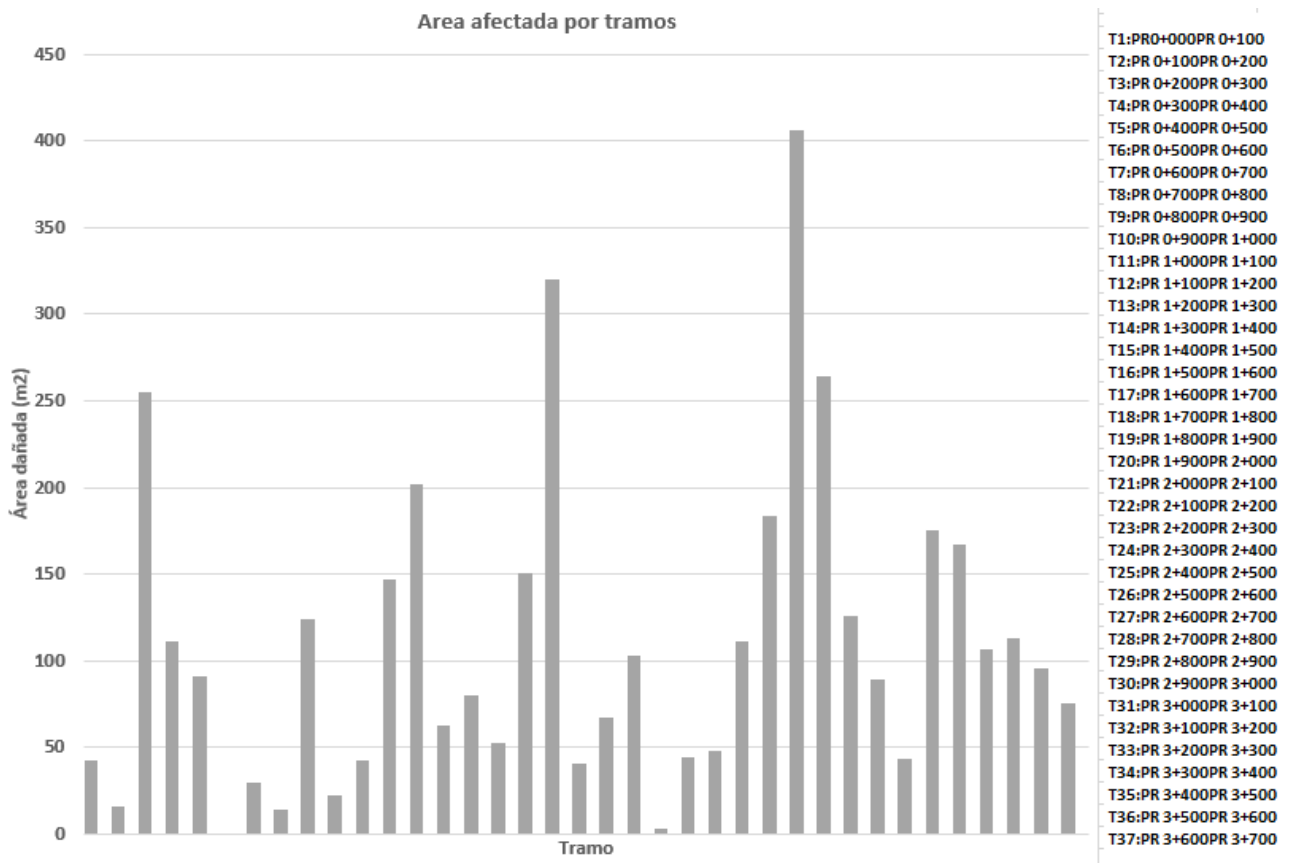
Tramo	Abscisa		Área tramo (m ²)	Daños en el pavimento (sin incluir daños superficiales ni daños en bermas)																								TOTAL	%AFECTACIÓN POR TRAMO
				FL			FCL			FJL			PC			AHU			DC			BCH			PCH				
	Desde	Hasta		B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A		
T0	PRO+000	PR 0+100	400			1,62								4,05												32,34	0,64	42,61	10,65
T1	PR 0+100	PR 0+200	400										15															16,12	4,03
T2	PR 0+200	PR 0+300	400	3						200															50		2	255	63,75
T3	PR 0+300	PR 0+400	400										30	24	12											45,25	0,25	111,5	27,88
T4	PR 0+400	PR 0+500	400											8	82,28												1	91,28	22,82
T5	PR 0+500	PR 0+600	400																									0	0,00
T6	PR 0+600	PR 0+700	400			6							9													2,5	12,5	30	7,50
T7	PR 0+700	PR 0+800	400												1,2											5,6	7	13,8	3,45
T8	PR 0+800	PR 0+900	400										65		40													124,2	31,05

T9	PR 0+90 0	PR 1+0 00	40 0																1,6	0,2 5	10			9	1,2	22,0 5	5,51
T10	PR 1+00 0	PR 1+1 00	40 0		10, 8	9													22, 9							42,7	10,68
T11	PR 1+10 0	PR 1+2 00	40 0		5,4						3,7 5	88								0,8	29, 4	20				147, 35	36,84
T12	PR 1+20 0	PR 1+3 00	40 0		3,6	138													54, 3		6					201, 9	50,48
T13	PR 1+30 0	PR 1+4 00	40 0			3						60														63	15,75
T14	PR 1+40 0	PR 1+5 00	40 0		18, 72	3						1,2	54											2	1,4 4	80,3 6	20,09
T15	PR 1+50 0	PR 1+6 00	40 0	2,4	3							12, 55												35, 15		53,1	13,28
T16	PR 1+60 0	PR 1+7 00	40 0		5,4	2,4						19, 5	100							2	10, 95		10			150, 25	37,56
T17	PR 1+70 0	PR 1+8 00	40 0									29 5														320	80,00
T18	PR 1+80 0	PR 1+9 00	40 0		2,4							12, 5	1,0 5							12	12, 4					40,3 5	10,09
T19	PR 1+90 0	PR 2+0 00	40 0		5,4							31, 5	4								2,1		18	6		67	16,75
T20	PR 2+00 0	PR 2+1 00	40 0		14, 4								7,5	60						1,2			20			103, 1	25,78
T21	PR 2+10 0	PR 2+2 00	40 0																		0,4 8		0,5	2,1 2	3,1		0,78

Partiendo de la tabla 1 se realizó la gráfica de la **Imagen 6** la cual muestra el área afectada vs cada tramo, partiendo de esa gráfica y de que cada de tramo de estudio tiene un área de 400 m² y se puede ver que el daño promedio para cada tramos es de 108.89 m², el tramo más afectado el T26 que va desde la abscisa 2+600 con un daño en el 100 % (400 m²) del tramo, el segundo es el T17 que va desde la abscisa 1+700 con un daño en el 80% (320 m²), T27 que va desde la abscisas 2+700 con un daño en el 66 % (264 m²), el cuarto T2 que va desde la abscisa 0+200 con un daño en el 63.75 % (255 m²), el quinto T12 desde la abscisa 1+200 con un daño en el 50.475% (201.6 m²)... estos tramos tiene un gran porcentaje de área afectada y es necesario realizar reparaciones en el pavimento para que no se siga deteriorando la transitabilidad sobre esos tramos.

Imagen 6

Grafica área afectada por tramos

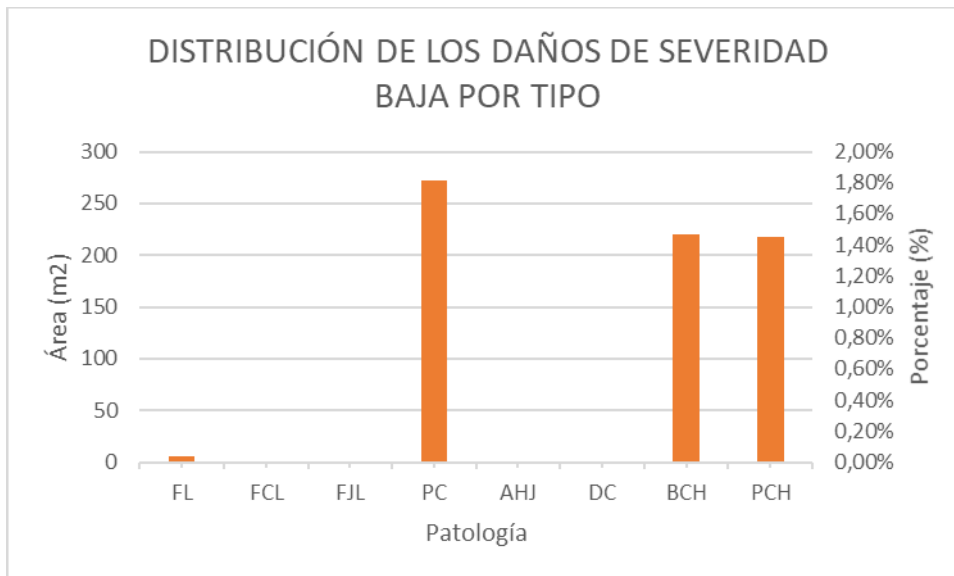


La **Imagen 7** muestra el área afectada vs tipo de daño con grado bajo, en esta podemos ver que el daño que más se presenta es la piel de cocodrilo (PC), el segundo los bache o huecos (BCH), el tercero parcheo (PCH) y el cuarto las fisuras longitudinales. Podemos decir que los daños que

se presentan en esta graficas por tener una severidad baja no es tan urgente su reparación debido a que estos no afectan tanto la serviciabilidad de la vía, pero se debe tener en cuenta que estos seguirán aumentando su severidad con el tiempo lo que aumentara el daño.

Imagen 7

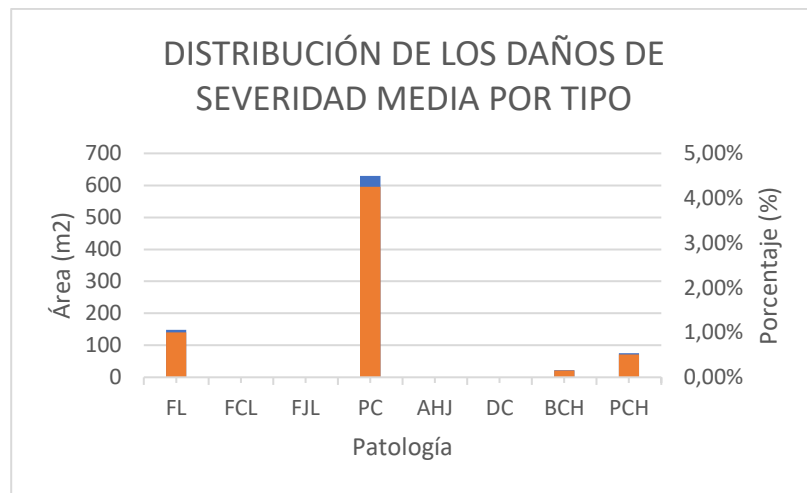
Distribución de los daños de severidad baja por tipo



la **Imagen 8** nos muestra el área afectada por daños con severidad media. En esta grafica podemos ver que la piel de cocodrilo es el daño que genera más afectación y está por encima de todos los otros daños, el segundo son las fisuras longitudinales, el tercero los parcheos (PCH), el cuarto los baches o huecos (BCH). Hay que recalcar que estos daños con severidad media afectan la serviciabilidad de la vía y es necesario una intervención rápida para evitar que estos aumenten de tamaño o de severidad.

Imagen 8

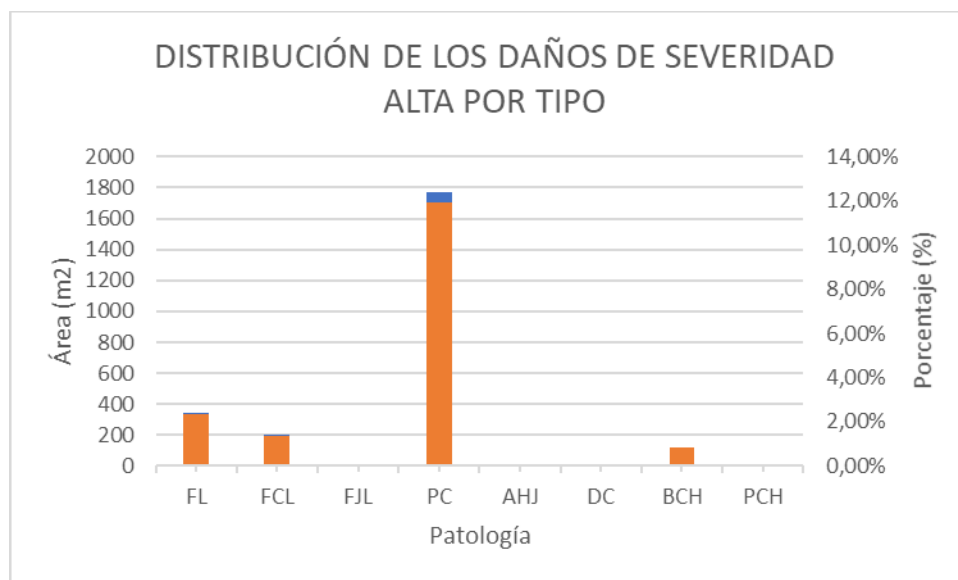
Distribución de los daños de severidad media por tipo



La **Imagen 9** muestra la gráfica del área afectada vs los daños con severidad alta. en esta imagen se puede ver que el daño con la mayor afectación es la piel de cocodrilo (PC) que sobresale sobre el resto, el segundo las fisuras longitudinales (FL), el tercero fisuras en juntas de construcción (FCL) y el cuarto los baches o huecos (BCH). Estos daños por tamaño ya afectan la circulación de los vehículos obligando a disminuir la velocidad y por su forma es necesario realizar una intervención rápida para repararlos ya que por su tamaño afectan la serviciabilidad de la vía

Imagen 9

Distribución de los daños de severidad alta por tipo



la anterior tabla y graficas dan un resumen de los daños encontrados en la vía y nos permiten ver que la estructura del pavimento ya presenta un numero considerables de daños esto lo podemos

concluir que estos se deben ya al desgaste de los materiales ya que el pavimento tiene más de 20 años de construcción y es necesario realizar intervenciones para reparar los pavimentos.



5.2 Obras de drenaje

5.2.3 Cunetas

Las cunetas de la vía el totumo se encuentra por lo general en el lado izquierdo de la calzada contra los taludes y esta se encuentra interrumpida en varios lugares en los cuales por las condiciones de la topografía y la hidráulica cercana no es necesaria la cuneta. En el recorrido se encontraron los siguientes daños que son los que afectan el correcto funcionamiento de la vía.

Tabla 4

Resumen de información recolectada sobre cuentas.

Foto	Información
	<p>PR INICIAL: PR 0+960</p> <p>FORMA: “v”</p> <p>LADO: Izquierdo</p> <p>DAÑO: Grieta (GR) con severidad alta</p> <p>LONGITUD AFECTADA: 5 m</p> <p>OBSERVACIÓN: la cuneta presenta grietas, que permiten la infiltración del agua la subrasante. Aparentemente las grietas se debieron a movimiento del talud detrás de la cuneta.</p>
	<p>PR INICIAL: PR 0+965</p> <p>FORMA: “v”</p> <p>LADO: Izquierdo</p> <p>DAÑO: Grieta (GR) con severidad media</p> <p>LONGITUD AFECTADA: 7.5 m</p> <p>OBSERVACIÓN: la cuneta presenta un levantamiento en borde contra el pavimento al igual que grietas. Es necesario demoler y reconstruir la cuneta. Aparentemente las grietas y el levantamiento se deben a movimiento del talud</p>

	<p>detrás de la cuneta como lo muestra las deformaciones en el talud.</p>
	<p>PR INICIAL: PR 1+955 FORMA: “v” LADO: Izquierdo DAÑO: Grieta (GR) con severidad Media LONGITUD AFECTADA: 27 m OBSERVACIÓN: la cuneta presenta grietas las cuales permiten el ingreso del agua a la subrasante. La causa de las grietas aparente mente se debe al transito o estacionamiento de vehículos pesados sobre la cuneta.</p>
	<p>PR INICIAL: PR 1+955 FORMA: “v” LADO: Derecho DAÑO: Grieta (GR) con severidad media LONGITUD AFECTADA: 27 m OBSERVACIÓN: la cuneta presenta grietas y deformaciones producidas por las raíces de los arboles cercanos y tránsito de vehículos sobre ella</p>
	<p>PR INICIAL: PR 2+210 FORMA: “v” LADO: Izquierdo DAÑO: Grieta (GR) con severidad media LONGITUD AFECTADA: 38 m OBSERVACIÓN: las grietas en la cuenta aparentemente son creadas por el tránsito de vehículos sobre la cuneta</p>

	<p>PR INICIAL: PR 2+210</p> <p>FORMA: “v”</p> <p>LADO: Izquierdo</p> <p>DAÑO: Grieta (GR) con severidad media</p> <p>LONGITUD AFECTADA: 6 m</p> <p>OBSERVACIÓN: se presenta grietas y ausencia de unos módulos de la cuneta por lo cual el agua corre sobre al subrasante y luego vuelve a una cuenta de concreto. Al parecer unos módulos fueron demolidos por personas de la zona para reparar una tubería sin hacer después la reparación de la cuneta</p>
	<p>PR INICIAL: PR 2+475</p> <p>FORMA: “v”</p> <p>LADO: Izquierdo</p> <p>DAÑO: Obstrucción (obs) con severidad alta</p> <p>LONGITUD AFECTADA: 15 m</p> <p>OBSERVACIÓN: la cuenta se encuentra llena de tierra, rocas y pasto. El material que llena la cuenta callo desde el talud y no realizaron mantenimiento para devolver la sección a la cuneta.</p>
	<p>PR INICIAL: PR 2+580</p> <p>FORMA: “v”</p> <p>LADO: Izquierdo</p> <p>DAÑO: Obstrucción (obs) con severidad alta</p> <p>LONGITUD AFECTADA: 10 m</p> <p>OBSERVACIÓN: la cuneta presenta obstrucción por material que cayó sobre esta y no se ha realizado su limpieza, también en dos módulos de la cuneta se presenta un levantamiento de la placa de piso debido a un hundimiento en el pavimento el cual levanto la cuenta.</p>

	<p>PR INICIAL: PR 2+860</p> <p>FORMA: “v”</p> <p>LADO: Izquierdo</p> <p>DAÑO: separación (sc) con severidad media</p> <p>LONGITUD AFECTADA: 150 m</p> <p>OBSERVACIÓN: se presenta una separación entre el pavimento y la cuneta</p>
	<p>PR INICIAL: PR 2+860</p> <p>FORMA: “v”</p> <p>LADO: Derecho</p> <p>DAÑO: la cuenta no cuenta con una estructura de entrega adecuada del agua</p> <p>LONGITUD AFECTADA:</p> <p>OBSERVACIÓN: la cuenta no cuenta con una estructura que entregue el agua a una alcantarilla o un canal de drenaje natural y riega sus aguas sobre un ramal de la vía el totumo.</p>
	<p>PR INICIAL: PR 3+100</p> <p>FORMA: “v”</p> <p>LADO: Derecho</p> <p>DAÑO: Fracturamiento (FRAC) con severidad alta</p> <p>LONGITUD AFECTADA: 5 m</p> <p>OBSERVACIÓN: se presenta fracturas de bloque en la cuenta y algunas partes del concreto de la cuneta faltan</p>

	<p>PR INICIAL: PR 3+190</p> <p>FORMA: “v”</p> <p>LADO: Izquierdo</p> <p>DAÑO: Fracturamiento (FRAC) con severidad alta</p> <p>LONGITUD AFECTADA: 30 m</p> <p>OBSERVACIÓN: el concreto de la cuneta se encuentra fracturado en bloques los cuales han sido arrancados por el transito y la erosión por el agua</p>
	<p>PR INICIAL: PR 3+500</p> <p>FORMA: “v”</p> <p>LADO: Izquierdo</p> <p>DAÑO: Obstrucción (obs) con severidad alta</p> <p>LONGITUD AFECTADA: 10 m</p> <p>OBSERVACIÓN: la cuneta presenta obstrucción por falta de mantenimiento y por poca pendiente.</p>

El estado de las cunetas de la vía el totumo se encuentra en un relativo buen estado debido a que éstas todavía pueden cumplir su función de recolectar y conducir las aguas lluvias, pero es necesario realizar mantenimientos, para limpiar ciertos puntos, al igual que realizar obras para reconstruir las cunetas.

Un punto que necesita una intervención urgente es la cuenta ubicada en la abscisa 3+190 en la cual es necesario reconstruir 30 m de cuneta ya que éstas se fracturaron y se está presentando socavación de la subrasante.



5.2.4 Alcantarillas



Las alcantarillas que tiene la vía el Totumo por lo general sirven para conducir recolectar y conducir el agua acumulada por las cuentas atreves de la vía, pero también para conducir el agua de quebradas o el agua recolectada por vaguadas que corta la vía.. Las siguientes alcantarillas son la que se encontraron que presentan problemas y es necesario su intervención ya sea para devolver su funcionalidad o mejorar su comportamiento hidráulico.

Tabla 5

Resumen de la información recolectada sobre las alcantarillas.

Fotos		Información
Entrada	Salida	
		<p>Abscisa:0+373</p> <p>Tipo de estructura</p> <p>Entrada: poceta</p> <p>Salida: Muro cabezal</p> <p>Tipo de alcantarilla: tubería de \varnothing:0.6m</p> <p>Observación: la poeta se encuentra obstruida por restos vegetales. la salida se encuentra obstruida por basura y raíces de árboles. Es necesario realizar mantenimiento</p>
		<p>Abscisa: 0+500</p> <p>Tipo de estructura</p> <p>Entrada: Aletas</p> <p>Salida: Muro cabezal con aletas</p> <p>Tipo de alcantarilla: cajón de 1.75 m ancho por 0.61 m alto</p> <p>Observación: la alcantarilla se encuentra parcialmente cubierta por maleza en la entrada y en</p>

		<p>la salida, pero sin presentar obstrucción se recomienda mantenimiento.</p>
		<p>Abscisa:0+642 Tipo de estructura Entrada: poceta Salida: Muro cabezal Tipo de alcantarilla: tubería de \varnothing:0.4m Observación: la poeta se encuentra obstruida por restos vegetales. la salida se encuentra obstruida por basura y no se logra ver la tubería en la salida. Se recomienda mantenimiento.</p>
		<p>Abscisa:0+876 Tipo de estructura Entrada: aletas Salida: Muro cabezal Tipo de alcantarilla: tubería de \varnothing:0.6m Observación: una de las aletas de la entrada se encuentra con grietas y el muro se encuentra desplomado, es necesario realizar de nuevo las</p>

		<p>aletas para devolver la funcionalidad al muro. También se encuentra la tubería obstruida hasta una 60 % de su capacidad y es necesario realizar mantenimiento</p>
		<p>Abscisa:0+925 Tipo de estructura Entrada: poceta Salida: Muro cabezal Tipo de alcantarilla: tubería de \varnothing:0.6m Observación: el muro cabezal de la poceta se encuentra facturado de modo de no cumplir su función, es necesario realizar un nuevo muro y realizar mantenimiento debido a que la tubería se encuentra totalmente taponada en la poceta y en la salida</p>

		<p>Abscisa: 1+550</p> <p>Tipo de estructura</p> <p>Entrada: aleta</p> <p>Salida: sin estructura de salida</p> <p>Tipo de alcantarilla: tubería de \varnothing:0.6m</p> <p>Observación: la estructura no cuenta con un muro cabezal en la salida de la alcantarilla, ni con estructura de entrega para la cuneta que llega esto a generado la erosión del suelo sobre la tubería y esta en riesgo de empezar a irse la banca de la vía. Es necesario un intervención para hacer el muro cabezal y realizar una estructura de entrega para la cuenta.</p>
		<p>Abscisa: 2+057</p> <p>Tipo de estructura</p> <p>Entrada: aleta</p> <p>Salida: Muro cabezal</p> <p>Tipo de alcantarilla: tubería de \varnothing:0.6m</p>

		Observación: el flujo de agua no entra de forma paralela a la alcantarilla, sino que lo hace de forma perpendicular al eje de la alcantarilla esto ha generado socavación sobre la aleta que desvía el agua. Es necesario realizar un canal recubierto para conducir el agua hacia la alcantarilla.
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

De lo anterior se puede ver que las alcantarillas necesitan de un correcto mantenimiento para restablecer su funcionamiento y en algunas es necesario la reconstrucción de sus obras de entrada para encausar el agua hacia la alcantarilla.

5.3 Taludes y terraplén

Sobre la vía se encuentra que los taludes están conformados solo por corte y esto solo se sostienen por la pendiente del talud y la resistencia del suelo que los conforman. Sobre toda la vía solo se encuentra una sola obra de estabilización que es un muro en gaviones.

Tabla 6

Resumen de la información recolectada sobre las obras de estabilización.

Fotografías	Información
	<p>Tipo de obra: Muro de gaviones</p> <p>Ubicación: PR inicial 0+942; PR Final 0+978</p> <p>Dimensiones</p> <p>Altura: 3.0 m</p> <p>Longitud: 36.4 m</p> <p>Observaciones: la obra de contención es un muro de gaviones con recubrimiento de concreto. El muro se encuentra un poco desplomado, pero no se evidencia peligro de colapso. Se encuentra un problema en el recubrimiento debido a que en una sección de 4.0 m y 3.0 m se encuentran grietas y hay una pérdida del concreto, en la zona de las grietas se aprecia que la malla tiene corrosión la cual con el tiempo puede llevar a que se reviente el alambre permitiendo que se salgan las rocas generando la pérdida de funcionalidad del muro.</p> <p>Se recomienda reemplazar el recubrimiento de la sección afectada y según se encuentre la malla reemplazarla o reforzarla.</p>


Etapa 2





5.4 Diseño geométrico



Partiendo del Manual de Diseño Geométrico (Ministerio de Transporte; INVIAS, 2008), se clasifica la vía según su funcionalidad como una vía terciaria, pero como explica el mismo manual, las vías terciarias que sean pavimentadas deben cumplir los requisitos geométricos de una vía secundaria, después se clasifico por el tipo del terreno que por la pendiente transversal el terreno se clasifica como montañoso, con las siguientes clasificaciones se seleccionó la velocidad de diseño según la tabla 2.1 del manual, la velocidad de diseño (V_{tr}) es de 40 km/h y de la tabla 3.2 que para la velocidad de diseño de 40 km/h se encontró que el radio mínimo de las curvas debe ser de 40 m Con los parámetros anteriores y después del recorrido de campo para encontrar los puntos críticos que generan un paso inadecuado por la curva.

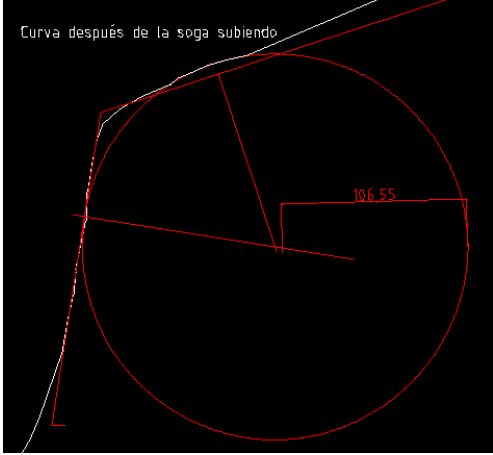


Tabla 7

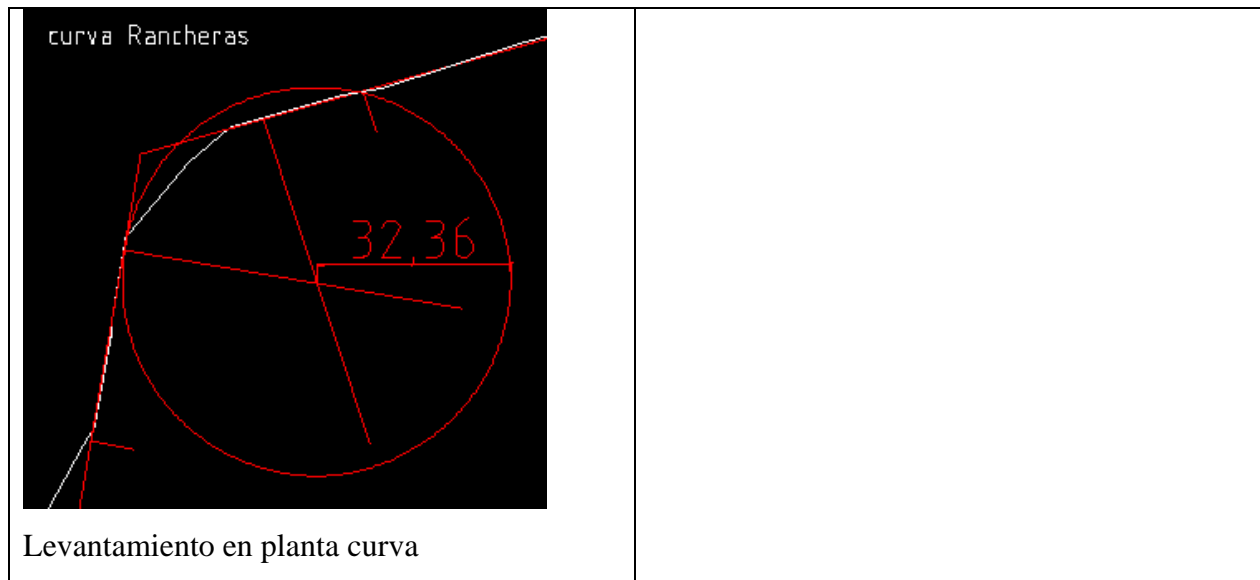
Resumen puntos críticos de curvatura

Foto	Información
 <p data-bbox="201 1619 597 1654">Dirección Girardota el totumo</p>	<p data-bbox="821 1073 938 1108">Curva 1</p> <p data-bbox="821 1129 1333 1165">Ubicación de la curva: Abscisa 0+218</p> <p data-bbox="821 1186 1321 1222">Punto de referencia: finca Cristo Rey</p> <p data-bbox="821 1243 1182 1278">Radio de la curva: 12.71m</p> <p data-bbox="821 1299 1425 1440">La curva es una curva a la izquierda la cual no presenta una correcta visibilidad y en ella también se encuentra una curva vertical.</p> <p data-bbox="821 1461 1425 1875">Revisando la geometría de la vía encontramos que el radio es menor al radio mínimo recomendado para la velocidad de diseño, también que la curva combina una curva vertical y horizontal lo cual es una combinación indeseable debido a la incomodidad generada en el conductor al transitar.</p>

 <p>Dirección el totumo Girardota</p>  <p>Levantamiento en planta curva</p>	<p>Se recomienda para disminuir el riesgo de la curva instalar señal preventiva para informar a los usuarios sobre el riesgo en la vía debido a la falta de visibilidad y al problema en el diseño geométrico.</p>
 <p>Dirección Girardota el totumo</p> 	<p>Curva 2 Ubicación de la curva: Abscisa 0+384 Punto de referencia: Curva después del basurero Radio de la curva: 43.54 m</p> <p>La curva es una curva a la izquierda la cual no presenta una correcta visibilidad y en ella también se encuentra una curva vertical.</p> <p>Revisando la geometría de la vía encontramos que el radio es mayor al radio mínimo recomendado para la velocidad de diseño este factor no condiciona tanto la velocidad, pero la falta de visibilidad unida con también que la curva combina una curva vertical y horizontal</p>

<p>Dirección el totumo Girardota</p>  <p>Levantamiento en planta curva</p>	<p>lo cual es una combinación indeseable debido a la incomodidad generada en el conductor al transitar.</p> <p>Se recomienda para disminuir el riesgo de la curva instalar señal preventiva para informar a los usuarios sobre el riesgo en la vía debido a la falta de visibilidad y al problema en el diseño geométrico.</p>
<p>Dirección Girardota el totumo</p>  <p>Dirección el totumo Girardota</p>	<p>Curva 3</p> <p>Ubicación de la curva: Abscisa 1+980</p> <p>Punto de referencia: Curva después finca la Soga</p> <p>Radio de la curva: 106.55</p> <p>la curva es una curva a la izquierda la cual no cuenta con buena visibilidad. Revisando el radio de curvatura encontramos que la curva cumple con el radio mínimo. Pero la curva presenta problemas debido a que tiene poca visibilidad y antes de la curva se encuentran dos rectas largar en las cuales los vehículos al quiere gran velocidad y al llegar a la curva no pueden transitar de forma segura por la curva. Se recomienda instalar señales preventivas para hacer que los conductores disminuyan la velocidad.</p>

 <p>Curva después de la sogá subiendo</p> <p>106.55</p> <p>Levantamiento en planta curva</p>	
 <p>Dirección Girardota el totumo</p>  <p>Dirección el totumo Girardota</p>	<p>Curva 4</p> <p>Ubicación de la curva: Abscisa 2+812</p> <p>Punto de referencia: Curva sector los Rancheras</p> <p>Radio de la curva: 32.36 m</p> <p>La curva que se encuentra es una curva a la izquierda la cual tiene poca visibilidad.</p> <p>Revisando el radio este no cumple con el radio mínimo que debe tener la curva, lo anterior que combinado con la poca visibilidad hace que el tránsito por la curva sea inseguro.</p> <p>Se recomienda para disminuir el riesgo de la curva instalar señal preventiva para informar a los usuarios sobre el riesgo en la vía debido a la falta de visibilidad y al problema en el diseño geométrico.</p>




Etapas 3





5.5 Señalización

Sobre la vía el totumo se encuentra que la vía cuenta con algunas señales verticales principalmente preventivas. En la siguiente tabla se resumen los hallazgos.

Tabla 8

Resumen de la información recolectada sobre las señales de tránsito.

#	Foto	Información
1		<p>Tipo de señal: SR-30 Abscisa: 0+020 Visibilidad: Buena Funcionalidad: buena Lado de ubicación: Derecha Dirección del flujo: Girardota-el Totumo Observación: la señal se encuentra desplomada y necesita mantenimiento</p>

2		<p>Tipo de señal: SP-67 Abscisa: 0+156 Visibilidad: Buena. La señal se encuentra parcialmente cubierta Funcionalidad: La señal se encuentra mal ubicada debido a que se encuentra muy cerca una curva y no cumple su función de alertar con tiempo al conductor sobre el peligro Lado de ubicación: Derecha Dirección del flujo: Girardota-el Totumo Observación: la señal se encuentra parcialmente tapada por plantas alrededor de la señal</p>
3		<p>Tipo de señal: SP-30 Abscisa: 0+340 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Buena Lado de ubicación: Derecha Dirección del flujo: El Totumo-Girardota Observación:</p>
4		<p>Tipo de señal: Señal de obra Abscisa: 0+470 Visibilidad: buena Funcionalidad: nula Lado de ubicación: Derecha Dirección del flujo: Girardota -El Totumo Observación: la señal es de obra de construcción la cual no se encuentra en la norma y no cumple función debido a que no hay obra en la vía</p>
5		<p>Tipo de señal: Señal de obra Abscisa: 0+555 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Nula Lado de ubicación: Izquierda Dirección del flujo: El Totumo-Girardota Observación: la señal es de obra de construcción la cual no se encuentra en la norma y no cumple función debido a que no hay obra en la vía</p>

6		<p>Tipo de señal: SPO-04 Abscisa: 0+582 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Nula Lado de ubicación: Izquierda Dirección del flujo: El Totumo-Girardota Observación: la señal es de obra de construcción la cual no se encuentra en la norma y no cumple función debido a que no hay obra en la vía</p>
7		<p>Tipo de señal: SPO-0+630 Abscisa: 0+630 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Nula Lado de ubicación: Izquierda Dirección del flujo: El Totumo-Girardota Observación: la señal es de obra de construcción la cual no se encuentra en la norma y no cumple función debido a que no hay obra en la vía</p>
8		<p>Tipo de señal: SPO-06 Abscisa: 0+944 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Nula Lado de ubicación: Derecha Dirección del flujo: Girardota- El Totumo Observación: la señal es de obra de construcción la cual no se encuentra en la norma y no cumple función debido a que no hay obra en la vía</p>
9		<p>Tipo de señal: SPO-06 Abscisa: 1+032 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Nula Lado de ubicación: Izquierda Dirección del flujo: El Totumo-Girardota Observación: la señal es de obra de construcción la cual no se encuentra en la norma y no cumple función debido a que no hay obra en la vía</p>
10		<p>Tipo de señal: SP-39 Abscisa: 1+168 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Buena Lado de ubicación: Derecha Dirección del flujo: Girardota-El Totumo Observación:</p>

11		<p>Tipo de señal: SPO-0+630 Abscisa: 1+327 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Nula Lado de ubicación: Izquierda Dirección del flujo: El Totumo-Girardota Observación: la señal es de obra de construcción la cual no se encuentra en la norma y no cumple función debido a que no hay obra en la vía</p>
12		<p>Tipo de señal: SP-25 Abscisa: 1+444 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Buena, alerta con la distancia correcta la presencia del resalto Lado de ubicación: Derecha Dirección del flujo: Girardota- el Totumo Observación:</p>
13		<p>Tipo de señal: SP-25 Abscisa: 1+947 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Buena, se ubica a una distancia correcta al resalto Lado de ubicación: Derecha Dirección del flujo: El Totumo-Girardota Observación: la señal se encuentra desplomada y vandalizada. Es necesario mantenimiento</p>
14		<p>Tipo de señal: SP-25 Abscisa: 2+254 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Regular. La señal se encuentra muy cerca del resalto y no tiene la distancia correcta para alertar a los conductores Lado de ubicación: Derecha Dirección del flujo: El Totumo-Girardota Observación: la señal se encuentra vandalizada y necesita mantenimiento. Se debe evaluar la ubicación de la señal para que cumpla mejor su función</p>

<p>15</p>		<p>Tipo de señal: SP-47 Abscisa: 2+975 Visibilidad: buena Funcionalidad: Regular, la señal se encuentra muy cerca de la escuela y no anuncia con suficiente tiempo al conductor la presencia de escuela, también por el mal estado dificulta su lectura Lado de ubicación: Izquierda Dirección del flujo: Girardota- El Totumo Observación: el poste y el tablero se encuentran doblados y es necesario el cambio de la señal</p>
<p>16</p>		<p>Tipo de señal: SP-47 Abscisa: 3+077 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Regular, la señal se encuentra muy cerca de la escuela y no anuncia con suficiente tiempo al conductor la presencia de escuela Lado de ubicación: Derecha Dirección del flujo: El Totumo-Girardota Observación: la señal se encuentra desplomada y es necesario mantenimiento</p>
<p>17</p>		<p>Tipo de señal: SP-25 Abscisa: 3+100 Visibilidad: Buena Funcionalidad: Buena Lado de ubicación: Derecha Dirección del flujo: El Totumo-Girardota Observación: La señal tiene buena funcionalidad</p>

La mayoría de las señales encontradas sobre la vía cumplen una buena función, aunque en alguna falta realizar mantenimiento, pero se encuentra que la vía necesita de la colección de más señales como señales de restricción de velocidad, señales preventivas de curvas horizontales, intersecciones con otras vías y señal preventiva para todos los resaltos, ya que todos no tienen señal que informe su presencia. También se debe resaltar que la vía no cuenta con señales horizontales, solamente en los resaltos, en los cuales la pintura está en muy mal estado y es necesario que se intervengan para volver a pintar los resaltos.

6. Conclusiones

Después de realizar toda la inspección de la vía encontramos que el estado de la estructura del pavimento se encuentra muy deteriorada y que un 27.22 % de toda la estructura presenta daños esto nos dice que es necesario realizar una intervención en la vía para corregir los daños y devolver la funcionalidad optima a la vía y en lo posible que esta intervención sea rápida para evitar un mayor deterioro lo que lleva a mayores costos en la reparación.

Las obras de drenaje de la vía se encontraron cumpliendo su función, pero con deterioro y falta de mantenimiento, por lo anterior es necesario realizar reparaciones y mantenimiento en todos los elementos de drenaje para reparar sus daños y de volver la funcionalidad a estos.

Sobre la vía se encontró que la única obra de estabilización existente es un muro en gaviones el cual presenta problemas en el recubrimiento de la malla y oxidación en la malla, por lo anterior es necesario realizar remplazar la malla corroída y realizar reparaciones en el recubrimiento.

Después de realizar la revisión de los puntos críticos de geometría de la vía se encontró que estos presentan problemas por la visibilidad, combinación de curvas horizontales y verticales y radios mínimos para la velocidad de diseño de la vía. Debido a los elevados costos que supone corregir estos problemas se recomienda implementar señales de tránsito de tipo preventivas para informar al usuario sobre la existencia de peligros en la vía.

Finalmente, las señales de tránsito que se encontraron en la vía cumplen con su función, pero presentan falta de mantenimiento. También se encuentra que es necesario la instalación de más señales de tránsito para informar sobre los riesgos en la vía o imprevistos.

7. Referencias

- Cárdenas, j. (2013). *Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá: Eco Ediciones.
- Ministerio de Transporte. (2015). *Manual de Señalización Vial Dispositivos Uniformes para la Regulación del Tránsito en calles, Carreteras y Ciclorutas de Colombia*. Bogotá: Diseñum Tremens.
- Ministerio de Transporte. (2015). *Manual de Señalización Vial Dispositivos Uniformes para la Regulación del Tránsito en calles, Carreteras y Ciclorutas de Colombia*. Bogotá: Diseñum Tremens.
- Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de vías; INVIAS. (2008). *Guía Metodológica para el Diseño de obras de Rehabilitación de Pavimentos Asfálticos de Carreteras*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte; INVIAS. (2009). *Manual de Drenaje para Carreteras*. Bogotá.
- Ministerio de Transporte; INVIAS. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá.
- Montejo, A. (1998). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Bogotá D.C.: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones .
- Universidad del Cauca e INVIAS. (2015). *Manual de Diseños de Pavimentos Asfálticos en vías con Medios y Altos Volúmenes de tránsito*. Bogotá.
- Universidad Nacional de Colombia y INVIAS. (15 de abril de 2006a). *Manual para la Inspección Visual de Estructuras de Drenaje*. Obtenido de invias.gov.co: <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos>
- Universidad Nacional de Colombia y INVIAS. (15 de Abril de 2006b). *Manual para la Inspección Visual de obras de Estabilización*. Obtenido de invias.gov.co: <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos>
- Universidad Nacional de Colombia y INVIAS. (15 de abril de 2006c). *Manual para la inspección visual de Pavimentos Flexibles*. Obtenido de invias.gov.co: <https://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos>