

INVENTARIO DE LA RED VIAL TERCIARIA NACIONAL
DEL CORREGIMIENTO DE CATAMBUCO
MUNICIPIO DE PASTO (NARIÑO)

LUIS HUMBERTO ORTIZ CABRERA
ANDRÉS RODRÍGUEZ CORAL

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2011

INVENTARIO DE LA RED VIAL TERCIARIA NACIONAL
DEL CORREGIMIENTO DE CATAMBUCO
MUNICIPIO DE PASTO (NARIÑO)

AUTORES:
LUIS HUMBERTO ORTIZ CABRERA
ANDRÉS RODRÍGUEZ CORAL

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

DIRECTOR:
MSc. JORGE LUIS ARGOTY BURBANO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2011

NOTA DE RESPONSABILIDAD

LAS IDEAS Y CONCLUSIONES APORTADAS EN ESTE TRABAJO DE GRADO SON RESPONSABILIDAD EXCLUSIVA DE SUS AUTORES. ARTÍCULO 1º DEL ACUERDO NO. 324 DE OCTUBRE 11 DE 1966 EMANADO DEL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, diciembre de 2011

AGRADECIMIENTOS

Especial gratitud a todo el personal administrativo, docente y de servicios generales que hacen parte del Programa de Ingeniería Civil.

RESUMEN

La falta de información de las obras de infraestructura que componen la red vial terciaria presente en los corregimientos del Municipio de Pasto, hace que las inversiones para su conservación o mantenimiento no se puedan llevar a cabo debido a que se desconoce su existencia y muchas veces la ubicación de las mismas. En vista de lo anterior, se realizó el inventario de la Red Vial Terciaria Nacional del Corregimiento de Catambuco.

El presente trabajo está constituido por información que permitió identificar como está constituida la Red Vial Terciaria del Corregimiento. Una vez materializado un punto de control amarrado a la red geodésica del IGAC se realizó la georeferenciación de la malla vial del Corregimiento por medio de GPS RTK.

Se establecieron los correspondientes formatos que permitieron detallar cada uno de los componentes de la infraestructura vial encontrada para su posterior análisis y elaboración del informe final. El inventario vial está soportado con un registro fotográfico y fílmico.

Palabras claves: Corregimiento de Catambuco, Inventario Vial, Red Vial Terciaria.

ABSTRACT

The lack of information from the infrastructure that make the road network tertiary present in the districts of the Municipality of Pasto, makes investment for preservation or maintenance can be carried out because they are unaware of their existence and often their location. Given the above, the inventory of the Road network Tertiary National Township of Catambuco.

This work consists of information identified as being composed Road network Tertiary Township. Once materialized a control point tied to the geodetic network of IGAC was performed georeferencing of the road network of the township by GPS RTK.

Formats were established for that detail each of the road infrastructure components found for further analysis and final reporting. The road inventory is supported with a photographic record and film.

Keywords: Township of Catambuco, Inventory Road, Red Road Tertiary.

CONTENIDO

| | pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN | 21 |
| 1 MARCO TEÓRICO | 26 |
| 1.1 MARCO SITUACIONAL DEL CORREGIMIENTO DE CATAMBUCO | 26 |
| 1.1.1 Localización | 26 |
| 1.1.2 Veredas del Corregimiento de Catambuco | 28 |
| 1.2 INVENTARIO VIAL | 29 |
| 1.2.1 Métodos utilizados para geo-referenciar un inventario vial | 30 |
| 1.2.2 Equipo utilizado | 31 |
| 1.2.3 Sistema de coordenadas WGS84 | 32 |
| 1.3 TRAMO HOMOGÉNEO | 32 |
| 1.4 MARCO LEGAL DEL SISTEMA INTEGRAL NACIONAL DE INFORMACIÓN DE CARRETERAS S.I.N.C. | 32 |
| 2 METODOLOGÍA | 33 |
| 2.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN | 33 |
| 2.2 ELABORACIÓN DE FORMATOS DE CAMPO | 33 |
| 2.3 MATERIALIZACIÓN DEL PUNTO DE CONTROL | 39 |
| 2.4 RECORRIDO CON GPS RTK | 42 |
| 2.5 INVENTARIO VIAL | 43 |
| 2.6 DILIGENCIAMIENTO DE FORMATOS | 43 |
| 2.7 ELABORACIÓN DE PLANOS | 43 |
| 2.8 INVENTARIO FÍLMICO | 44 |
| 2.9 METODOLOGÍA DE SECTORIZACIÓN | 44 |
| 3 RESULTADOS OBTENIDOS | 45 |
| 4 ANÁLISIS DE RESULTADOS | 58 |
| 5 DIAGNÓSTICO DE LA RED VIAL TERCIARIA DEL CORREGIMIENTO | 72 |
| 5.1 ANÁLISIS GEOMÉTRICO | 72 |
| 5.1.1 Características en planta | 72 |
| 5.1.2 Características en perfil | 83 |
| 6 CONCLUSIONES | 86 |
| 7 RECOMENDACIONES | 88 |
| BIBLIOGRAFÍA | 89 |
| ANEXOS | 91 |

LISTA DE TABLAS

| | pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Alcance y delimitación del inventario realizado a las obras de infraestructura y drenaje. | 22 |
| Tabla 2. Vías principales interveredales. | 45 |
| Tabla 3. Vías vecinales (Ramales). | 45 |
| Tabla 4. Tipos de capa de rodadura. | 59 |
| Tabla 5. Estado de cunetas. | 59 |
| Tabla 6. Obras de infraestructura y drenaje. | 60 |
| Tabla 7. Clasificación de alcantarillas según tipo de material y funcionamiento. | 63 |
| Tabla 8. Estado poceta. | 64 |
| Tabla 9. Estado muro cabezal. | 64 |
| Tabla 10. Estado aletas de salida. | 65 |
| Tabla 11. Concentración de vías sobre superficie del Corregimiento. | 70 |
| Tabla 12. Uso de suelo. | 71 |
| Tabla 13. Resumen de la sectorización por diferencias acumuladas por radio de curvatura. | 73 |
| Tabla 14. Resumen de la sectorización por diferencias acumuladas por deflexión de curva. | 75 |
| Tabla 15. Resumen de la sectorización por diferencias acumuladas por longitud de curva. | 77 |
| Tabla 16. Resumen de la sectorización por diferencias acumuladas por grado de curvatura. | 78 |
| Tabla 17. Resumen de la sectorización por diferencias acumuladas por entretangencia horizontal. | 80 |
| Tabla 18. Resumen de la sectorización por diferencias acumuladas por tangencia de curvatura. | 82 |
| Tabla 19. Resumen de la sectorización por diferencias acumuladas por pendientes longitudinales. | 84 |

LISTA DE IMÁGENES

| | pág. |
|---|------|
| Imagen 1. Panorámica de la cabecera del Corregimiento de Catambuco. | 26 |
| Imagen 2. Localización del Corregimiento de Catambuco en el Municipio de Pasto. | 27 |
| Imagen 3. Certificación IGAC placa geodésica Lope 902. | 40 |
| Imagen 4. Materialización del punto de arranque PL1. | 41 |
| Imagen 5. PLACA No 1 (PL1). | 41 |
| Imagen 6. PL1: N618.738,17-E980.317,37 y cota 2.704,791. | 42 |
| Imagen 7. Receptor de referencia. | 42 |
| Imagen 8. Receptor móvil. | 43 |

LISTA DE GRÁFICAS

| | pág. |
|--|------|
| Gráfica 1. Longitud por tramo Red Vial Corregimiento de Catambuco. | 58 |
| Gráfica 2. Estado de cunetas. | 59 |
| Gráfica 3. Cantidad de obras de drenaje Red Vial Corregimiento de Catambuco. | 60 |
| Gráfica 4. Porcentaje obras de drenaje por longitud de tramo. | 62 |
| Gráfica 5. Cantidad de obras de drenaje en concreto Red Vial Corregimiento de Catambuco. | 63 |
| Gráfica 6. Estado poceta. | 64 |
| Gráfica 7. Estado muro cabezal. | 65 |
| Gráfica 8. Estado aletas de salida. | 66 |
| Gráfica 9. Cantidad de obras de drenaje artesanales Red Vial Corregimiento de Catambuco. | 67 |
| Gráfica 10. Cantidad de puentes Red Vial Corregimiento de Catambuco. | 68 |
| Gráfica 11. Cantidad de muros de contención Red Vial Corregimiento de Catambuco. | 69 |
| Gráfica 12. Concentración de vías por área del Corregimiento. | 71 |
| Gráfica 13. Uso de suelo. | 72 |
| Gráfica 14. Análisis por diferencias acumuladas en función del radio de curvatura. | 73 |
| Gráfica 15. Radio de curvatura predominante. | 74 |
| Gráfica 16. Análisis por diferencias acumuladas en función de las deflexiones de curva. | 76 |
| Gráfica 17. Deflexión de curva predominante. | 76 |
| Gráfica 18. Análisis por diferencias acumuladas en función longitud de curva. | 77 |
| Gráfica 19. Longitud de curvatura predominante. | 78 |
| Gráfica 20. Análisis por diferencias acumuladas por grado de curvatura. | 79 |
| Gráfica 21. Grado de curvatura predominante. | 79 |
| Gráfica 22. Análisis por diferencias acumuladas en función de la entretangencia. | 80 |
| Gráfica 23. Entretangencia predominante. | 81 |
| Gráfica 24. Análisis por diferencias acumuladas en función de tangentes de curvatura. | 82 |
| Gráfica 25. Tangente de curvatura predominante. | 83 |
| Gráfica 26. Análisis por diferencias acumuladas en función de la pendiente longitudinal de las vías. | 85 |
| Gráfica 27. Pendientes longitudinales predominantes. | 85 |

LISTA DE ANEXOS

MEDIO MAGNÉTICO

- Anexo A. FORMATO GENERAL Y FORMATOS PARA INSPECCIÓN VISUAL DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y DRENAJE.
- Anexo B. MANUAL PARA EL DILIGENCIAMIENTO DE LOS FORMATOS DEL INVENTARIO VIAL.
- Anexo C. NUBE DE PUNTOS RTK.
- Anexo D. FORMATOS DE INVENTARIO VIAL DILIGENCIADOS.
- Anexo E. REGISTRO FOTOGRÁFICO.
- Anexo F. PLANIMETRÍA DEL INVENTARIO VIAL.
- Anexo G. TABLAS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE CURVATURA.
- Anexo H. FICHAS TÉCNICAS.
- Anexo I. COORDENADAS INFRAESTRUCTURA.
- Anexo J. INVENTARIO FÍLMICO.

GLOSARIO

Afirmado: Capa compactada de material granular natural ó procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en vías de orden terciario.

Alcantarilla: Tipo de obra de cruce o de drenaje transversal, que tienen por objeto dar paso rápido al agua que, por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino¹.

Alcantarilla artesanal: Tipo de alcantarilla, que generalmente posee tubería de diámetros pequeños, no presenta estructura de entrada ni de salida. La construcción se realiza en una excavación máxima de 80 centímetros o un metro, colocando la tubería y realizando el relleno generalmente sin compactar.

Banca: Distancia horizontal, medida normalmente al eje, entre los extremos exteriores de las cunetas o los bordes laterales².

Berma: Fajas comprendidas entre los bordes de la calzada y las cunetas. Sirven de confinamiento lateral de la superficie de rodadura, controlan la humedad y las posibles erosiones de la calzada³.

Box culvert: Estructura de sección cerrada, de forma rectangular, cuadrada o cilíndrica, normalmente fabricada en concreto.

Calzada: Zona de la vía destinada a la circulación de vehículos. Generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de material de afirmado⁴.

Capa de rodadura: Es la capa superior de la vía la cual soporta las cargas de los vehículos que transitan por ella. Puede estar construida en pavimento rígido, flexible, articulado o en base granular (recebo).

¹MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO INVIAS 2008. p. 269.

²Ibíd., p. 269.

³Ibíd., p. 269.

⁴MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO INVIAS 2008. p. 269.

Carretera: Camino para el tránsito de vehículos, que puede poseer o no características geométricas definidas en las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transporte.

Cuneta: Zanja, revestida o no, construida paralelamente a las bermas, destinada a facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Su geometría puede variar según las condiciones de la vía y del área que drenan⁵.

Curva horizontal: Curva que une dos tramos rectos de una carretera en el plano horizontal.

Drenaje: Obras proyectadas para eliminar el exceso de agua superficial sobre la franja de la carretera y restituir la red de drenaje natural, la cual puede verse afectada por el trazado.

Encole: Conjunto de estructuras que constituyen la de entrada de la alcantarilla para encausar el agua.

Galibo: Distancia libre entre el fondo de la superestructura del puente y el nivel de aguas máximas del río o fuente hídrica. En pasos a desnivel sobre un camino, es la distancia entre la cota base de vigas y la cota de rasante del eje del camino sobre el cual se realiza el cruce.

GPS (Global Positioning System): Sistema de Posicionamiento Global o NAVSTAR-GPS1 es un sistema global de navegación por satélite que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros.

GPS navegador: Tipo de receptor capaz de realizar lecturas sin correcciones como excentricidad y refracción del globo terrestre, permite conocer las coordenadas en varios formatos, de baja precisión, permite realizar conversiones a datos locales desde el sistema WGS84. Su precisión varía de los 10 m a los 20 m en planimetría y 16 m en altimetría dependiendo de la visibilidad de satélites.

GPS RTK: GPS que entrega en tiempo real la posición de un punto que se encuentre en cualquier lugar de la tierra, ya sea en el mar, en el aire o en tierra, con una exactitud de 3 mm hasta 20 cm, dependiendo del método que se emplee entre estático o cinemático.

Intersección de una vía: Caso en que dos o más vías se interceptan a nivel o desnivel.

⁵Ibíd., p. 270.

Método cinemático: Método empleado con equipo GPS RTK, en el que el receptor de referencia se estaciona siempre en posicionamiento estático y el que se mueve es el receptor móvil. La frecuencia con que se toman los datos se realiza en función de la cantidad de puntos que se quiera levantar.

Método estático: Método empleado con equipo GPS RTK, que consiste en estacionar dos receptores o más en los puntos en los cuales se quiere conocer sus coordenadas, almacenar datos y calcular las coordenadas en tiempo diferido.

Mojón: Elemento utilizado para la materialización permanente de un punto en el terreno, acompañado de una placa que indica la posición geográfica, con respecto a un sistema de coordenadas. Generalmente construido en concreto.

Muro de contención: Se denomina muro de contención al tipo de estructura de contención rígida, destinada a contener algún material, generalmente tierras, para el presente trabajo de grado se contempla los tres tipos, en concreto ciclópeo, concreto reforzado y gavión.

Obras de drenaje: Conjunto de obras que tienen por fin controlar y/o reducir el efecto nocivo de las aguas superficiales y subterráneas sobre la vía, tales como: alcantarillas, cunetas, subdrenes, zanjas de coronación y otras de encauzamientos.

Pavimento: Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: Sub-base, base y rodadura.

Pavimento flexible: Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos⁶.

Pavimento rígido: Constituido por cemento portland como aglomerante, agregado y de ser el caso aditivos⁷.

Pavimento articulado: La capa de rodadura está compuesta de adoquines en concreto colocadas sobre una capa y sellante en arena entre sus juntas.

Placa huella: Estructura de pavimento en concreto hidráulico construido únicamente el ancho por donde pasan las llantas del vehículo y al centro conformando enrocado.

⁶ GLOSARIO DE TERMINOS DE USO FRECUENTE EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL. Agosto 2008. p.38.

⁷ GLOSARIO DE TERMINOS DE USO FRECUENTE EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL. Agosto 2008. p.38.

Pendiente: La inclinación de un camino o carretera, expresada en porcentaje, es el número de unidades de levantamiento cambio de elevación vertical, en 100 unidades de distancia horizontal.

Pendiente longitudinal: Corresponde a las inclinaciones de la vía, medidas en el sentido del eje.

Pendiente transversal: Corresponde a las inclinaciones naturales del terreno, medidas en el sentido transversal del eje de la vía.

Poceta o Lavadero: Estructura que recibe el agua recolectada por las diferentes estructuras de drenaje longitudinal, especialmente cunetas.

Pontón: Estructura de drenaje cuya luz medida paralela al eje de la carretera es menor o igual a tres metros (3 m), para efecto del presente trabajo de grado.

Puente: Estructura de drenaje cuya luz mayor, medida paralela al eje de la carretera, es mayor de 3 metros (3 m), para efecto del presente trabajo de grado.

Recebo: Mezcla de material areno arcilloso que se utiliza como material de rodadura, es un material de buena calidad (no contiene materia orgánica) que en algunas ocasiones es gradado para ser utilizado en la construcción, se usa para afirmado de pisos, bases y sub-bases de vías, en relleno y mejoramiento de terrenos para construcción.

Rover: Término empleado internacionalmente como sinónimo para designar al equipo GPS que trabaja como receptor.

Señal de tránsito: Dispositivo físico o marca vial que indica la forma correcta como deben transitar los usuarios de las vías y se instala a nivel de la vía para transmitir órdenes o instrucciones mediante palabras o símbolos⁸.

Señalización horizontal: Corresponde a la aplicación de marcas viales, conformadas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de circulación o adyacentes a ellas, así como los objetos que se colocan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar la presencia de obstáculos⁹.

⁸MANUAL DE SEÑALIZACIÓN Dispositivos para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia Bogotá D.C., mayo de 2004. p. 624.

⁹MANUAL DE SEÑALIZACION INVIAS 2008. p. 107.

Señalización vertical: Placas fijadas en postes o estructuras instaladas sobre la vía o adyacentes a ella, que mediante símbolos o leyendas determinadas cumplen la función de prevenir a los usuarios sobre la existencia de peligros y su naturaleza, reglamentar las prohibiciones o restricciones respecto del uso de las vías, así como brindar la información necesaria para guiar a los usuarios de las mismas¹⁰.

Sistema de coordenadas geodésicas: Corresponden a la latitud y longitud geográfica de un punto, se calculan sobre la superficie de un elipsoide de referencia, que es una caracterización de la forma y las dimensiones de la tierra. Para Colombia, el origen se encuentra en el Observatorio Astronómico de Bogotá con coordenadas Latitud: 04°35'56.570" N, Longitud: 77°04'51.300" W.

Sistema de coordenadas planas cartesianas: Son las posiciones de las proyecciones perpendiculares de un punto sobre los ejes XY a partir de un origen, expresadas como distancias. Para Colombia el origen se encuentra en el Observatorio Astronómico de Bogotá, con Coordenadas Norte: 1'000.000 metros, Este: 1'000.000 metros (Latitud: 04°35'56.570"N - Longitud: 77°04'51.300"W)

Sistema WGS84: Sistema convencional de referencia terrestre, adoptado para el posicionamiento GPS, es el denominado World Geodetic System 1984, que viene definido por origen en el centro de la tierra, eje Z paralelo a la dirección del polo terrestre convencional internacional, eje X es la intersección del plano meridiano de referencia y el plano del ecuador y eje Y situado en el plano ZX, constituyendo un sistema coordinado.

Subrasante: Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado¹¹.

Talud: Inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes¹².

Trazabilidad: Procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer la historia, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de herramientas determinadas¹³.

Vehículo de diseño: Es el vehículo automotor predominante y de mayores exigencias en el tránsito que se desplaza por una carretera, por lo que al tipificar

¹⁰Ibíd., p. 11.

¹¹ GLOSARIO DE TERMINOS DE USO FRECUENTE EN PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL. Agosto 2008. p.47.

¹² Ibíd., p. 49.

¹³<http://www.gestion-calidad.com/trazabilidad.html>

las dimensiones, pesos y características de operación de cada uno de ellos, se brinda al diseñador los controles y elementos a los que se deben ajustar los diseños para posibilitar y facilitar su circulación irrestricta.

Velocidad de diseño: Velocidad guía o de referencia de un tramo homogéneo de carretera, que permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado, en condiciones de seguridad y comodidad¹⁴.

¹⁴http://www.invias.gov.co/invias/hermesoft/portallG/home_1/recursos/informacion_institucional/contenidos/08052009/glosario.jsp

INTRODUCCIÓN

El Programa Plan Vial Regional, a partir de lineamientos técnicos, económicos y administrativos, busca que las entidades territoriales, de acuerdo con los requerimientos de demanda de transporte y con su capacidad técnica, económica y administrativa puedan desarrollar metodologías apropiadas de mejoramiento, rehabilitación y conservación de vías, para de esta forma, implementar en la red vial a su cargo proyectos sostenibles que brinden condiciones adecuadas de transitabilidad y conectividad.

Dentro de la estructuración del Plan Vial Regional, se hace necesario la elaboración de los inventarios viales que determinarán el patrimonio vial departamental, las condiciones físicas y de operación, permitiendo visualizar al mismo tiempo en un mapa la ubicación de la red vial en conjunto con sus características dentro del Sistema de Información Geográfico de Gestión Vial a nivel departamental.

En el Departamento de Nariño, las vías terciarias son de gran importancia en la economía de la región y por lo tanto es de alta prioridad disponer de información confiable y útil de cada una de ellas, para así poder llevar a cabo un control periódico, que permita a los entes gubernamentales realizar un mantenimiento permanente de las carreteras para garantizar el fácil desplazamiento de los vehículos en condiciones adecuadas y además permita la reducción en tiempos de viajes y principalmente la comercialización de los productos de la zona.

El inventario que trata el presente trabajo de grado está constituido por la identificación y reconocimiento de la Red Vial del Corregimiento de Catambuco, el trabajo de campo permitió cuantificar las características físico-geométricas básicas de la calzada como: longitud de tramos, anchos, pendientes y dimensiones de estructuras que componen la red, así mismo observar características como tipo de materiales, estado, funcionalidad; además se organizó la información obtenida en campo para así presentar el presente informe final sobre el inventario realizado.

TEMA

TÍTULO

INVENTARIO DE LA RED VIAL TERCIARIA NACIONAL DEL CORREGIMIENTO DE CATAMBUCO, MUNICIPIO DE PASTO (NARIÑO).

MODALIDAD

El presente trabajo de grado corresponde a la modalidad de investigación aplicada.

ÁREA

Vías y Transporte.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Inventarios viales.

FUENTE

Proyecto Educativo del Programa Ingeniería Civil.

ALCANCE Y DELIMITACIONES

El alcance que tiene el inventario de la Red Vial Terciaria Nacional presente en el Corregimiento de Catambuco tiene un enfoque de carácter mixto, puesto que se midieron los parámetros geométricos básicos de la calzada como: longitud de tramos, anchos y pendientes. Además, se determinó el estado, funcionalidad, tipo de material y las dimensiones apreciables de las estructuras como: alcantarillas, pontones, puentes, box culvert y muros de contención.

En la tabla 1, se resume la limitación del inventario realizado a las obras de infraestructura y drenaje encontradas en el campo.

Tabla 1. Alcance y delimitación del inventario realizado a las obras de infraestructura y drenaje.

| OBRA DE INFRAESTRUCTURA Y DRENAJE | ALCANCE Y DELIMITACIÓN |
|--|---|
| Superficie de rodamiento | Tipo de superficie, estado actual, tipo de mantenimiento. Fecha de la visita. |
| Alcantarillas | Localización, estado, funcionalidad, tipo de material, ancho, diámetro, estado de rejilla si la tiene y registro fotográfico. Fecha de la visita. |

| | |
|---------------------|---|
| Pontones | Localización, estado, funcionalidad, luz, galibo, peralte de losa, estado de aletas, nivel de socavación y registro fotográfico. Fecha de la visita. |
| Box coulvert | Localización, estado, funcionalidad, base, altura interna, altura total, nivel de socavación horizontal – vertical y registro fotográfico. Fecha de la visita. |
| Puentes | Localización, estado, funcionalidad, longitud, galibo, peralte de losa, estado de estribos, nivel de socavación horizontal - vertical, material de las barandas de protección y registro fotográfico. Fecha de la visita. |
| Muros de contención | Localización, estado, funcionalidad, tipo de material, altura inicial, altura final, estado de drenaje y registro fotográfico. Fecha de la visita. |

A partir de la recolección de datos se procedió a organizar la información en fichas técnicas para la clasificación de las obras de infraestructura y drenaje según su caracterización física y estado.

En los planos que se realizó, se identificaron y ubicaron los siguientes elementos:

- Geo-referenciación del punto de control.
- Ubicación del eje de la vía por medio de coordenadas GPS RTK.
- Ubicación de ramales e intersecciones por medio de coordenadas GPS RTK.
- Ubicación de obras de infraestructura y drenaje por medio de coordenadas GPS RTK y GPS NAVEGADOR.

La identificación de los siguientes parámetros geométricos existentes, se realizó de manera aproximada a partir de la silueta obtenida en la ubicación geográfica de la vía y la utilización de la estadística para su análisis y respectivas conclusiones y recomendaciones:

- Radios de curvatura.
- Entre-tangencias.
- Deflexiones.
- Tangentes.
- Longitudes de curvatura.
- Grado de curvatura.
- Perfiles.
- Pendientes.

JUSTIFICACIÓN

Este inventario vial es conveniente porque revela el estado actual de la Red Vial Terciaria Nacional presente en el Corregimiento de Catambuco, facilitando a los entes territoriales a su cargo llevar una adecuada administración vial, que les permita la inversión de recursos destinados al mejoramiento y/o mantenimiento correspondiente.

La población del Corregimiento se beneficiará con mejores condiciones de comunicación terrestre con otros centros poblacionales mayores de una manera cómoda, segura y en un tiempo reducido.

La información recolectada servirá como insumo para la alimentación del Sistema de Información Geográfica de la Red Vial Terciaria Nacional presente en el Municipio de Pasto, de esta manera en el momento de la distribución de los recursos disponibles para el mantenimiento y/o mejoramiento de las vías en los corregimientos, los entes gubernamentales darán prioridad a los sectores que necesiten la intervención.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar un inventario vial que permita conocer el estado actual y de operación de la Red Vial Terciaria Nacional del Corregimiento de Catambuco, así como de la infraestructura que la compone.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Desarrollar un formato de inventario vial para la recolección de datos en campo.
- ✓ Realizar el inventario fílmico.
- ✓ Identificar las características físicas, que presenta la Red Vial Terciaria del Corregimiento de Catambuco, como: estado, ancho de banca, capa de rodadura, presencia y estado de taludes.
- ✓ Identificar las características físicas apreciables que presentan las obras de drenaje existentes.
- ✓ Determinar las características físicas apreciables que presentan las obras de infraestructura: Pontones, puentes, box culvert y muros de contención.
- ✓ Localizar en un plano del Municipio de Pasto la malla vial del Corregimiento con los datos registrados en el campo (coordenadas planas) y de los distintos componentes de infraestructura y drenaje.
- ✓ Realizar el inventario fotográfico.
- ✓ Procesar y organizar los datos recolectados en el campo, llevándolos a un medio magnético para su posterior análisis.
- ✓ Realizar un listado donde se clasifiquen las obras de infraestructura y drenaje según su caracterización física y estado de las mismas, de la Red Vial Terciaria del Corregimiento de Catambuco.
- ✓ Realizar un plano de la geometría básica general para identificar en el, parámetros importantes aproximados de la geometría horizontal de la vía como: radios de curvatura, entre-tangencias, deflexiones, tangentes, longitudes de curvatura, grado de curvatura.
- ✓ Realizar un plano del perfil de la Red Vial para determinar las pendientes existentes.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 MARCO SITUACIONAL DEL CORREGIMIENTO DE CATAMBUCO

El Corregimiento de Catambuco fue fundado en 1816 por Alonzo Carrillo, bajo el poder de la Audiencia de Quito. Mediante el Acuerdo No. 06 del 21 de diciembre de 1935 el Concejo Municipal de Pasto lo eligió como Corregimiento, independizándose de esta región las veredas de Obonuco, Santa Bárbara, Gualmatán y Jongovito. En Catambuco, se celebran dos fiestas principales, una el 12 de diciembre en conmemoración al milagro de la aparición de la imagen de la Santísima Virgen de Guadalupe en México en el año de 1531; la otra celebración es el 20 de enero, en la cual los habitantes de Catambuco expresan a la Santísima Virgen de Guadalupe el cumplimiento que hicieron en el año de 1834, cuando le juraron celebrarle una misa cada año.

La base de su economía es la agricultura, como se aprecia en la imagen 1, así como también la ganadería. Dentro de la gastronomía típica está el cuy, la fritada y la mazorca asada¹⁵.



Imagen 1. Panorámica de la cabecera del Corregimiento de Catambuco.

1.1.1 Localización. El Corregimiento de Catambuco, se encuentra ubicado en el Departamento de Nariño, entre las coordenadas: 612.000 N a 622.000 N, 971.000 E a 988.000 E, a un costado de la vía Panamericana Sur a 8 km de la ciudad de Pasto en el denominado Valle de Catambuy, con un área de 8.578 hectáreas, su

¹⁵ CULTURA Y TURISMO SAN JUAN DE PASTO. Corregimientos, CATAMBUCO. [Documento Electrónico].

temperatura oscila entre los 11 y 13 grados centígrados, con altura promedio de 2.800 m.s.n.m., con y una población de 15.500 habitantes, posee las siguientes veredas: El Campanero, Bellavista, La Merced, Botanilla, La Victoria, Botana, San Antonio de Acuyuyo, Guadalupe, Catambuco Centro, San José de Catambuco, San José de Casanare, San Antonio de Casanare, Chaves, Alto Casanare, Cruz de Amarillo, Santa María, Cubiján Bajo, Cubiján Alto, Río Bobo, Fray Ezequiel, San Isidro.

Los límites de este Corregimiento de acuerdo con la imagen 2, son: Por el norte con los Corregimientos de Gualmatán, Jongovito, Jamondino, Mocondino, por el sur con los Corregimientos de Santa Barbará y el Socorro, por el occidente con el Corregimiento del Encano y por el occidente con el Municipio de Tangua y el Corregimiento de Gualmatán.



Imagen 2. Localización del Corregimiento de Catambuco en el Municipio de Pasto.

Las tierras de este Corregimiento se caracterizan por que son planas e inclinadas ocupadas para agricultura y ganadería, de características muy particulares y especiales conocidas como Altiplano de Pasto.

1.1.2 Veredas del Corregimiento de Catambuco

El Campanero. Se localiza a 10 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 600 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y la ganadería.

Bellavista. Se localiza a 5 km del centro del poblado corregimental, está ocupada por 600 habitantes aproximadamente. Su nombre se toma por la espectacular vista que se observa desde la cordillera central, la base de su economía es la agricultura y la ganadería.

La Merced. Se localiza a 4 km de la cabecera corregimental, está habitada por 300 personas aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura.

Botanilla. Se localiza a 50 m de la cabecera corregimental, está ocupada por 1.200 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y oficios varios.

La Victoria. Se localiza a 8 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 400 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y la ganadería.

Botana. Se localiza a 1 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 1.000 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y la alfarería.

San Antonio de Acuyuyo. Se localiza a 7 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 400 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y la ganadería.

Guadalupe. Se localiza a 4 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 400 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura.

Catambuco Centro. Este poblado está ocupado por 9.700 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se obtiene de la agricultura, gastronomía y cría de especies menores.

San José de Catambuco. Se localiza a 3 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 400 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura.

San José de Casanare. Se localiza a 12 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 300 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y ganadería.

San Antonio de Casanare. Se localiza a 10 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 500 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura.

Chaves. Se localiza a 3 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 400 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y oficios varios.

Alto Casanare. Se localiza a 9 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 300 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y la ganadería.

Cruz de Amarillo. Se localiza a 5 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 400 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y la ganadería.

Santa María. Se localiza a 6 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 500 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura.

Cubiján Bajo. Se localiza a 5 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 400 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y oficios varios.

Cubiján Alto. Se localiza a 7 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 600 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y la ganadería.

Río Bobo. Se localiza a 8 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 800 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura, ganadería y gastronomía.

Fray Ezequiel. Se localiza a 1 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 300 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura y oficios varios.

San Isidro. Se localiza a 6 km de la cabecera corregimental, está ocupada por 400 habitantes aproximadamente, su principal fuente de ingresos se basa en la agricultura.

1.2 INVENTARIO VIAL

Los inventarios de carreteras consisten en una recopilación ordenada de datos acerca de la red viaria, sus elementos y sus características, que permiten a sus gestores consultar en el gabinete en una base de datos, cada vez que necesitan conocer alguno de ellos como una ayuda para tomar una decisión, planificar una actuación o resolver un problema, en vez de tener que ir al campo a comprobarlo o a medirlo. Los inventarios son, por lo tanto, una herramienta básica para la gestión de una red viaria.

Un inventario vial debe ser fiable, financiera y técnicamente estable, y estar actualizado. Hay que asignar unas competencias y unas tareas (claras y bien programadas) en relación con la recolección, el almacenamiento, la comprobación de los datos. También hay que definir la frecuencia con la que se lleva a cabo y el método de su previsión. Toda organización involucrada en un inventario o en una parte de él debe ser plenamente consciente de sus competencias y deberes; todo el personal debe:

- Saber que se espera de él.
- Que se supone que debe hacer.
- Los recursos que se pueden emplear.
- Los métodos que se debe seguir.
- Las consecuencias de un fallo.

El proceso de **INVENTARIO VIAL** comprende las siguientes etapas:

- Recolección de datos en el campo.
- Procesamiento de la información de campo.
- Archivo y presentación de la información.
- Utilización de la información.

1.2.1 Métodos utilizados para geo-referenciar un inventario vial. Existen varios métodos para geo-referenciar puntos de control y localizar geográficamente un tramo de vía, cada uno de ellos varía dependiendo de la precisión y el grado de confiabilidad de los datos que se desea obtener. Se encuentra desde los métodos clásicos como la Topografía básica para medir la distancia entre dos puntos, hasta los métodos más avanzados en tecnología como se puede observar hoy en el mundo, como es el sistema GPS.

➤ **MÉTODO DE GPS NAVEGADOR**

Se realiza calibrando los equipos GPS portátil, en cualquiera de los vértices topográficos de alguna red mojones como IGAC o EMPOPASTO y luego realizar las lectura en cada uno de los tramos de la red vial, el error es considerable variando de 10 a 20 metros, puesto que la lectura del equipo portátil, varía de acuerdo a la cantidad de satélites que el equipo pueda recibir señal en los canales de recepción.

➤ **SISTEMA GPS RTK**

Debido a sus numerosas ventajas en materia de precisión, rapidez, polivalencia y productividad el sistema GPS RTK utilizado en el inventario vial nos permitió conocer posición instantánea con un cierto margen de error que oscila desde los 3 mm hasta 20 cm. En el sistema GPS RTK las correcciones de la señal del GPS se transmiten en tiempo real de un receptor base en un lugar conocido a uno o más receptores alejados del rover.

El proceso de RTK comienza con una resolución y fijación de las ambigüedades para obtener así coordenadas de gran precisión. Éste es un aspecto crucial de cualquier sistema cinemático, particularmente en el tiempo real donde la velocidad del rover no debe degradar el funcionamiento realizable o la confiabilidad total del sistema.

➤ **MÉTODO GPS RTK ESTÁTICO**

Este método se utiliza para distancias largas (por lo general mayores de 20 Km) y la más alta precisión. Es la medición clásica de líneas bases. Consiste en estacionar dos receptores o más receptores en los puntos en los cuales se quiere conocer sus coordenadas, almacenar datos y calcular las coordenadas en tiempo diferido.

En este tipo de posicionamiento se obtienen soluciones tan redundantes como se desee, tan solo habrá que prolongar la observación.

- Error de una línea- base: $3 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ ppm}$.
- Método estándar para distancias superiores a 20 Km.
- Precisión de milímetros en líneas- bases cortas.

➤ **MÉTODO CINEMÁTICO**

El receptor de referencia se estaciona siempre en posicionamiento estático, el que se mueve es el receptor móvil.

Las épocas a cadencia de toma de datos se realizará en función a la cantidad de puntos que se quiera levantar.

Se dice que el mínimo de satélites que se debe tener sobre el horizonte es de 5, ya que de esta forma puede perderse un satélite en el transcurso de la operación de medición.

- Medición de trayectorias y de objetos en movimiento.
- Mediciones en intervalos preseleccionados, por ejemplo: 1, 2, 5 seg. etc.
- Precisión de una línea -base:
 - 1 a 3 cm + 1 ppm. posición.
 - 2 a 3 cm + 1 ppm. Altimetría.

1.2.2 Equipo utilizado. Para el trabajo de grado fue clave la utilización del equipo de referencia GPS SR530 de la casa suiza LEICA.

El equipo consta además del módulo GPS con los siguientes elementos:

- ✓ Dos receptores L1 y L2,
- ✓ Dos radios de asistencia remota PACIFIC CREST de apoyo a la señal GPS
- ✓ Dos antenas GPS del tipo MicroStrip modelo AT202
- ✓ Trípode y base móvil

El conjunto se encuentra gestionado mediante software proporcionado por la misma casa, que desde el ordenador controla la configuración del receptor y gestiona el almacenamiento de los distintos tipos de archivos en formato de coordenadas WGS 84.

1.2.3 Sistema de coordenadas WGS84. En cuanto al sistema de coordenadas WGS84 es un sistema de coordenadas cartográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra. Por medio de tres unidades dadas. WGS84 son las siglas en inglés de World Geodetic System 84 (que significa Sistema Geodésico Mundial 1984). Se estima un error de cálculo menor a 2 cm.

1.3 TRAMO HOMOGÉNEO. Longitud del trazado de la carretera al que por las características topográficas se le asigna una determinada velocidad de diseño (V_{TR})¹⁶.

1.4 MARCO LEGAL DEL SISTEMA INTEGRAL NACIONAL DE INFORMACIÓN DE CARRETERAS S.I.N.C.

Según la Ley 1228 del 2008 emitida por el Diario Oficial No. 47.052 del 16 de julio del 2008 el Congreso de la República en su Artículo 10, decretó crear el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras “S.I.N.C” como un sistema público de información único nacional conformado por toda la información correspondiente a las carreteras a cargo de la Nación, de los departamentos, los municipios y los distritos especiales y que conformarán el inventario nacional de carreteras. En este sistema se registrará cada una de las carreteras existentes identificadas por su categoría, ubicación, especificaciones, extensión, puentes, poblaciones que sirven, estados de las mismas, proyectos nuevos, intervenciones futuras, y demás información que determine la entidad administradora del sistema. Una vez puesto en marcha el sistema a que se refiere este Artículo, este será de obligatoria consulta para los Curadores Urbanos, demás autoridades urbanísticas y de planeación y para las empresas prestadoras de servicios públicos, previa la concesión de permisos de construcción, reformas y mejoras o de dotación de servicios públicos domiciliarios.

¹⁶ Manual de Diseño Geométrico INVIAS 2008. p. 273.

2 METODOLOGÍA

El desarrollo del trabajo de grado contempló las siguientes actividades:

2.1 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Inicialmente se realizó una investigación de antecedentes del Corregimiento de Catambuco, esto para tener un previo conocimiento de lo relacionado en cuanto a su cultura, economía, vías que lo componen y ubicación dentro del Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Pasto.

Con esta información, sumada a un recorrido preliminar apoyado con GPS navegador GARMIN MAP 60 CSx, con una precisión $\pm 1\text{m}$ se pudo obtener una aproximación de la longitud y ubicación geográfica de la red a inventariar.

2.2 ELABORACIÓN DE FORMATOS DE CAMPO

Se establecieron criterios que permitieron crear los respectivos formatos de campo que facilitaron durante el inventario vial el registro de los datos más relevantes para su posterior procesamiento y análisis, los cuales se encuentran consignados en el Manual para el diligenciamiento de los formatos del inventario vial y descrito a continuación:



**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA - DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
INVENTARIOS VIALES 2011**

FORMATO PARA LA INSPECCION VISUAL DE BOX COULVERT

FECHA:

PAIS:

DEPARTAMENTO:

MUNICIPIO:

CORREGIMIENTO:

VIA:

TRAMO:

| PUNTO GPS | ABSCISA | COORDENADAS | | | CAJON | | TUBERIA | h1 | ANCHO | SOCAVACION | | | | No. IMAGEN |
|-----------|---------|-------------|---|-----------|---------|--------|--------------|----|-------|------------|---|---|---|------------|
| | | | | | SECCION | | | | | H | | V | | |
| | | E | N | COTA m | b m | h m | DIAMETRO plg | m | m | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

CONVENCIONES

b: BASE DEL CAJON EN METROS h: ALTURA DEL CAJON EN METROS h1: ALTURA EN METROS DEL MURO CABEZAL HASTA LA BASE DEL CAJON O LA BATEA DE LA TUBERIA ANCHO: CORRESPONDE AL ANCHO DEL BOX COULVERT EN METROS
H: HORIZONTAL V: VERTICAL 1: LEVE 2: INTENSA

2.3 MATERIALIZACIÓN DEL PUNTO DE CONTROL

Por medio de mojón en concreto (Imagen 4) y placa en bronce marcada con código PL1 (Imagen 5) se materializó el punto de arranque amarrándolo a la placa geodésica Lope 902: N626.219,118-E979.547,495 y cota 2.733,819 de la red de mojones del IGAC, con certificación No. 2517112 expedida por el IGAC (Imagen 3), dando como resultado del amarre las coordenadas N618.738,17-E980.317,37 y cota 2.704,791 (Imagen 6). El método empleado para el amarre del punto es el estático del sistema GPS RTK.



INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI

Bogotá D.C., Enero 13 de 2009

En atención a la solicitud adjunta, el Jefe de la División de Geodesia (E) del INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, con fundamento en los datos suministrados por la oficina de Cálculos

CERTIFICA

Que las coordenadas, en el sistema de referencia **MAGNA** (ITRF94, época 1995.4, elipsoide GRS80), del vértice solicitado son:

VÉRTICE: **LOPE-902** ✓

GEODÉSICAS

Latitud: 01° 12' 57.719 28" N
Longitud: 77° 15' 41.083 70" W
Altura elipsoidal: 2 733.816 m
Altura (snm): 2 705.5 m (Niv. GEOCOL)

GEOCÉNTRICAS CARTESIANAS Y SUS VELOCIDADES

X = 1 406 687.436 m Vx = 0.0069 m/año
Y = -6 222 421.394 m Vy = 0.0018 m/año
Z = 134 510.109 m Vz = 0.0104 m/año

PLANAS CARTESIANAS

Norte : 26 219.118 m
Este : 79 547.496 m

Origen de las coordenadas planas:

PASTO 1961 y 1995

Latitud: 01°12'00.50200" N Longitud: 77°15'11.28800" W

Norte: 24 556.000 Este: 80 469.000 Plano de proyección: 2 500.000 ✓

Cálculos realizados en el año 2002

Con destino a: ING HAROLD JURADO PAREDES

Recibo No.: 5006703

Papel de seguridad No.: 2517112

Preparó Jhon Tellez

Revisó Alberto Umbalita


WILLIAM ALBERTO MARTÍNEZ DÍAZ

Imagen 3. Certificación IGAC placa geodésica Lope 902.



Imagen 4. Materialización del punto de arranque PL1.



Imagen 5. PLACA No. 1(PL1).



Imagen 6. PL1: N618.738,17-E980.317,37 y cota 2.704,791.

2.4 RECORRIDO CON GPS RTK

Con el objeto de conocer la longitud y la ubicación geográfica real de la Red Vial Terciaria del Corregimiento así como de su infraestructura se hizo un recorrido con GPS RTK empleando el método cinemático (Imágenes 7 y 8).



Imagen 7. Receptor de referencia.



Imagen 8. Receptor móvil.

Con los datos suministrados por el equipo GPS RTK bajo el sistema de coordenadas WGS-84 (latitud, longitud) se procedió a la conversión y corrección a coordenadas planas cartesianas del IGAC, con origen en el Observatorio Astronómico de Bogotá: Latitud: $04^{\circ}35'56.570''N$ - Longitud: $77^{\circ}04'51.300''W$ equivalente a coordenadas cartesianas Norte: 1`000.000 metros – Este: 1`000,000 metros, mediante el empleo de la versión “trial” del software ExpertGPS 4,28.

2.5 INVENTARIO VIAL

Se realizó el inventario del estado de las obras de infraestructura y drenaje presente en la red vial terciaria del Corregimiento, así mismo, se registró las características de las vías cada 250 metros, anotándolos datos solicitados en los respectivos formatos.

2.6 DILIGENCIAMIENTO DE FORMATOS

Hecha la conversión a Coordenadas Planas Cartesianas Colombianas se procedió con el diligenciamiento de los respectivos formatos que constituyen el inventario vial del Corregimiento, y que por su extensión sólo se anexan impresos aquellos más representativos, el resto se adjuntan en medio magnético.

2.7 ELABORACIÓN DE PLANOS

Una vez obtenida la ubicación geográfica de la Red Vial Terciaria junto con la de sus distintos componentes de infraestructura y drenaje se plasmaron en los planos No. 1 al No. 12: Red Vial Terciaria del Corregimiento de Catambuco.

2.8 INVENTARIO FÍLMICO

El inventario fílmico de las vías recorridas, se programó una vez finalizado el recorrido con GPS RTK.

2.9 METODOLOGÍA DE SECTORIZACIÓN

Posterior al trabajo de recolección de información que se realizó con la georeferenciación de las vías del Corregimiento por medio del GPS RTK, se construye una silueta de cada una de las vías que compone la red vial del Corregimiento, y apoyándose en el inventario de la infraestructura tomando medidas en cada punto de referencia, determinando el ancho de la banca y sus cambios en sitios distintos, se proyectó el eje de la vía existente construyendo tangente y curvas circulares que se ajusten a la silueta de la vía, tanto en planta como en perfil; de esta actividad se extrajo la información base del análisis que se indica a continuación:

Considerando la necesidad de brindar una evaluación general del estado de las vías del Corregimiento en la parte geométrica se realizó la sectorización de los tramos homogéneos, para lo cual se analizó en conjunto la información base del estudio en todo el sector determinando estadísticamente la sectorización por cada aspecto geométrico propuestos y posteriormente generar un comparativo de todos los tramos previos obtenidos, logrando finalmente identificar los sectores homogéneos de la evaluación geométrica.

Para realizar esta actividad se utilizó el método estadístico de las diferencias acumuladas. Su concepción reside en la variación de la acumulación de diferencias que determinan un cambio de pendiente de una grafica X-Y, donde las X's representan el número de orden y las Y's la variable a analizar; los cambios de estas pendientes identifican la variación de la variable en un determinado rango de datos.

Para realizar la evaluación tanto en planta como en perfil de las condiciones de la vía existente de los elementos geométricos mediante procedimientos estadísticos se seleccionó entre otros los más importantes por su vínculo en los requerimientos especificados en las recomendaciones del Manual de Diseño Geométrico del INVIAS 2008, entre ellos:

1. Radio de curvatura.
2. Longitud de la curva.
3. Entretangencia.
4. Deflexión de curva horizontal.
5. Grado de curvatura
6. Pendiente.

3 RESULTADOS OBTENIDOS

La Red Vial Terciaria Nacional del Corregimiento de Catambuco está constituida por 11 tramos de vías principales interveredales y 50 tramos de vías vecinales (ramales), a los cuales, para facilitar el manejo de la información se les asignó códigos, ver tabla 2 y tabla 3.

Tabla 2. Vías principales interveredales.

| TRAMO | CÓDIGO |
|--|----------------------|
| V. Botana (Granja UDENAR)-B/ Los Cristales | CTMBC BTN-CRTL |
| V. Botana-Panamericana Entrada V. Chaves | CTMBC BTN-CH |
| V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (Motos) | CTMBC BV-BTLL(MOTOS) |
| V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe) | CTMBC BV-BTLL |
| Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria (Represa Río Bobo) | CTMBC CDMRLL-VCTR |
| V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro | CTMBC BV-SCR |
| V. San José de Casanare Absc. K6+350-Absc. K1+649,30 | CTMBC JCSNR |
| V. Bella Vista-V. San Antonio de Acuyuyo | CTMBC BV-ACY |
| V. El Campanero-Punto La Isla | CTMBC CMPNR-ISL |
| V. Cruz de Amarillo-V. Cubiján Bajo (Cresta del Gallo) | CTMBC CDMRLL-CBJB |
| Catambuco (Cabecera) | CTMBC CBCR |

Tabla 3. Vías vecinales (Ramales).

| VEREDA | CODIGO DE VIA |
|---|------------------------------|
| San Antonio de Casanare. | VACS1 |
| Bellavista. | VBLLV1,2,3,4,5,6,7 |
| Botana. | V BT 1,2,3,4 |
| El Campanero. | V CMP 1,2,3 |
| Cruz de Amarillo. | V. CRZ A 1,2 |
| Cubijan bajo-La Merced-Cruz de Amarillo-Santa María | V CB-LM-CRZA-SM 1,2 |
| Guadalupe. | V GP 1,2,3,4,5,6,7 |
| La Merced. | V LM 1,2 |
| San Antonio de Casanare. | V SA CS 1,2,3,4,5,6,7,8,9 |
| Fray Ezequiel. | V ESQ1,2 |
| San José de Catambuco. | V SJ CTMB 1,2 |
| Cubiján Alto. | V CUB ALT 1,2 |

Se suministró la totalidad de la información para la implementación del Sistema de Información Geográfica del Municipio de Pasto, Corregimiento de Catambuco, en medio magnético de los diferentes formatos empleados en el inventario vial como fueron: Formato general de la vía, formato para la inspección visual de alcantarillas, pontones, box coulverts, puentes y muros de contención.

A continuación, se hace una descripción de los tramos de vías principales:

TRAMO1: V. Botana (Granja UDENAR)-B/ Los Cristales

CÓDIGO: CTMBC BTN-CRTL

LONGITUD: 1,48 Km



La vía comunica las veredas Botana y el Barrio Los Cristales de la cabecera municipal. Se encuentra localizada sobre terreno montañoso escarpado, predomina el uso de suelo pastoril. El tráfico predominante es el peatonal. El ancho promedio de la vía es de 4,50 m.

INFRAESTRUCTURA VIAL: Presenta un estado bueno en su capa de rodadura, el material predominante es en afirmado, está constituido por 4 alcantarillas en concreto, 2 alcantarillas artesanales y 1 muro en gavión.

OBSERVACIÓN. La geometría de la vía presenta buenas características dentro de los parámetros que establece el INVIAS para vías de tercer orden, sin embargo, el ancho de banca es reducido con respecto al mínimo recomendado y la pendiente longitudinal se encuentra en los siguientes rangos: 67% en valores inferiores al 7%, con 11% en valores entre el 7 y 10%, con 22% en valores mayores al 10%.

TRAMO 2: V. Botana-Panamericana Entrada V. Chaves

CÓDIGO: CTMBC BTN-CH

LONGITUD: 4,90 Km



La vía comunica las veredas Chaves y Botana con la vía Panamericana. Se encuentra localizada sobre terreno montañoso, predomina el uso de suelo agrícola. Es escaso el tráfico vehicular. El ancho promedio de la vía es de 3,80 m.

INFRAESTRUCTURA VIAL: Presenta un estado bueno en su capa de rodadura, el material predominante es en afirmado con presencia de placa huella en un pequeño sector, está constituido por 2 alcantarillas en concreto, 13 alcantarillas artesanales y 1 puente.

OBSERVACIÓN. La geometría de la vía presenta buenas características dentro de los parámetros que establece el INVIAS para vías de tercer orden, sin embargo, el ancho de banca es reducido con respecto al mínimo recomendado y la pendiente longitudinal se encuentra en los siguientes rangos: 20% en valores inferiores al 7%, con 17% en valores entre el 7 y 10%, con 63% en valores mayores al 10%.

TRAMO 3: V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (Motos)

CÓDIGO: CTMBC BV-BTLL(MOTOS)

LONGITUD: 8,16 Km



La vía comunica las veredas Botana y Bella Vista con la vía Panamericana. Se encuentra localizada sobre terreno montañoso, predomina el uso de suelo pastoril. Es alto el tráfico vehicular. El ancho promedio de la vía es de 6,0 m.

INFRAESTRUCTURA VIAL: Presenta un estado bueno en su capa de rodadura, el material predominante es en afirmado, está constituido por 28 alcantarillas en concreto, 20 alcantarillas artesanales, 1 puente, 3 muros de contención en concreto y 1 en gavión.

OBSERVACIÓN. La geometría de la vía presenta regulares características dentro de los parámetros que establece el INVIAE para vías de tercer orden, sin embargo, el ancho de banca es reducido con respecto al mínimo recomendado y la pendiente longitudinal se encuentra en los siguientes rangos: 48% en valores inferiores al 7%, con 44% en valores entre el 7 y 10%, con 7% en valores mayores al 10%.

TRAMO 4: V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe)

CÓDIGO: CTMBC BV-BTLL

LONGITUD: 7,27 Km



La vía comunica la cabecera corregimental, veredas Botanilla, San José de Catambuco, Guadalupe, Bella Vista y Campanero con la vía Panamericana. Se encuentra localizada sobre terreno montañoso, predomina el uso de suelo agrícola y pastoril. Es mediano el tráfico vehicular. El ancho promedio de la vía es de 5,10 m.

INFRAESTRUCTURA VIAL: Presenta un estado bueno en su capa de rodadura, el material predominante es en afirmado, está constituido por 31 alcantarillas en concreto, 8 alcantarillas artesanales y 1 puente.

OBSERVACIÓN. La geometría de la vía presenta regulares características dentro de los parámetros que establece el INVIAS para vías de tercer orden, sin embargo, el ancho de banca es reducido con respecto al mínimo recomendado y la pendiente longitudinal se encuentra en los siguientes rangos: 48% en valores inferiores al 7%, con 17% en valores entre el 7 y 10%, con 35% en valores mayores al 10%.

TRAMO 5: Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria (Represa Río Bobo)

CÓDIGO: CTMBC CDMRLL-VCTR

LONGITUD: 7,79 Km



La vía comunica las veredas Cubiján Alto, Cruz de Amarillo y La Victoria con la vía Panamericana. Se encuentra localizada sobre terreno ondulado, predomina el uso de suelo pastoril. Es la de mayor tráfico vehicular. El ancho promedio de la vía es de 7,50 m.

INFRAESTRUCTURA VIAL: Presenta un estado bueno en su capa de rodadura, el material predominante es en afirmado, está constituido por 63 alcantarillas en concreto, 2 box coulvert, 2 puentes y 1 muro de contención en concreto.

OBSERVACIÓN. La geometría de la vía presenta buenas características dentro de los parámetros que establece el INVIAS para vías de tercer orden, la pendiente longitudinal se encuentra en valores menores al 7% y en algunos sectores la pendiente longitudinal se encuentra en los siguientes rangos: 81% en valores inferiores al 7%, con 5% en valores entre el 7 y 10%, con 14% en valores mayores al 10%.

TRAMO 6: V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro

CÓDIGO: CTMBC BV-SCR

LONGITUD: 13,26 Km



La vía comunica las veredas Bella Vista, Alto Casanare y San José de Casanare. Se encuentra localizada sobre terreno montañoso, predomina el uso de suelo pastoril. Es mediano el tráfico vehicular. El ancho promedio de la vía es de 5,00 m.

INFRAESTRUCTURA VIAL: Presenta un estado bueno en su capa de rodadura, el material predominante es en afirmado, está constituido por 63 alcantarillas en concreto, 28 alcantarillas artesanales, 4 puentes, 1 muro de contención en concreto y 1 en gavión.

OBSERVACIÓN. La geometría de la vía presenta regulares características dentro de los parámetros que establece el INVIAS para vías de tercer orden, sin embargo, el ancho de banca es reducido con respecto al mínimo recomendado y la pendiente longitudinal se encuentra en los siguientes rangos: 73% en valores inferiores al 7%, con 11% en valores entre el 7 y 10%, con 16% en valores mayores al 10%.

TRAMO 7: V. San José de Casanare Absc. K6+350-Absc. K1+649,30

CÓDIGO: CTMBC JCSNR

LONGITUD: 1,64 Km



La vía comunica la Cabecera Veredal con la vía Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro. Se encuentra localizada sobre terreno montañoso, predomina el uso de suelo pastoril. Es escaso el tráfico vehicular. El ancho promedio de la vía es de 5.00 m.

INFRAESTRUCTURA VIAL: Presenta un estado bueno en su capa de rodadura, el material predominante es en afirmado, está constituido por 16 alcantarillas artesanales y 1 puente.

OBSERVACIÓN. La geometría de la vía presenta regulares características dentro de los parámetros que establece el INVIAS para vías de tercer orden, sin embargo, el ancho de banca es reducido con respecto al mínimo recomendado y la pendiente longitudinal se encuentra en los siguientes rangos: 72% en valores inferiores al 7%, con 6% en valores entre el 7 y 10%, con 22% en valores mayores al 10%.

TRAMO 8: V. Bella Vista-V. San Antonio de Acuyuyo

CÓDIGO: CTMBC BV-ACY

LONGITUD: 11,28 Km



La vía comunica las veredas Bella Vista, Campanero, Río Bobo, San Antonio de Acuyuyo y La Victoria. Se encuentra localizada sobre terreno ondulado, predomina el uso de suelo agrícola. Es escaso el tráfico vehicular. El ancho promedio de la vía es de 4,40 m.

INFRAESTRUCTURA VIAL: Presenta un estado bueno en su capa de rodadura, el material predominante es en afirmado, está constituido por 8 alcantarillas en concreto, 19 alcantarillas artesanales, 1 box coulvert y 1 puente.

OBSERVACIÓN. La geometría de la vía presenta malas características dentro de los parámetros que establece el INVIAS para vías de tercer orden, sin embargo, el ancho de banca es reducido con respecto al mínimo recomendado y la pendiente longitudinal se encuentra en los siguientes rangos: 75% en valores inferiores al 7%, con 10% en valores entre el 7 y 10%, con 15% en valores mayores al 10%.

TRAMO 9: V. El Campanero-Punto La Isla

CÓDIGO: CTMBC CMPNR-ISL

LONGITUD: 3,64 Km



La vía comunica las veredas El Campanero con la vía Bella Vista-San Antonio de Acuyuyo. Se encuentra localizada sobre terreno montañoso, predomina el uso de suelo agrícola. Es escaso el tráfico vehicular. El ancho promedio de la vía es de 4,30 m.

INFRAESTRUCTURA VIAL: Presenta un estado bueno en su capa de rodadura, el material predominante es en afirmado, está constituido por 20 alcantarillas artesanales.

OBSERVACIÓN. La geometría de la vía presenta malas características dentro de los parámetros que establece el INVIAS para vías de tercer orden, el ancho de banca es reducido con respecto al mínimo recomendado y la pendiente longitudinal se encuentra en los siguientes rangos: 59% en valores inferiores al 7%, con 15% en valores entre el 7 y 10%, con 27% en valores mayores al 10%.

TRAMO 10: V. Cruz de Amarillo-V. Cubiján Bajo (Cresta del Gallo)

CÓDIGO: CTMBC CDMRLL-CBJB

LONGITUD: 5,11 Km



La vía comunica las veredas Cubiján Alto, Cubiján Bajo, San Isidro y La Victoria con la vía que conduce a la represa del río Bobo. Se encuentra localizada sobre terreno ondulado, predomina el uso de suelo pastoril. Es escaso el tráfico vehicular. El ancho promedio de la vía es de 5,10 m.

INFRAESTRUCTURA VIAL: Presenta un estado bueno en su capa de rodadura, el material predominante es en afirmado, está constituido por 3 alcantarillas en concreto, 17 alcantarillas artesanales y 1 puente.

OBSERVACIÓN. La geometría de la vía presenta regulares características dentro de los parámetros que establece el INVIAF para vías de tercer orden, sin embargo, el ancho de banca es reducido con respecto al mínimo recomendado y la pendiente longitudinal se encuentra en los siguientes rangos: 86% en valores inferiores al 7%, con 0% en valores entre el 7 y 10%, con 14% en valores mayores al 10%.

TRAMO 11: Catambuco (Cabecera)

CÓDIGO: CTMBC CBCR

LONGITUD: 16,39 Km



La red vial está constituida por las calles y carreras de la cabecera corregimental de Catambuco. El tráfico vehicular es alto. El ancho promedio de la vía es de 5,10 m.

INFRAESTRUCTURA VIAL: Presenta un estado bueno en su capa de rodadura, se encuentran tramos de vía en pavimento rígido, pavimento flexible y pavimento articulado así como en afirmado, está constituido por 1 box coulvert.

Se adjuntan en medio magnético los formatos diligenciados dentro del Anexo D. Formatos de inventario vial diligenciados.

4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se puede observar en la gráfica 1, la red vial terciaria del Corregimiento de Catambuco está constituida por 80,97 kilómetros de vías principales interveredales que en su mayoría se encuentran en buen estado donde la superficie de rodamiento predominante es en afirmado con un 96.69%, el pavimento flexible se encuentra en un bajo porcentaje, apenas del 1.01% y constituyendo la denominada placa huella un 0.14% (Tabla 4).

Gráfica 1. Longitud por tramo Red Vial Corregimiento de Catambuco.

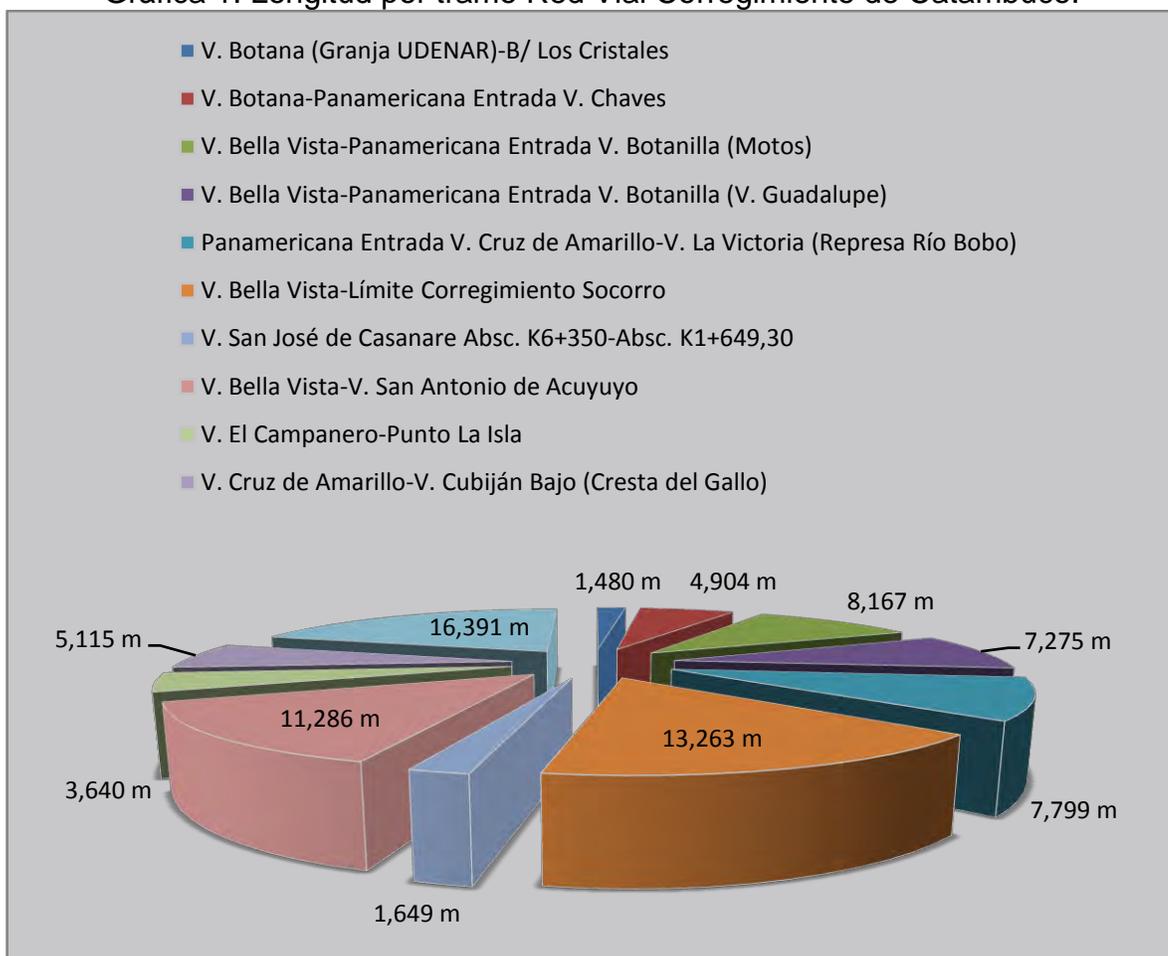


Tabla 4. Tipos de capa de rodadura.

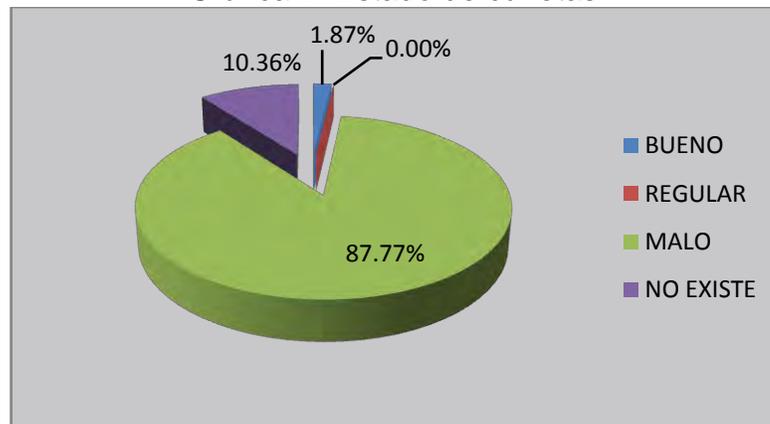
| Capa de Rodadura | Porcentaje |
|--------------------|------------|
| Pavimento Flexible | 1.01% |
| Pavimento Rígido | 2.30% |
| Placa huella | 0.14% |
| Afirmado | 96.69% |
| Subrasante | 0.00% |

En la tabla 5 y gráfica 2, se observa que el 1.87% de las cunetas se encuentran en buen estado, están construidas en concreto, bien conformadas. El 87.77% se considera que está en mal estado ya que están cubiertas por vegetación y sedimentos.

Tabla 5. Estado de cunetas.

| Estado de Cuneta | Porcentaje |
|------------------|------------|
| BUENO | 1.87% |
| REGULAR | 0.00% |
| MALO | 87.77% |
| NO EXISTE | 10.36% |

Gráfica 2. Estado de cunetas.



Se encontraron 387 obras de infraestructura como se relacionan en la tabla 6:

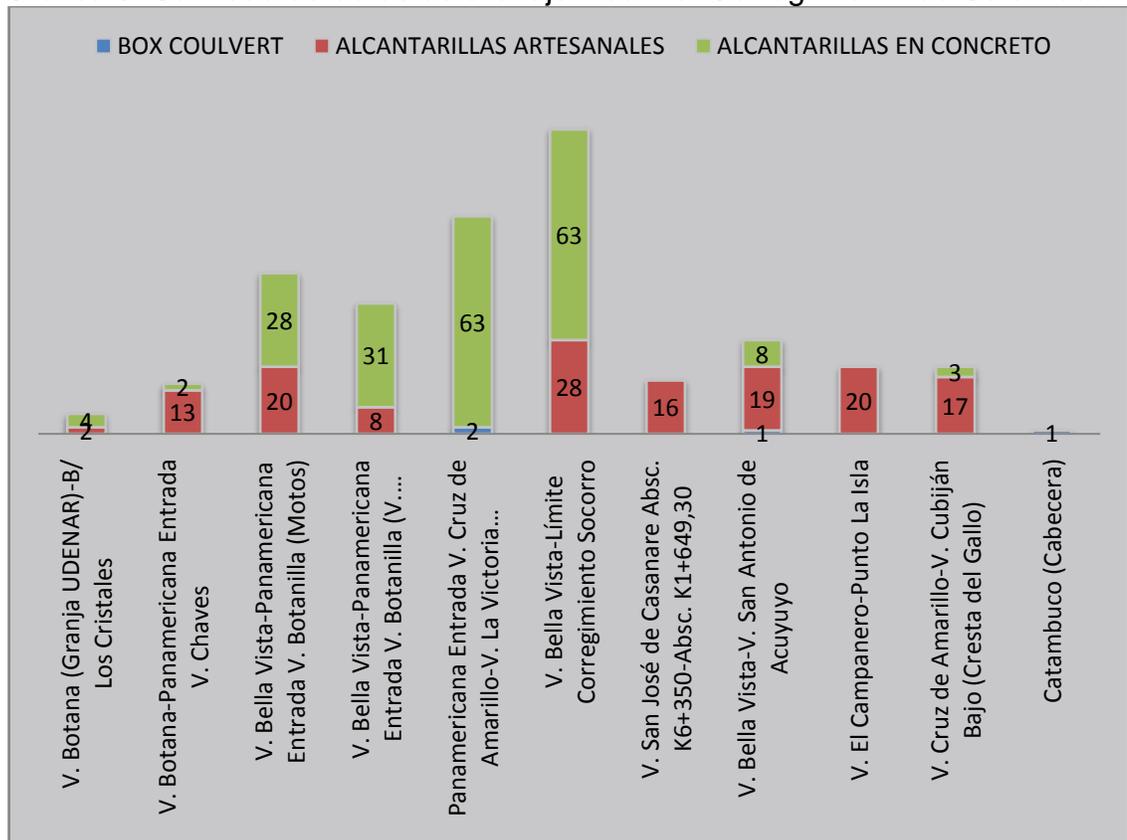
Tabla 6. Obras de infraestructura y drenaje.

| VÍA | ALCANTARILLAS | | | | | | BOX | PUENTES | MUROS | |
|--|---------------|----------|-------|-------|----------|-------|-----|---------|-------|-----|
| | CTO | | | ATSN | | | | | CTO | GVN |
| | FUNC. | NO FUNC. | TOTAL | FUNC. | NO FUNC. | TOTAL | | | | |
| 1 V. Botana (Granja UDENAR)-B/ Los Cristales | 4 | | 4 | 2 | | 2 | | | 1 | |
| 2 V. Botana-Panamericana Entrada V. Chaves | 2 | | 2 | 13 | | 13 | | 1 | | |
| 3 V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (Motos) | 27 | 1 | 28 | 19 | 1 | 20 | | 1 | 3 | |
| 4 V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe) | 30 | 1 | 31 | 8 | | 8 | | 1 | | |
| 5 Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria (Represa Río Bobo) | 61 | 2 | 63 | | | | 2 | 2 | 1 | |
| 6 V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro | 63 | | 63 | 27 | 1 | 28 | | 4 | 1 | |
| 7 V. San José de Casanare Absc. K6+350-Absc. K1+649,30 | | | | 14 | 2 | 16 | | 1 | | |
| 8 V. Bella Vista-V. San Antonio de Acuyuyo | 15 | | 15 | 28 | 2 | 30 | 1 | 1 | | |
| 9 V. El Campanero-Punto La Isla | | | | 18 | 2 | 20 | | | | |
| 10 V. Cruz de Amarillo-V. Cubiján Bajo (Cresta del Gallo) | 2 | 1 | 3 | 13 | 4 | 17 | | 1 | | |
| 11 Catambuco (Cabecera) | | | | | | | 1 | | | |
| | 204 | 5 | 209 | 142 | 12 | 154 | 4 | 12 | 5 | |
| | | | | 367 | | | | | 8 | |

387

De la gráfica 3, Cantidad de obras de drenaje de la red vial del Corregimiento de Catambuco, se observa que los tramos: Tramo 6 (V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro), Tramo 5 (Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria (Represa Río Bobo)), presentan 63 obras de drenaje en concreto respectivamente, siendo el mayor número de la red inventariada.

Gráfica 3. Cantidad de obras de drenaje Red Vial Corregimiento de Catambuco.



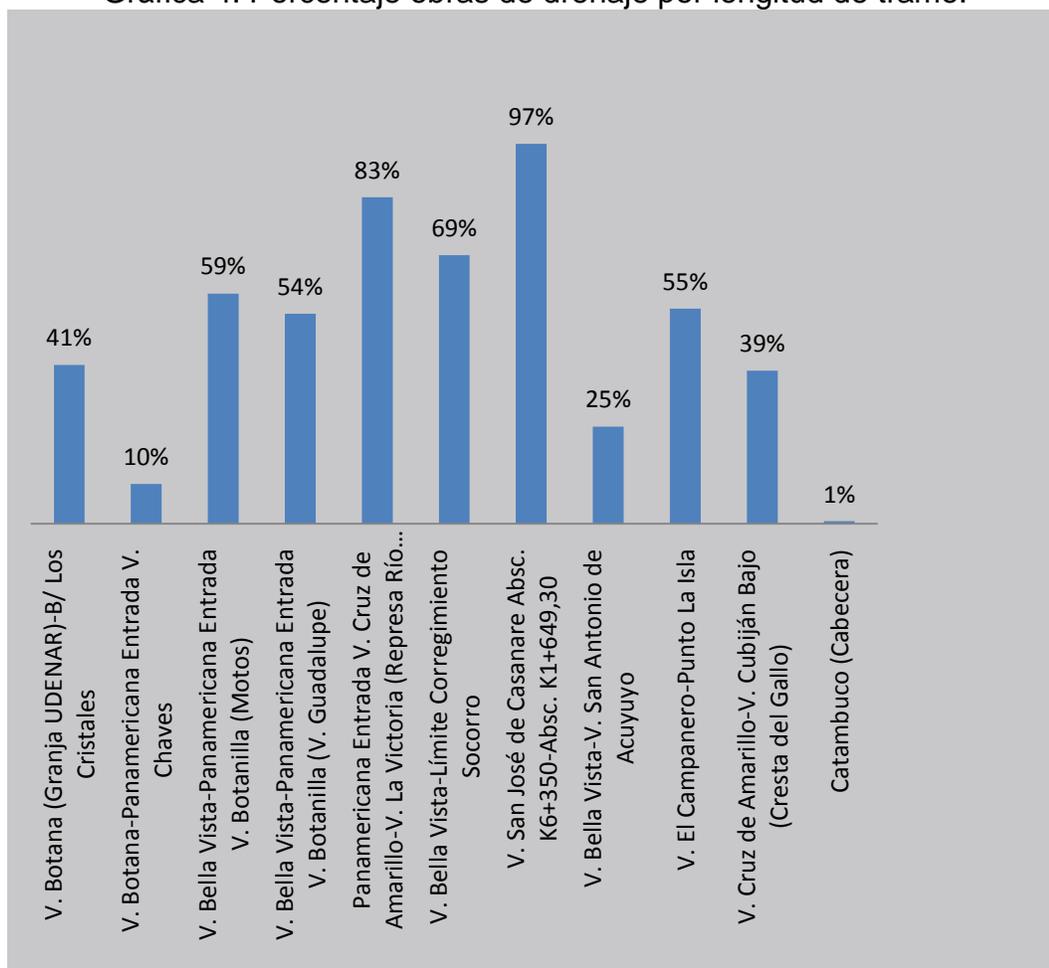
Así mismo, el mayor número de obras de drenaje artesanal se encuentran en los tramos: Tramo 6 (V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro) con 28, Tramo 3 (V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (Motos)) y Tramo 9 (V. El Campanero-Punto La Isla) con 20 unidades.

Finalmente, en cuanto a obras de drenaje del tipo box coulvert, en el Tramo 5 (Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria (Represa Río Bobo)) se encuentran 2, Tramo 8 (V. Bella Vista-V. San Antonio de Acuyuyo) y Tramo 11 (Catambuco (Cabecera)) 1 unidad.

Teniendo en cuenta la recomendación del INVIAS de que en cada 100 m de vía existente debe localizarse por lo menos un elemento para drenaje, ninguno de los tramos inventariados cumple (Gráfica 4).

El Tramo 7 (V. San José de Casanare Absc. K6+350-Absc. K1+649,30), es la vía que más se aproxima a cumplir con la recomendación del INVIAS, debiendo existir por lo menos 17 obras de drenaje teniendo en realidad 16 equivalentes al 97 %. Otro de los tramos que se aproximan a cumplir con la recomendación es el Tramo 5 (Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria (Represa Río Bobo)), debiendo existir por lo menos 78 elementos cuando en realidad existen 65 obras equivalentes al 83%. Para el Tramo 11 correspondiente a Catambuco (Cabecera), deberían existir 164 obras de drenaje, existiendo una obra correspondiente al 1%.

Gráfica 4. Porcentaje obras de drenaje por longitud de tramo.

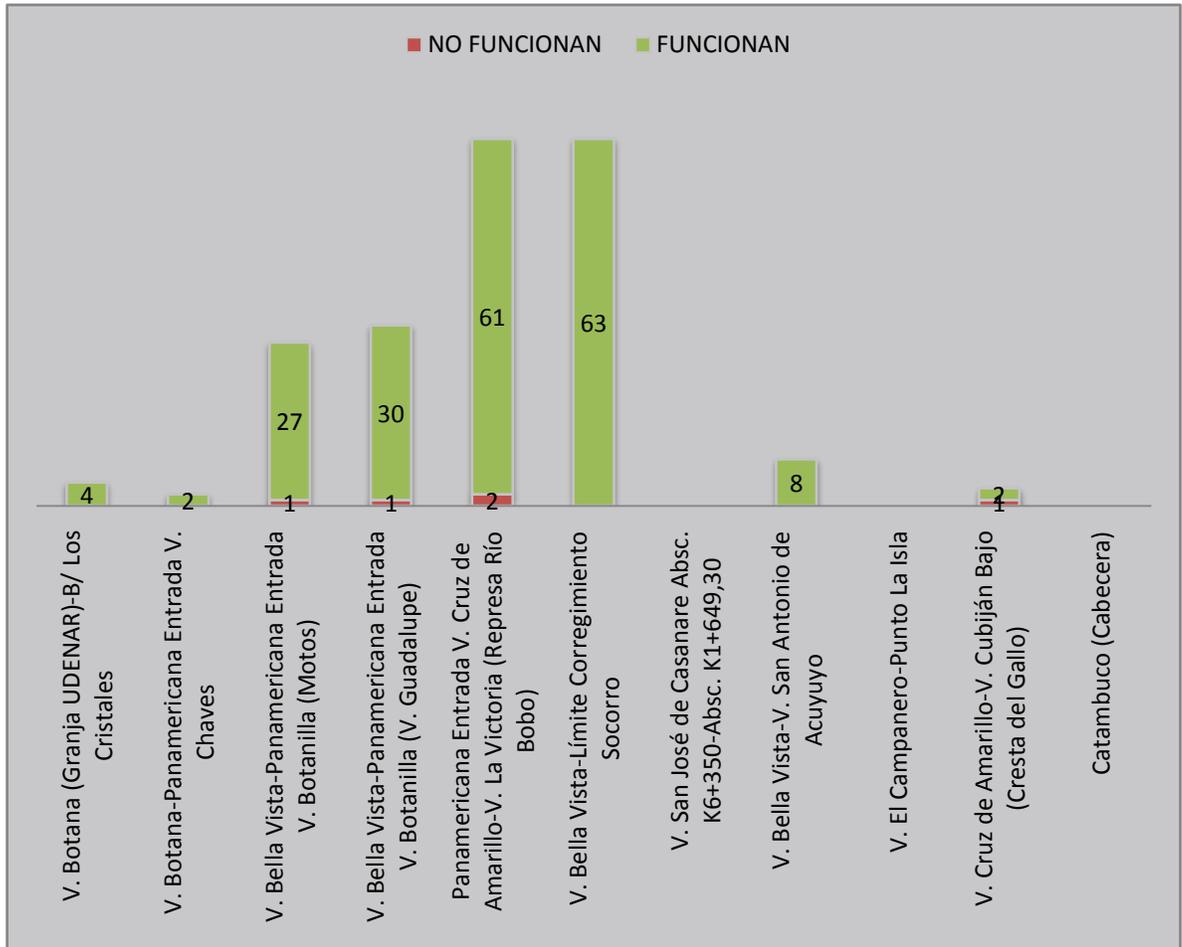


La gráfica 5, indica la cantidad de obras de drenaje en concreto discriminadas en cuenta a su funcionamiento. El Tramo 6 (V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro) cuenta con 63 obras de drenaje las cuales se encuentran en funcionamiento, de igual manera el Tramo 5 (Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria (Represa Río Bobo)), de las 63 obras de drenaje existentes únicamente 2 no se encuentran en funcionamiento. De las 31 obras de drenaje presentes en el Tramo 4 (V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe)) únicamente 1 alcantarilla no se encuentra en funcionamiento. Se puede ver que la mayoría de las obras de drenaje se encuentran en funcionamiento, reflejando un periódico mantenimiento al parecer por parte de la comunidad.

Tabla 7. Clasificación de alcantarillas según tipo de material y funcionamiento.

| Tipo de Material | Cantidad | En Funcionamiento | No Funcionan |
|------------------|------------|-------------------|--------------|
| CONCRETO | 213 (58%) | 208 (59%) | 5 (29%) |
| ARTESANAL | 154 (42%) | 142 (41%) | 12 (71%) |
| Totales | 367 (100%) | 350 (100%) | 17 (100%) |

Gráfica 5. Cantidad de obras de drenaje en concreto Red Vial Corregimiento de Catambuco.

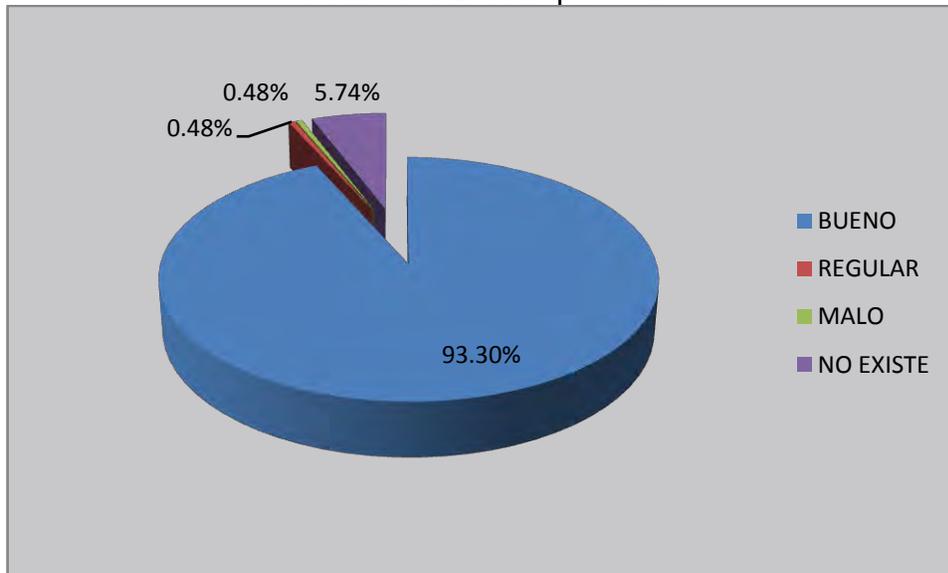


En la tabla 8 y gráfica 6, se puede observar que un 93.30% de las pocetas de las alcantarillas en concreto presentan en buen estado.

Tabla 8. Estado poceta.

| Poceta | Cantidad | Porcentaje |
|-----------|----------|------------|
| BUENO | 4 | 93.30% |
| REGULAR | 0 | 0.48% |
| MALO | 0 | 0.48% |
| NO EXISTE | 0 | 5.74% |

Gráfica 6. Estado poceta.

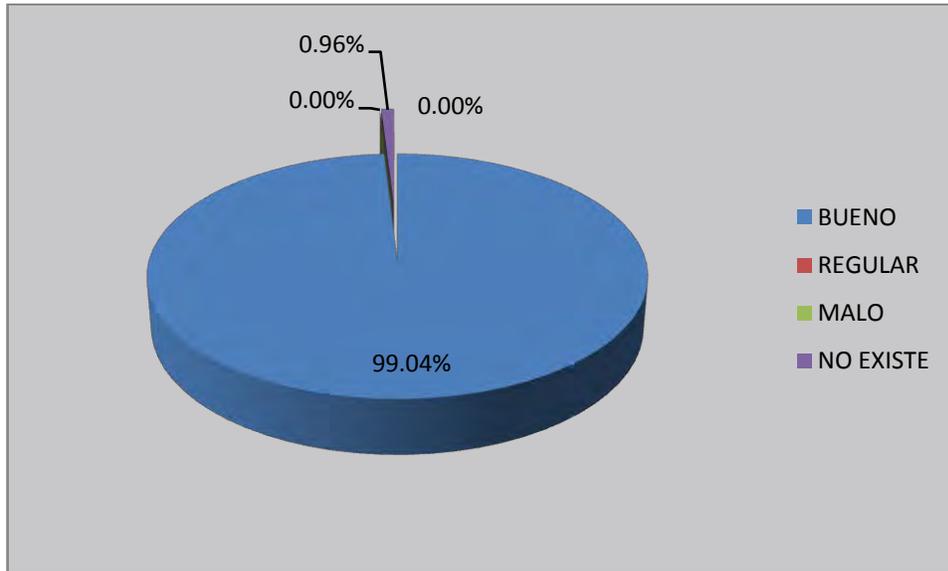


En la tabla 9 y gráfica 7, se puede observar que el 99.04% de las alcantarillas en concreto presentan en buen estado el muro cabezal.

Tabla 9. Estado muro cabezal.

| Muro Cabezal | Porcentaje |
|--------------|------------|
| BUENO | 99.04% |
| REGULAR | 0.00% |
| MALO | 0.00% |
| NO EXISTE | 0.96% |

Gráfica 7. Estado muro cabezal.

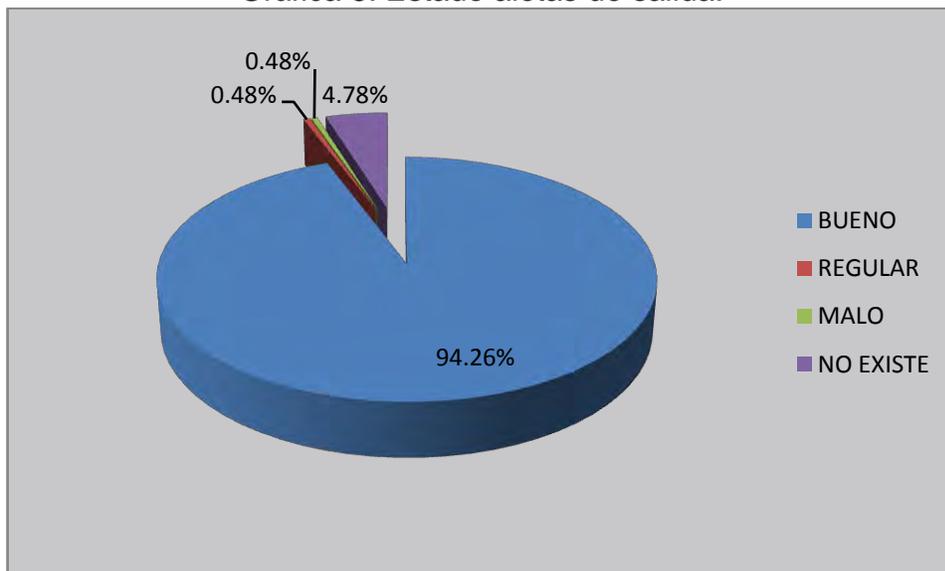


En la tabla 10 y gráfica 8, se puede observar que el 94.26% de las alcantarillas en concreto presentan en buen estado las aletas de salida.

Tabla 10. Estado aletas de salida.

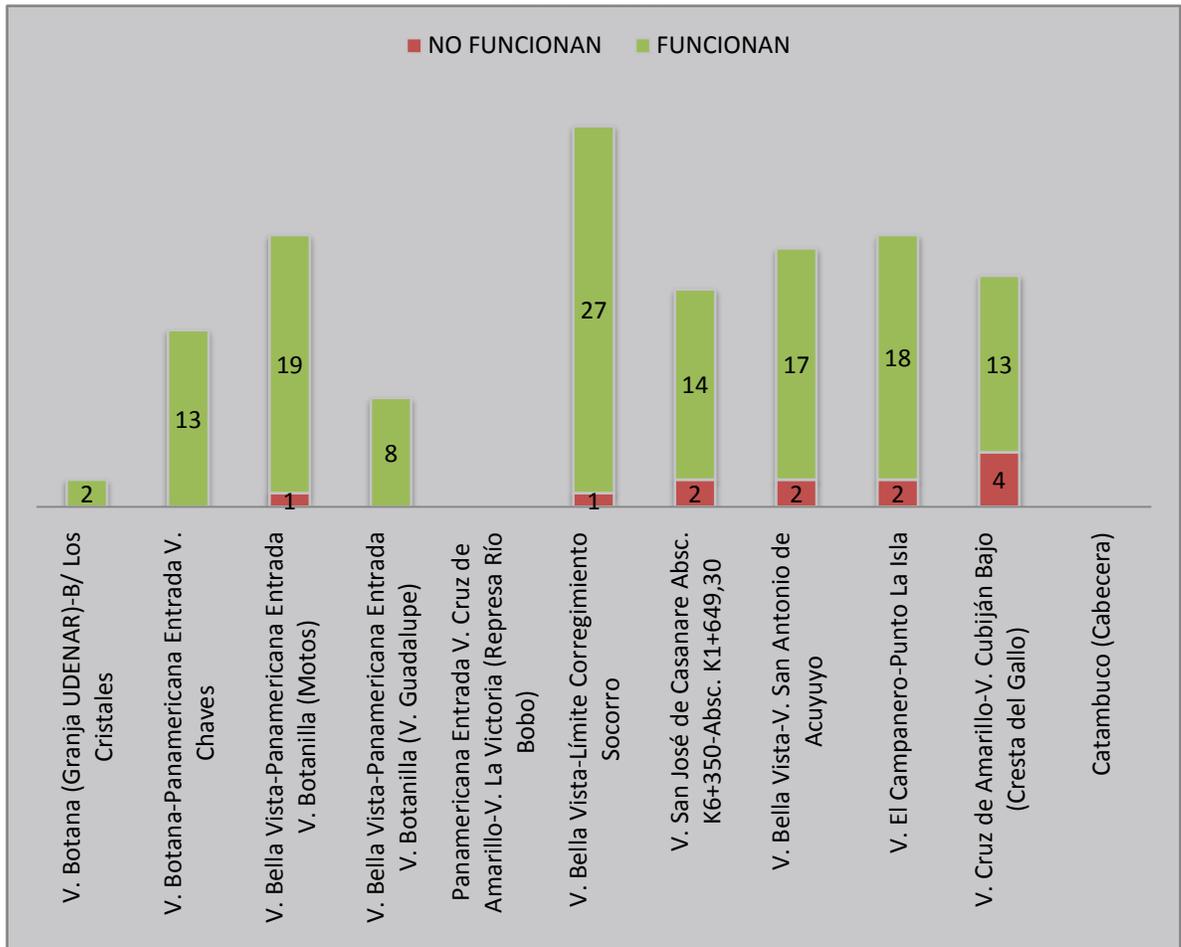
| Muro Cabezal | Cantidad | Porcentaje |
|--------------|----------|------------|
| BUENO | 4 | 94.26% |
| REGULAR | 0 | 0.48% |
| MALO | 0 | 0.48% |
| NO EXISTE | 0 | 4.78% |

Gráfica 8. Estado aletas de salida.



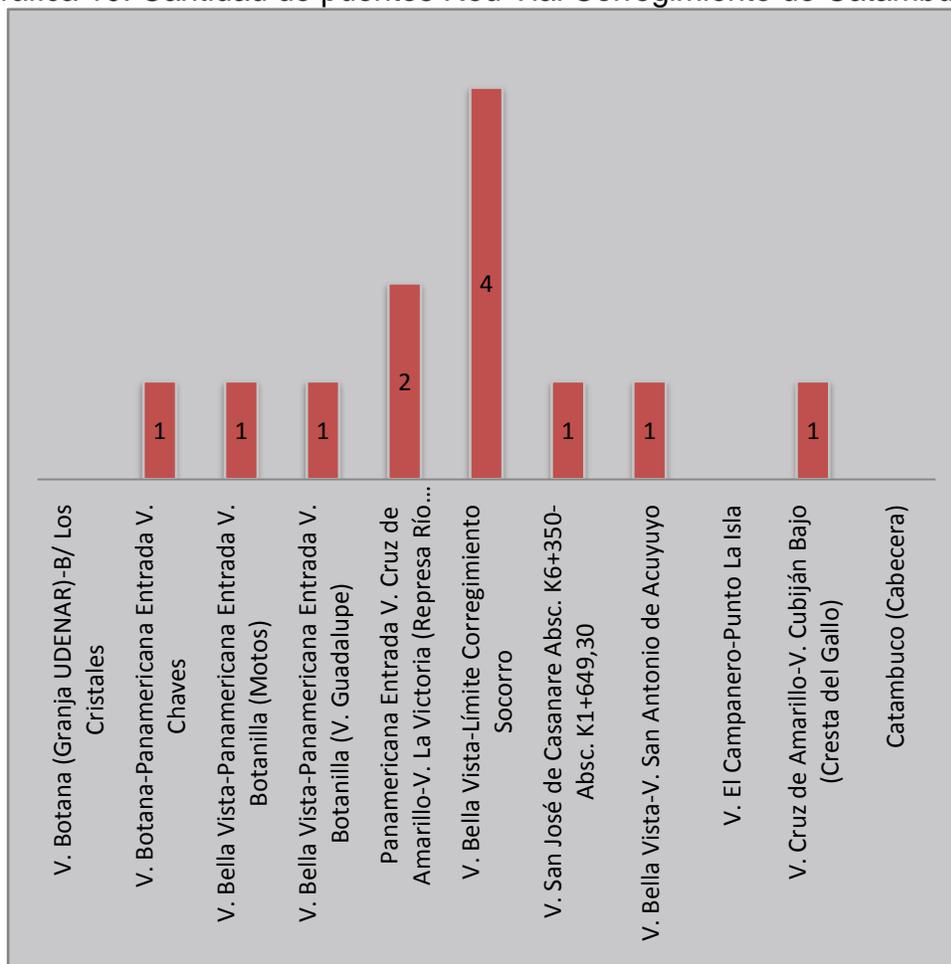
La gráfica 9, indica la cantidad de obras de drenaje artesanales discriminadas en cuenta a su funcionamiento. En el Tramo 6 (V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro), de las 28 obras solamente una no esta funcionando. En el Tramo 10 (V. Cruz de Amarillo-V. Cubiján Bajo (Cresta del Gallo)) de las 17 obras existentes, 4 no se encuentran en funcionamiento, en el Tramo 4 (V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe)) las 8 obras existentes se encuentran en funcionamiento. Igual sucede con este tipo de obras de drenaje, la mayoría se encuentran en funcionamiento, reflejando un periódico mantenimiento.

Gráfica 9. Cantidad de obras de drenaje artesanales Red Vial Corregimiento de Catambuco.

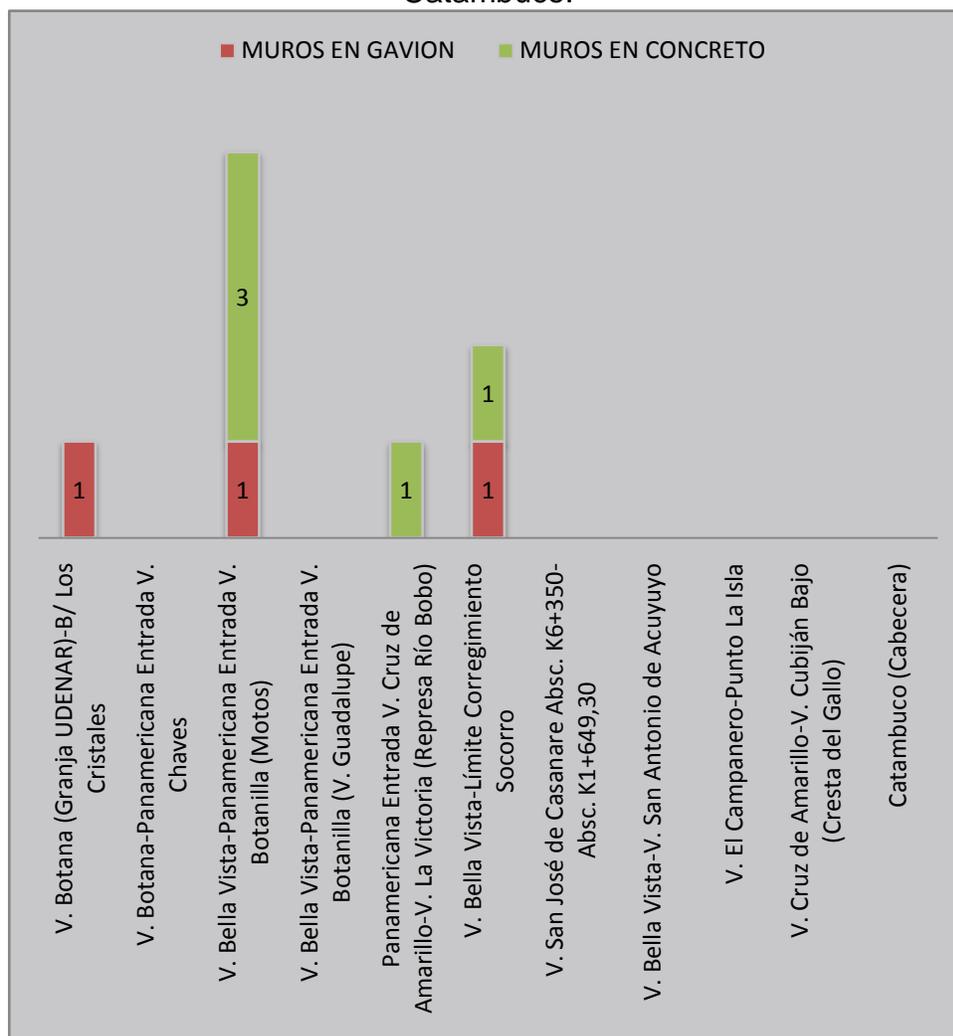


La red vial del Corregimiento de Catambuco presenta 12 puentes y 8 muros de contención distribuidos como se muestran en la gráfica 10 y 11, de los cuales se puede afirmar que no presentan patologías que evidencien deterioros importantes a las estructuras de dichos elementos.

Gráfica 10. Cantidad de puentes Red Vial Corregimiento de Catambuco.



Gráfica 11. Cantidad de muros de contención Red Vial Corregimiento de Catambuco.



Toda la información referida a la ubicación geográfica de la red vial terciaria con la localización de sus distintos componentes de infraestructura y drenaje se encuentra consignada en los planos No. 1 al No. 12: Red Vial Terciaria del Corregimiento de Catambuco.

Como resultado de dividir la cantidad de vías presentes en cada vereda por el área de las mismas se obtiene la tabla 11: Concentración de vías sobre superficie del Corregimiento.

Tabla 11. Concentración de vías sobre superficie del Corregimiento.

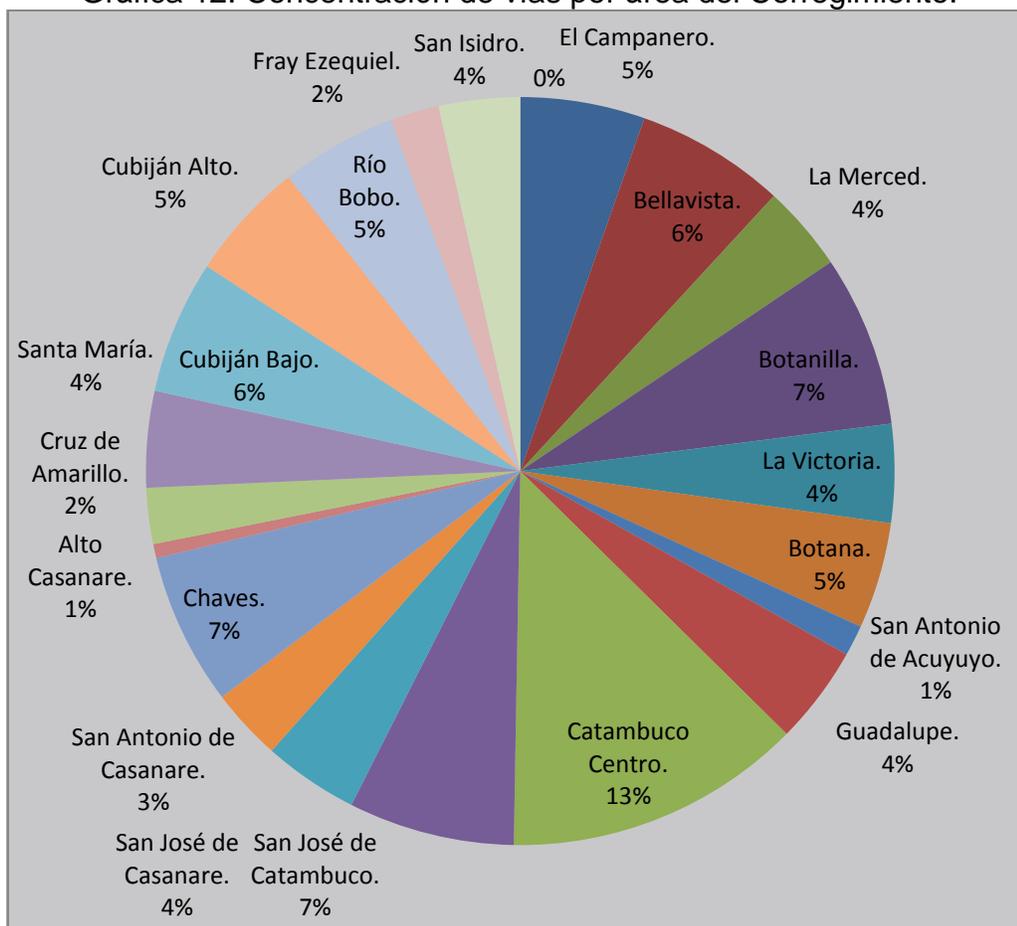
| No. | VEREDA | AREA (km ²) | LONG RED VIAL (km) | CONCENTRACION (km/km ²) | % |
|-----|--------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------------------|---------|
| 1 | El Campanero. | 8.94 | 19.937 | 2.229 | 5.38% |
| 2 | Bellavista. | 3.99 | 10.682 | 2.679 | 6.47% |
| 3 | La Merced. | 4.75 | 7.325 | 1.541 | 3.72% |
| 4 | Botanilla. | 1.06 | 3.25 | 3.068 | 7.40% |
| 5 | La Victoria. | 2.20 | 3.887 | 1.763 | 4.26% |
| 6 | Botana. | 6.48 | 12.344 | 1.905 | 4.60% |
| 7 | San Antonio de Acuyuyo. | 4.55 | 2.5 | 0.550 | 1.33% |
| 8 | Guadalupe. | 4.13 | 7.266 | 1.759 | 4.25% |
| 9 | Catambuco Centro. | 2.60 | 13.858 | 5.334 | 12.88% |
| 10 | San José de Catambuco. | 2.46 | 7.305 | 2.972 | 7.17% |
| 11 | San José de Casanare. | 7.00 | 11.909 | 1.701 | 4.11% |
| 12 | San Antonio de Casanare. | 10.15 | 13.142 | 1.294 | 3.12% |
| 13 | Chaves. | 1.28 | 3.489 | 2.725 | 6.58% |
| 14 | Alto Casanare. | 10.22 | 2.584 | 0.253 | 0.61% |
| 15 | Cruz de Amarillo. | 3.52 | 3.527 | 1.002 | 2.42% |
| 16 | Santa María. | 1.03 | 1.78 | 1.724 | 4.16% |
| 17 | Cubiján Bajo. | 1.96 | 4.675 | 2.391 | 5.77% |
| 18 | Cubiján Alto. | 3.44 | 7.353 | 2.137 | 5.16% |
| 19 | Río Bobo. | 1.68 | 3.485 | 2.076 | 5.01% |
| 20 | Fray Ezequiel. | 0.90 | 0.784 | 0.871 | 2.10% |
| 21 | San Isidro. | 1.12 | 1.625 | 1.454 | 3.51% |
| | Σ | 83.47 | 142.707 | | |
| | | | | 41.427 | 100.00% |

De las 21 veredas que conforman el Corregimiento de Catambuco, 14 de ellas presentan una concentración de vías sobre área de vereda menor al 5%. 6 veredas del Corregimiento presentan una ocupación entre el 5 y 10 % de su área, la mayor concentración de vías corresponde a la cabecera del Corregimiento, considerada como zona urbana presentando un 12%.

La baja concentración de vías presente en las demás veredas obedece al relieve predominante en la región de tipo montañoso, a la baja densidad de población y escasa actividad agrícola.

La gráfica 12, indica la concentración de vías presente en cada vereda, obtenida de la tabla 11.

Gráfica 12. Concentración de vías por área del Corregimiento.

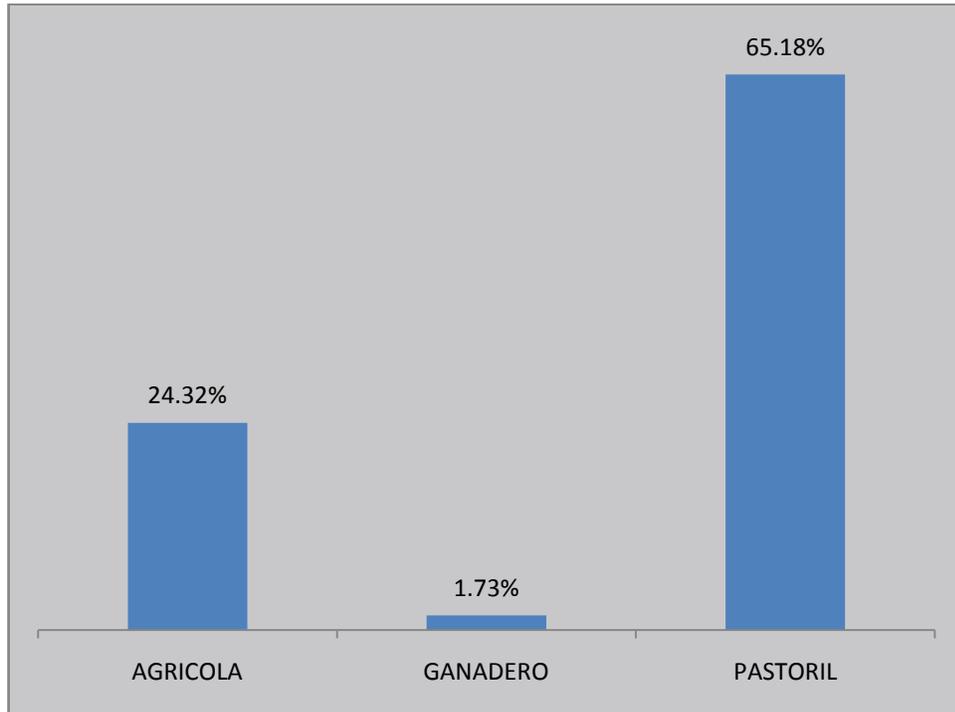


La tabla 12 y gráfica 13, indican que el uso de suelo predominante en el Corregimiento de Catambuco es pastoril con el 65.18% seguido del suelo agrícola con un 24.32%.

Tabla 12. Uso de suelo.

| Uso de Suelo POT | Porcentaje |
|------------------|------------|
| AGRICOLA | 24.32% |
| GANADERO | 1.73% |
| PASTORIL | 65.18% |

Gráfica 13. Uso de suelo.



5 DIAGNÓSTICO DE LA RED VIAL TERCIARIA DEL CORREGIMIENTO

5.1 ANÁLISIS GEOMÉTRICO

5.1.1 Características en planta. Para realizar la evaluación en planta de las condiciones de la vía existente con respecto a los elementos geométricos mediante procedimientos estadísticos se seleccionó entre otros los más importantes por su vínculo en los requerimientos especificados en las recomendaciones del Manual de Diseño Geométrico del INVIAS 2008, entre ellos:

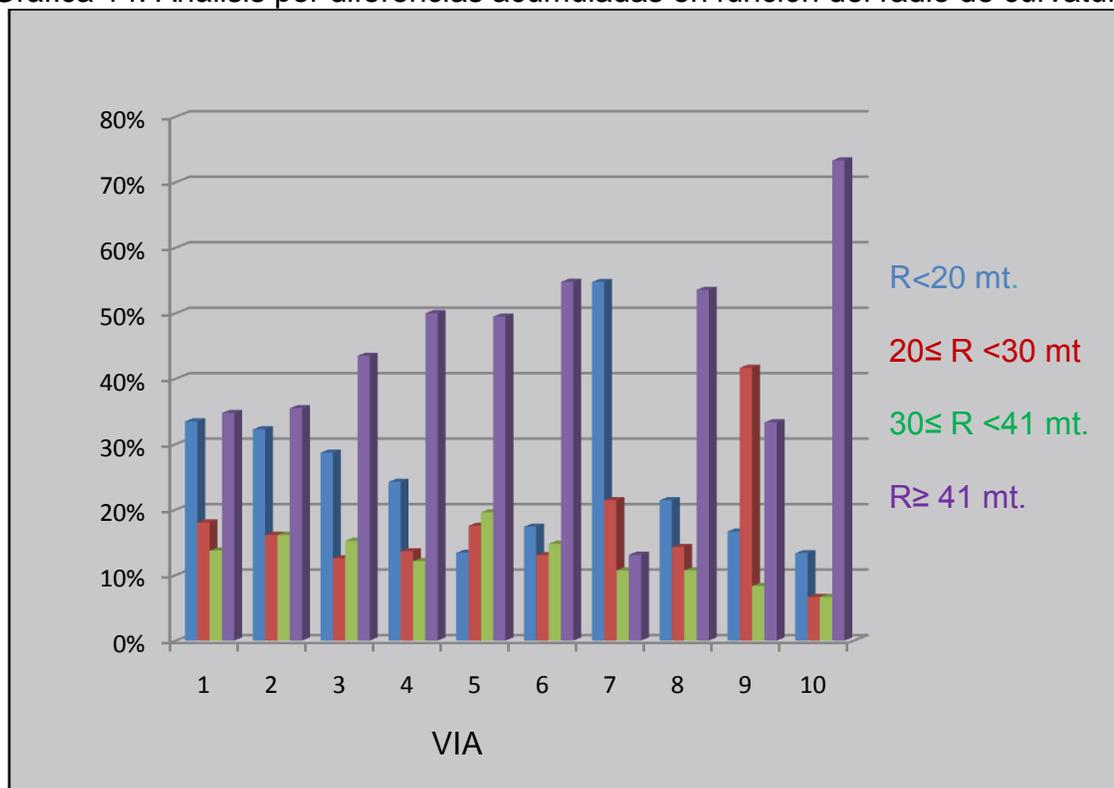
- Radio de curvatura.
- Entretangencia.
- Deflexión de curva horizontal.
- Longitud de la curva.
- Grado de curvatura.
- Tangente horizontal.

RADIO DE CURVATURA. En el Corregimiento de Catambuco se obtuvieron 1.025 datos de radios de curvatura, con los cuales se realizó la sectorización de radio de curvatura y se evaluó porcentualmente la proporción de rangos de radios que presentan los diferentes tramos identificados en la tabla 13, gráfica 9 y 10, obteniendo los siguientes resultados:

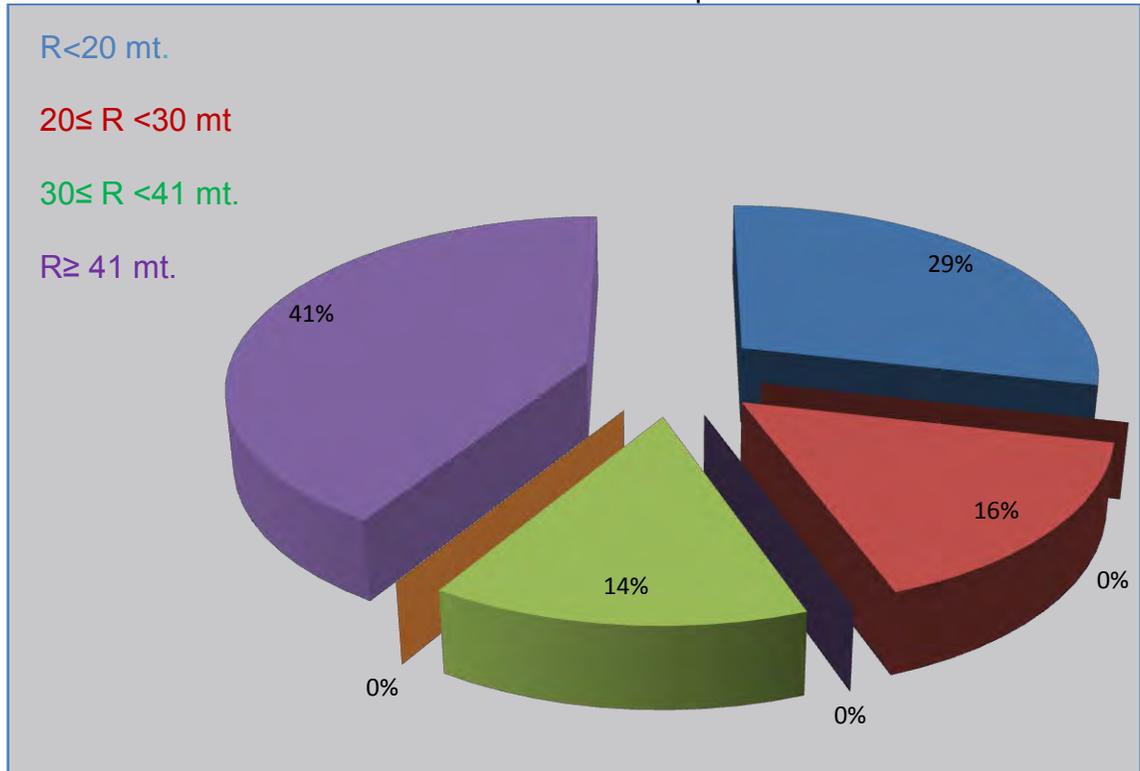
Tabla 13. Resumen de la sectorización de las diferencias acumuladas por radio de curvatura.

| VIA ANALIZADA | RADIOS | | | | | | | | TOTAL | % |
|--|---------|-----|-----------|-----|-----------|-----|----------|-----|-------|------|
| | <20 mts | % | 20≤ R <30 | % | 30≤ R <41 | % | ≥ 41 mts | % | | |
| 1 V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro | 78 | 33% | 42 | 18% | 32 | 14% | 81 | 35% | 233 | 100% |
| 2 V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (Motos) | 40 | 32% | 20 | 16% | 20 | 16% | 44 | 35% | 124 | 100% |
| 3 V. Bella Vista-V. San Antonio de Acuyuyo | 64 | 29% | 28 | 13% | 34 | 15% | 97 | 43% | 223 | 100% |
| 4 V. Botana-Panamericana Entrada V. Chaves | 16 | 24% | 9 | 14% | 8 | 12% | 33 | 50% | 66 | 100% |
| 5 Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria | 13 | 13% | 17 | 18% | 19 | 20% | 48 | 49% | 97 | 100% |
| 6 V. Cruz de Amarillo-V. Cubiján Bajo (Cresta del Gallo) | 20 | 17% | 15 | 13% | 17 | 15% | 63 | 55% | 115 | 100% |
| 7 . Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe) | 46 | 55% | 18 | 21% | 9 | 11% | 11 | 13% | 84 | 100% |
| 8 V. El Campanero-Punto La Isla | 12 | 21% | 8 | 14% | 6 | 11% | 30 | 54% | 56 | 100% |
| 9 San José de Casanare Absc. K6+350-Absc. K1+649,30 | 2 | 17% | 5 | 42% | 1 | 8% | 4 | 33% | 12 | 100% |
| 10 V. Botana (Granja UDENAR)-B/ Los Cristales | 2 | 13% | 1 | 7% | 1 | 7% | 11 | 73% | 15 | 100% |
| Σ | 293 | | 163 | | 147 | | 422 | | | |
| % | 29% | | 16% | | 14% | | 41% | | | |
| TOTAL | 1025 | | 100% | | | | | | | |

Gráfica 14. Análisis por diferencias acumuladas en función del radio de curvatura.



Gráfica 15. Radio de curvatura predominante.



De las vías principales se observa como las más desfavorecidas por radios de curvatura son: Bella Vista-Panamericana, entrada V. Botanilla (V. Guadalupe), V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro, que presenta radios de curvatura menores de 20 m. con un porcentaje del 55% y 33% respectivamente en el sentido individual del análisis, el resto de los sectores poseen radios de curvatura mayores a 20 metros y menores a 50 metros, en la sumatoria total el sector más favorecido es la vía V. Botana (Granja UDENAR)-B/ Los Cristales con radios superiores a 41m, inicialmente estos porcentajes podrían evidenciar una buena condición geométrica pero se encuentra una inconsistencia geométrica en las características en perfil, cuyo análisis se sustenta más adelante.

Comparando con el manual de diseño geométrico del INVIAS, las vías se han construido con una velocidad específica menor a 30 km/h, ya que el vehículo que transite por el sector estará forzado a circular sobre curvas cuyo radio es menor a los 21 metros según las recomendaciones del INVIAS.

DEFLEXIÓN, TANGENTE, LONGITUD DE LA CURVA, GRADO DE CURVATURA, ENTRETANGENCIAS HORIZONTALES. La sinuosidad de una carretera se basa en aspectos geométricos relacionados con la deflexión, tangente, longitud de curva horizontal y el grado de curvatura, que definen una

característica importante como es la dificultad del conductor a la hora de transitar el vehículo con seguridad sobre este tipo de carreteras, que por lo general trabajan bajo deficiencias geométricas generadas por la topografía del terreno en uno o varios tramos que afecta la capacidad y nivel de servicio de la vía.

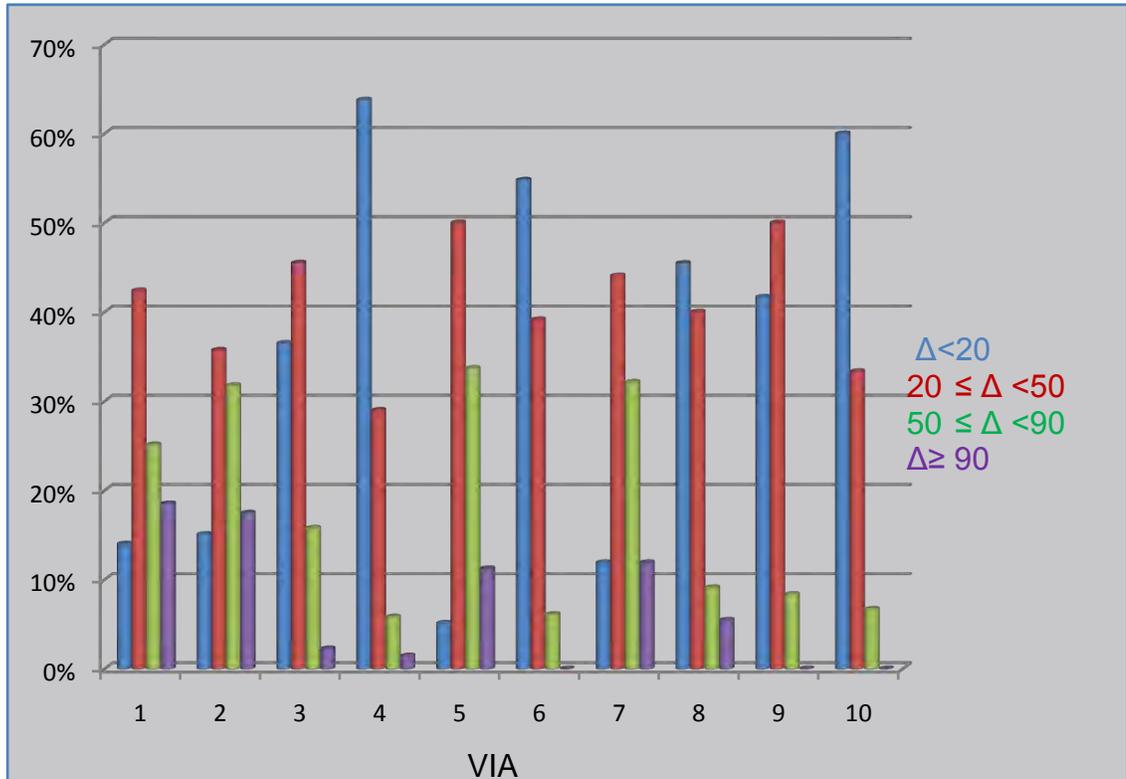
En el análisis realizado se obtuvieron 3.114 datos de elementos geométricos anteriormente nombrados y que evidencian una mala condición geométrica de la red vial terciaria del Corregimiento de Catambuco, teniendo en cuenta la sumatoria longitudinal de la tabla resumen por deflexión de curva horizontal el 63% de las deflexiones se encuentran en un rango mayor a 20° y menores a 90° de deflexión, el grado de curvatura fluctúa en un porcentaje del 28% de datos con grado de curvatura menores a 9° por tanto la tortuosidad de la condición geométrica es alta debido a curvas pronunciadas que sumado al análisis por longitud de curva horizontal que evidencia un 44% de datos donde imperan las condiciones geométricas para curvas con longitud menores a 20 metros y, que es una condición desfavorable para un vehículo tipo camión categoría 2 (un eje) que es el vehículo de trabajo que se encuentra en la zona.

Los datos se presentan en las tablas 14, 15, 16, 17 y gráficas 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 14. Resumen de la sectorización de las diferencias acumuladas por deflexión de curvas.

| VIA ANALIZADA | | DEFLEXIONES | | | | | | | | TOTAL | |
|---------------|--|---------------------|-----|-----------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|------------------------|-----|-------|------|
| | | $\Delta < 20^\circ$ | % | $20^\circ \leq \Delta < 50^\circ$ | % | $50^\circ \leq \Delta < 90^\circ$ | % | $\Delta \geq 90^\circ$ | % | | |
| 1 | V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro | 34 | 14% | 103 | 42% | 61 | 25% | 45 | 19% | 243 | 100% |
| 2 | V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (Motos) | 19 | 15% | 45 | 36% | 40 | 32% | 22 | 17% | 126 | 100% |
| 3 | V. Bella Vista-V. San Antonio de Acuyuyo | 81 | 36% | 101 | 45% | 35 | 16% | 5 | 2% | 222 | 100% |
| 4 | V. Botana-Panamericana Entrada V. Chaves | 44 | 64% | 20 | 29% | 4 | 6% | 1 | 1% | 69 | 100% |
| 5 | Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria | 5 | 5% | 49 | 50% | 33 | 34% | 11 | 11% | 98 | 100% |
| 6 | V. Cruz de Amarillo-V. Cubiján Bajo (Cresta del Gallo) | 63 | 55% | 45 | 39% | 7 | 6% | 0 | 0% | 115 | 100% |
| 7 | . Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe) | 10 | 12% | 37 | 44% | 27 | 32% | 10 | 12% | 84 | 100% |
| 8 | V. El Campanero-Punto La Isla | 25 | 45% | 22 | 40% | 5 | 9% | 3 | 5% | 55 | 100% |
| 9 | . San José de Casanare Absc. K6+350-Absc. K1+649,30 | 5 | 42% | 6 | 50% | 1 | 8% | 0 | 0% | 12 | 100% |
| 10 | V. Botana (Granja UDENAR)-B/ Los Cristales | 9 | 60% | 5 | 33% | 1 | 7% | 0 | 0% | 15 | 100% |
| Σ | | 295 | | 433 | | 214 | | 97 | | | |
| % | | 28% | | 42% | | 21% | | 9% | | | |
| TOTAL | | 1039 | | 100% | | | | | | | |

Gráfica 16 Análisis por diferencias acumuladas en función de las deflexiones de curva.



Gráfica 17. Deflexión de curva predominante.

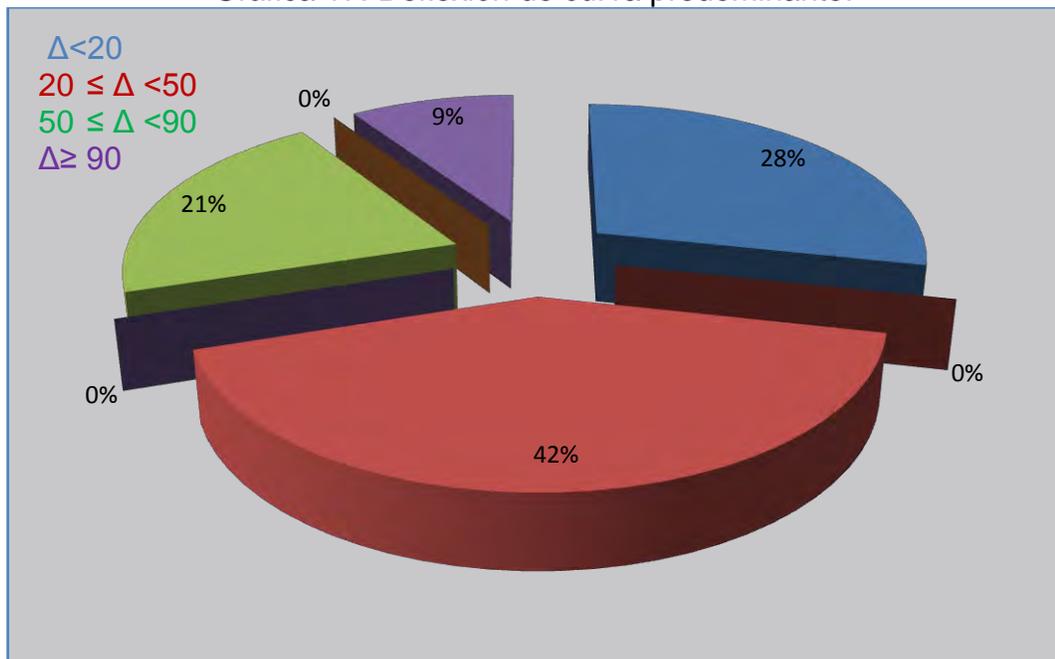
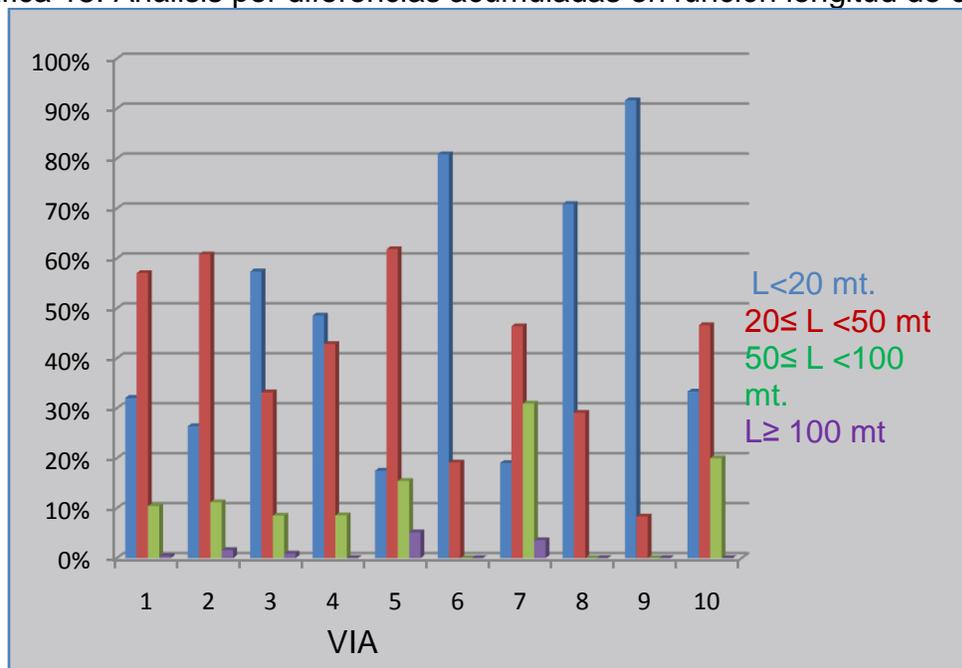


Tabla 15. Resumen de la sectorización de las diferencias acumuladas por longitud de curva.

| VIA ANALIZADA | LONGITUD DE CURVA | | | | | | | | | |
|--|-------------------|------|----------------|------|-----------------|-----|-------|----|-------|------|
| | <20 mts | % | 20 ≤ L < 50 mt | % | 50 ≤ L < 100 mt | % | 100 m | % | TOTAL | % |
| 1 V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro | 77 | 32% | 137 | 57% | 25 | 10% | 1 | 0% | 240 | 100% |
| 2 V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (Motos) | 33 | 26% | 76 | 61% | 14 | 11% | 2 | 2% | 125 | 100% |
| 3 V. Bella Vista-V. San Antonio de Acuyuyo | 128 | 57% | 74 | 33% | 19 | 9% | 2 | 1% | 223 | 100% |
| 4 V. Botana-Panamericana Entrada V. Chaves | 34 | 49% | 30 | 43% | 6 | 9% | 0 | 0% | 70 | 100% |
| 5 Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria | 17 | 18% | 60 | 62% | 15 | 15% | 5 | 5% | 97 | 100% |
| 6 V. Cruz de Amarillo-V. Cubiján Bajo (Cresta del Gallo) | 93 | 81% | 22 | 19% | 0 | 0% | 0 | 0% | 115 | 100% |
| 7 Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe) | 16 | 19% | 39 | 46% | 26 | 31% | 3 | 4% | 84 | 100% |
| 8 V. El Campanero-Punto La Isla | 39 | 71% | 16 | 29% | 0 | 0% | 0 | 0% | 55 | 100% |
| 9 San José de Casanare Absc. K6+350-Absc. K1+649,30 | 11 | 92% | 1 | 8% | 0 | 0% | 0 | 0% | 12 | 100% |
| 10 V. Botana (Granja UDENAR)-B/ Los Cristales | 5 | 33% | 7 | 47% | 3 | 20% | 0 | 0% | 15 | 100% |
| Σ | 453 | | 462 | | 108 | | 13 | | | |
| % | 44% | | 45% | | 10% | | 1% | | | |
| TOTAL | | 1036 | | 100% | | | | | | |

Gráfica 18. Análisis por diferencias acumuladas en función longitud de curva.



Gráfica 19. Longitud de curvatura predominante.

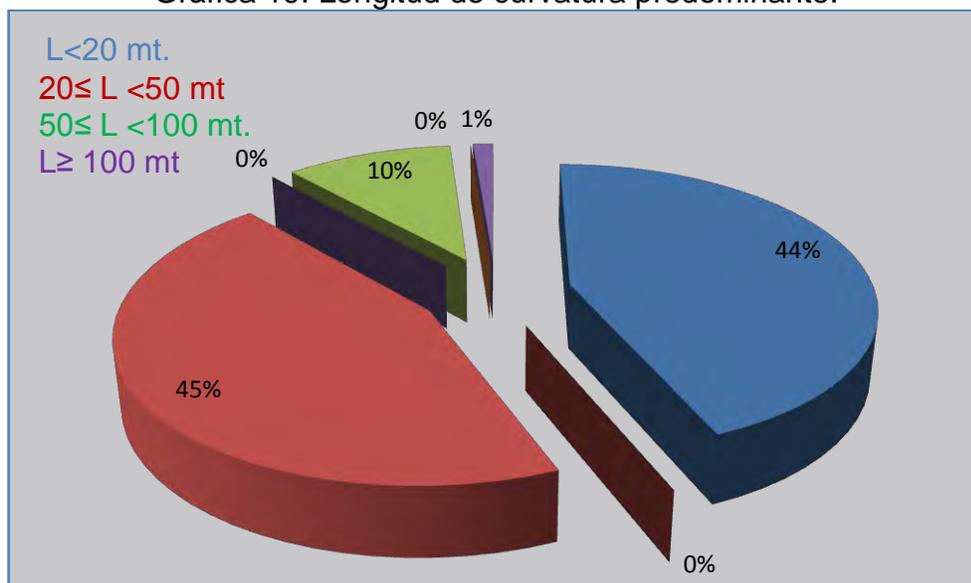
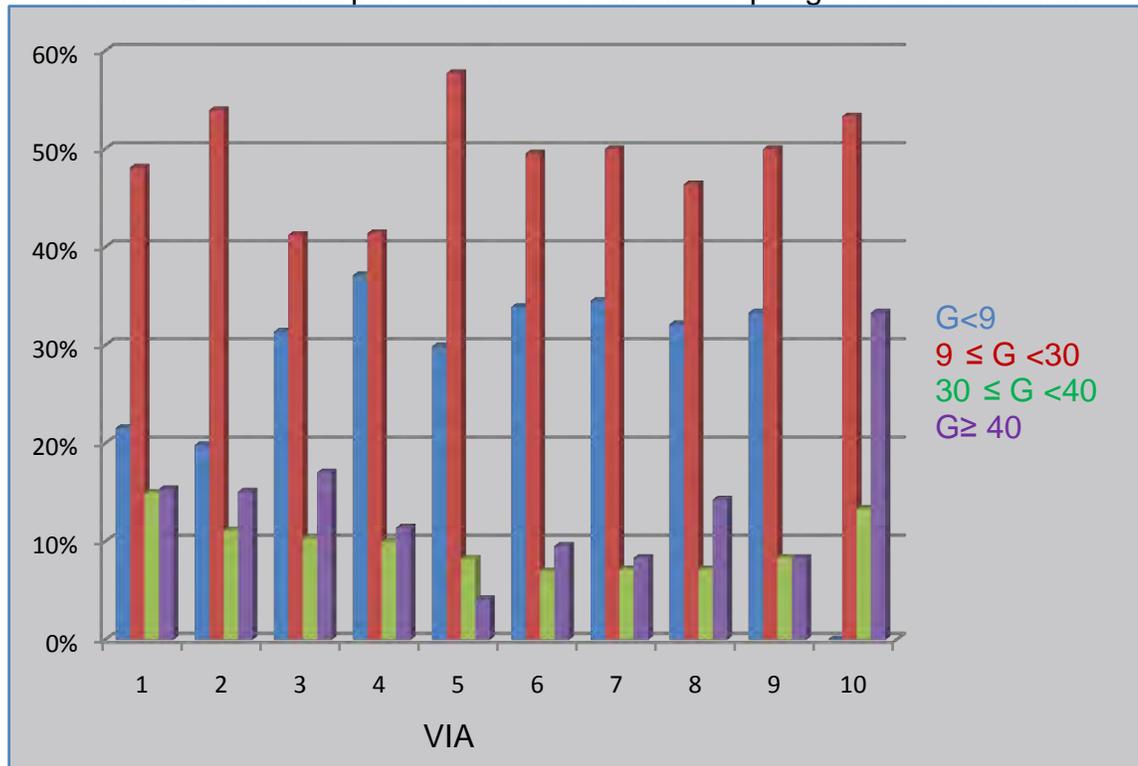


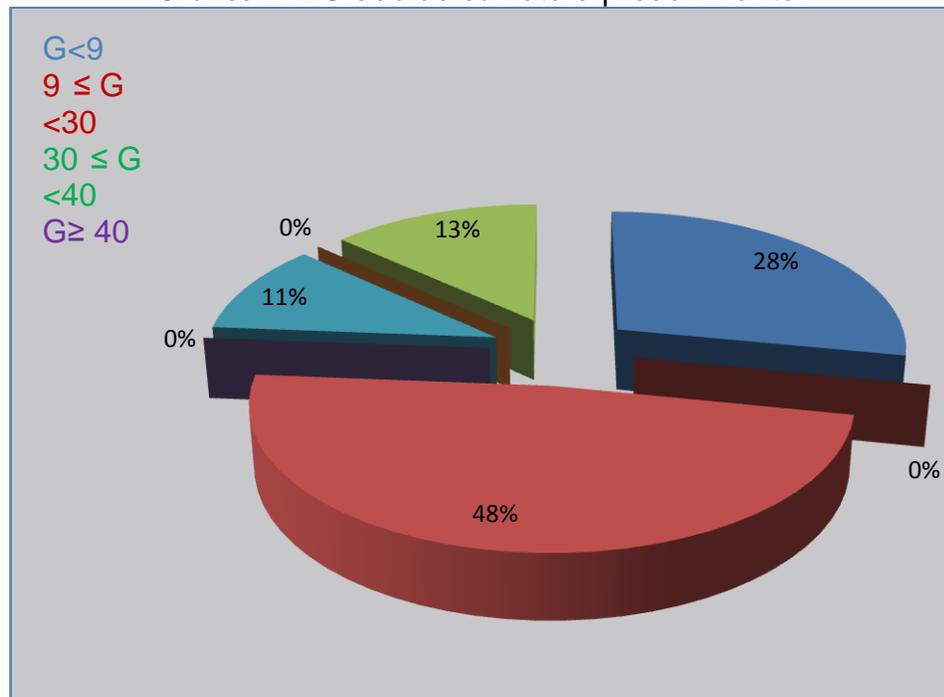
Tabla 16. Resumen de la sectorización de las diferencias acumuladas por grado de curvatura.

| VIA ANALIZADA | GRADO DE CURVATURA(CUERDA GRADO) | | | | | | | | TOTAL | % |
|---|----------------------------------|-----|------------|-----|-------------|-----|------|-----|-------|------|
| | <9 | % | 9 ≤ G < 30 | % | 30 ≤ G < 40 | % | ≥ 40 | % | | |
| 1 V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro | 52 | 22% | 116.0 | 48% | 36 | 15% | 37 | 15% | 241 | 100% |
| 2 V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (Motos) | 25 | 20% | 68.0 | 54% | 14 | 11% | 19 | 15% | 126 | 100% |
| 3 V. Bella Vista-V. San Antonio de Acuyuyo | 70 | 31% | 92.0 | 41% | 23 | 10% | 38 | 17% | 223 | 100% |
| 4 V. Botana-Panamericana Entrada V. Chaves | 26 | 37% | 29.0 | 41% | 7 | 10% | 8 | 11% | 70 | 100% |
| 5 Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria | 29 | 30% | 56.0 | 58% | 8 | 8% | 4 | 4% | 97 | 100% |
| 6 V. Cruz de Amarillo-V. Cubiján Bajo (Cresta del Gallo) | 39 | 34% | 57.0 | 50% | 8 | 7% | 11 | 10% | 115 | 100% |
| 7 V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe) | 29 | 35% | 42.0 | 50% | 6 | 7% | 7 | 8% | 84 | 100% |
| 8 V. El Campanero-Punto La Isla | 18 | 32% | 26.0 | 46% | 4 | 7% | 8 | 14% | 56 | 100% |
| 9 V. San José de Casanare Absc. K6+350-Absc. K1+649,30 | 4 | 33% | 6.0 | 50% | 1 | 8% | 1 | 8% | 12 | 100% |
| 10 V. Botana (Granja UDENAR)-B/ Los Cristales | 0 | 0% | 8.0 | 53% | 2 | 13% | 5 | 33% | 15 | 100% |
| Σ | 292 | | 500 | | 109 | | 138 | | | |
| % | 28% | | 48% | | 10% | | 13% | | | |
| TOTAL | 1039 | | | | | | | | | 100% |

Gráfica 20. Análisis por diferencias acumuladas por grado de curvatura.



Gráfica 21. Grado de curvatura predominante.

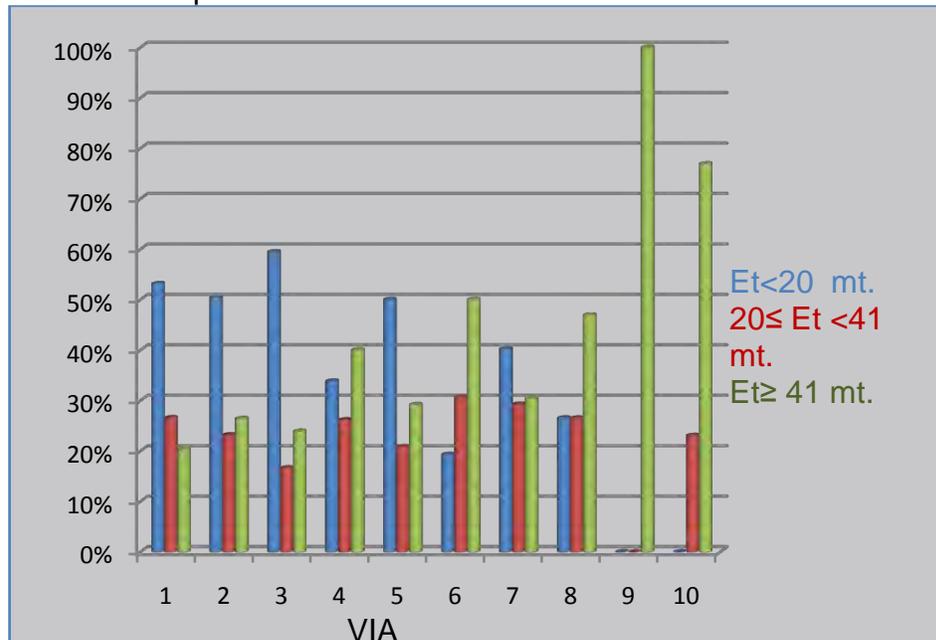


Los anteriores análisis se deben relacionar con la entretangencia que le sigue al salir de la curva ya que el INVIAS recomienda un valor de cinco segundos la velocidad de diseño para curvas del mismo sentido y quince segundos en sentido contrario, que en metros corresponde a 41 metros y 125 metros respectivamente para una velocidad de 30 km/hora, desfavorablemente las condiciones de la vía muestran un predominio de entretangencias menores a 20 metros, por lo tanto se cataloga como predominio de curvas sucesivas pronunciadas que dificultan la trayectoria de los vehículos sobre este tipo de curvas al ser vehículos tipo S2 (Camión de un eje).

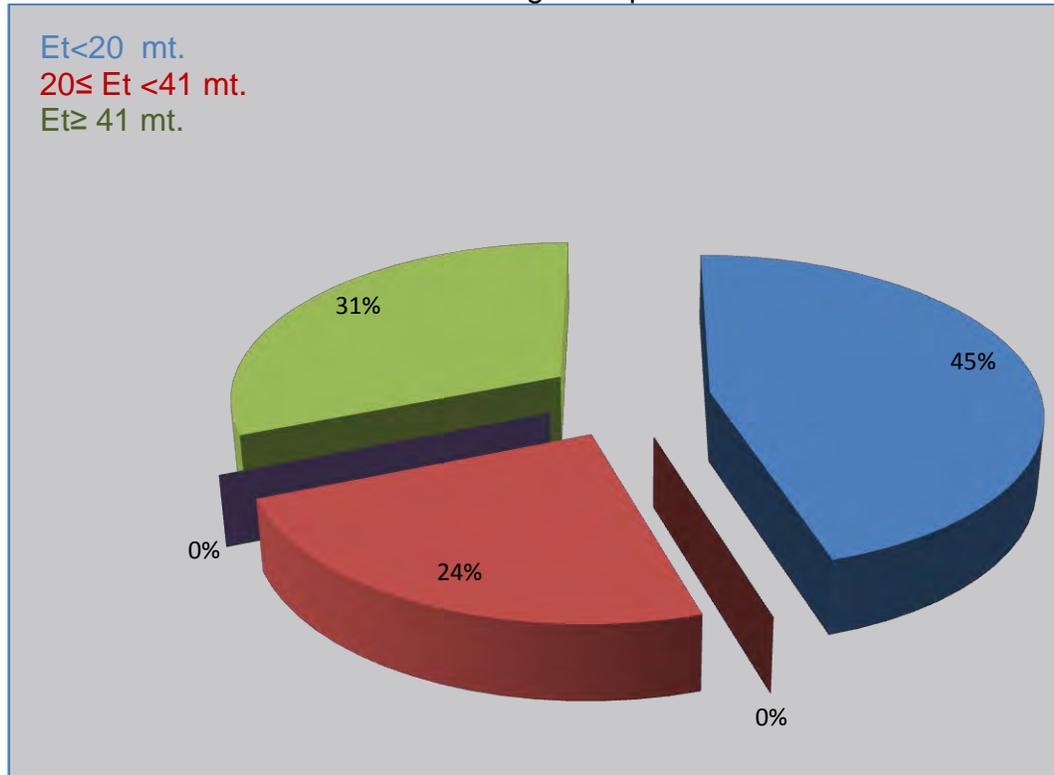
Tabla 17. Resumen de la sectorización de las diferencias acumuladas por entretangencia horizontal.

| VIA ANALIZADA | ENTRETANGENCIA | | | | | | TOTAL | % |
|---|----------------|-----|------------|-----|-----|------|-------|------|
| | <20 | % | 20≤ ET <41 | % | ≥41 | % | | |
| 1 V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro | 118 | 53% | 59 | 27% | 45 | 20% | 222 | 100% |
| 2 V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (Motos) | 63 | 50% | 29 | 23% | 33 | 26% | 125 | 100% |
| 3 V. Bella Vista-V. San Antonio de Acuyuyo | 132 | 59% | 37 | 17% | 53 | 24% | 222 | 100% |
| 4 V. Botana-Panamericana Entrada V. Chaves | 22 | 34% | 17 | 26% | 26 | 40% | 65 | 100% |
| 5 Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria | 48 | 50% | 20 | 21% | 28 | 29% | 96 | 100% |
| 6 V. Cruz de Amarillo-V. Cubiján Bajo (Cresta del Gallo) | 22 | 19% | 35 | 31% | 57 | 50% | 114 | 100% |
| 7 .Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe) | 33 | 40% | 24 | 29% | 25 | 30% | 82 | 100% |
| 8 V. El Campanero-Punto La Isla | 13 | 27% | 13 | 27% | 23 | 47% | 49 | 100% |
| 9 . San José de Casanare Absc. K6+350-Absc. K1+649,30 | 0 | 0% | 0 | 0% | 10 | 100% | 10 | 100% |
| 10 V. Botana (Granja UDENAR)-B/ Los Cristales | 0 | 0% | 3 | 23% | 10 | 77% | 13 | 100% |
| Σ | 451 | | 237 | | 310 | | | |
| % | 45% | | 24% | | 31% | | | |
| TOTAL | 998 | | 100% | | | | | |

Gráfica 22. Análisis por diferencias acumuladas en función de la entretangencia.



Gráfica 23. Entretangencia predominante.

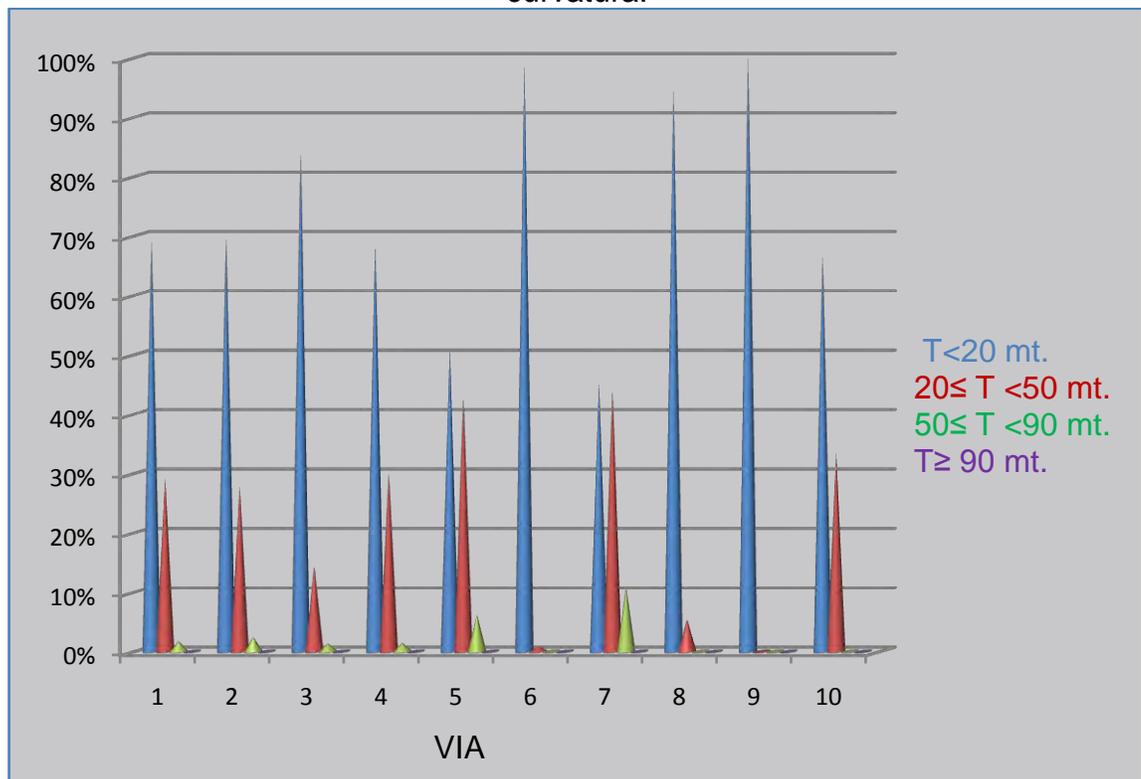


TANGENTE HORIZONTAL. Siendo este elemento importante en el diseño geométrico de carreteras para la localización directa en construcción, se ha encontrado que el 74% de las curvas que conforman la vía se localizó con un valor de tangente de menos de 20 metros que analizado con las deflexiones de curva se puede deducir que la vía se encuentra en un terreno montañoso, estas tangentes sean de longitudes pequeñas al ser curvas sucesivas, inclusive se podría conformar curvas con más de dos radios, y confronta la existencia de entretangencias menores a 20 metros. Tabla 18, gráficas 24 y 25.

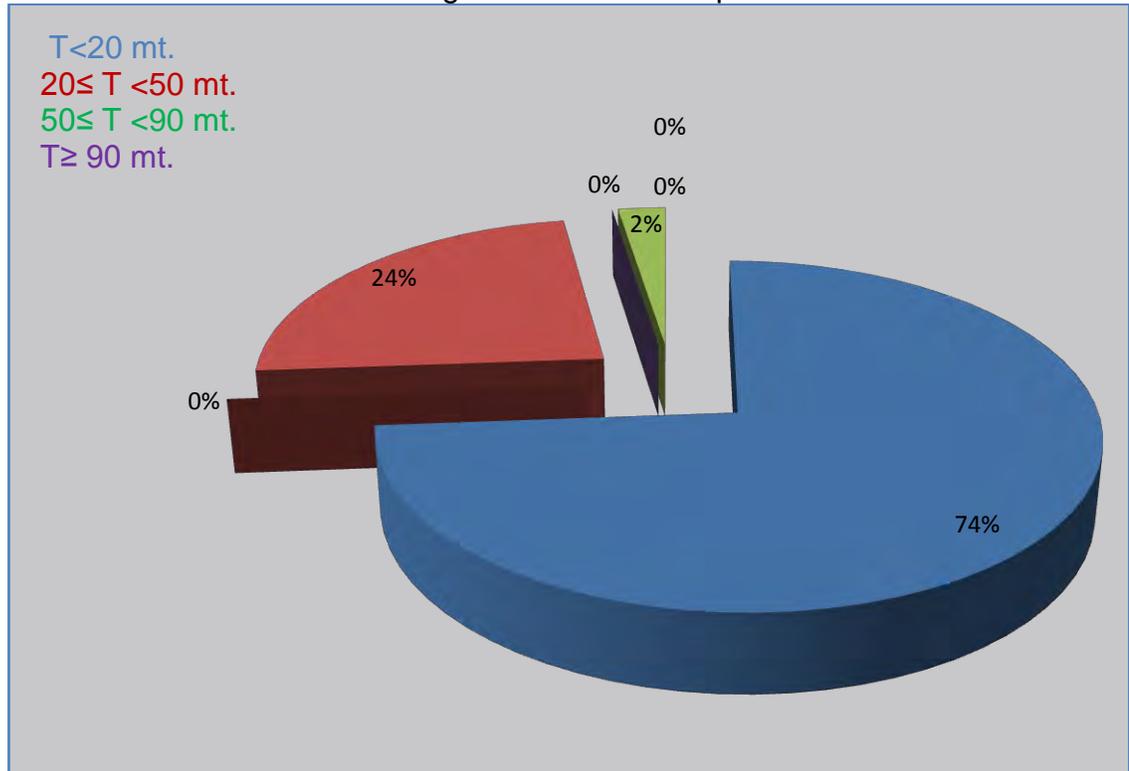
Tabla 18. Resumen de la sectorización de las diferencias acumuladas por tangencias de curva.

| VIA ANALIZADA | TANGENTE | | | | | | | | TOTAL | % |
|--|----------|------|--------------|-----|---------------|-----|----------|----|-------|------|
| | <20 mts | % | 20≤ T <50 mt | % | 50≤ T < 90 mt | % | ≥ 90 mts | % | | |
| 1 V. Bella Vista-Limite Corregimiento Socorro | 161 | 69% | 68 | 29% | 4 | 2% | 0 | 0% | 233 | 100% |
| 2 V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (Motos) | 88 | 70% | 35 | 28% | 3 | 2% | 0 | 0% | 126 | 100% |
| 3 V. Bella Vista-V. San Antonio de Acuyuyo | 188 | 84% | 32 | 14% | 3 | 1% | 0 | 0% | 223 | 100% |
| 4 V. Botana-Panamericana Entrada V. Chaves | 48 | 69% | 21 | 30% | 1 | 1% | 0 | 0% | 70 | 100% |
| 5 Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria | 50 | 51% | 42 | 43% | 6 | 6% | 0 | 0% | 98 | 100% |
| 6 V. Cruz de Amarillo-V. Cubiján Bajo (Cresta del Gallo) | 114 | 99% | 1 | 1% | 0 | 0% | 0 | 0% | 115 | 100% |
| 7 Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe) | 38 | 45% | 37 | 44% | 9 | 11% | 0 | 0% | 84 | 100% |
| 8 V. El Campanero-Punto La Isla | 53 | 95% | 3 | 5% | 0 | 0% | 0 | 0% | 56 | 100% |
| 9 San José de Casanare Absc. K6+350-Absc. K1+649,30 | 12 | 100% | 0 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 12 | 100% |
| 10 V. Botana (Granja UDENAR)-B/ Los Cristales | 10 | 67% | 5 | 33% | 0 | 0% | 0 | 0% | 15 | 100% |
| Σ | 762 | | 244 | | 26 | | 0 | | | |
| % | 74% | | 24% | | 3% | | 0% | | | |
| TOTAL | 1032 | | 100% | | | | | | | |

Gráfica 24. Análisis por diferencias acumuladas en función de tangentes de curvatura.



Gráfica 25. Tangente de curvatura predominante.



5.1.2 Características en perfil. Para realizar la evaluación en perfil de las condiciones de la vía existente de los elementos geométricos mediante procedimientos estadísticos se seleccionó el más importantes por su vínculo en los requerimientos especificados en las recomendaciones del Manual de Diseño Geométrico del INVIAAS 2008.

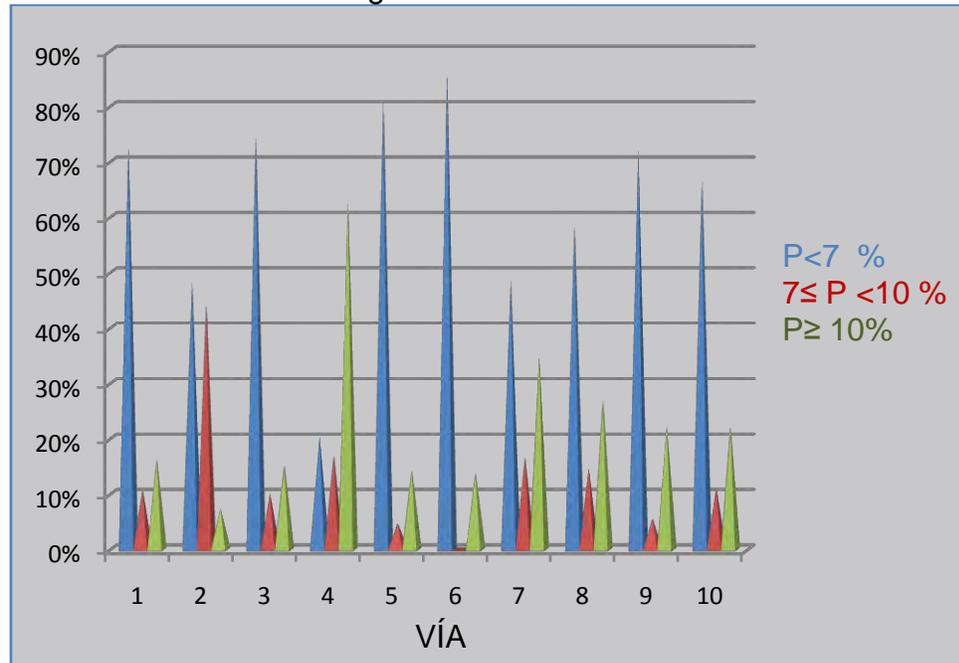
PENDIENTES. En el Corregimiento de Catambuco se encontraron 474 datos de pendientes longitudinales, con los cuales se realizó la sectorización de pendientes y se evaluó porcentualmente la proporción de rangos de pendientes que presentan los diferentes tramos homogéneos identificados en la tabla 19 y gráficas 26 y 27, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 19. Resumen de la sectorización de las diferencias acumuladas por pendientes longitudinales.

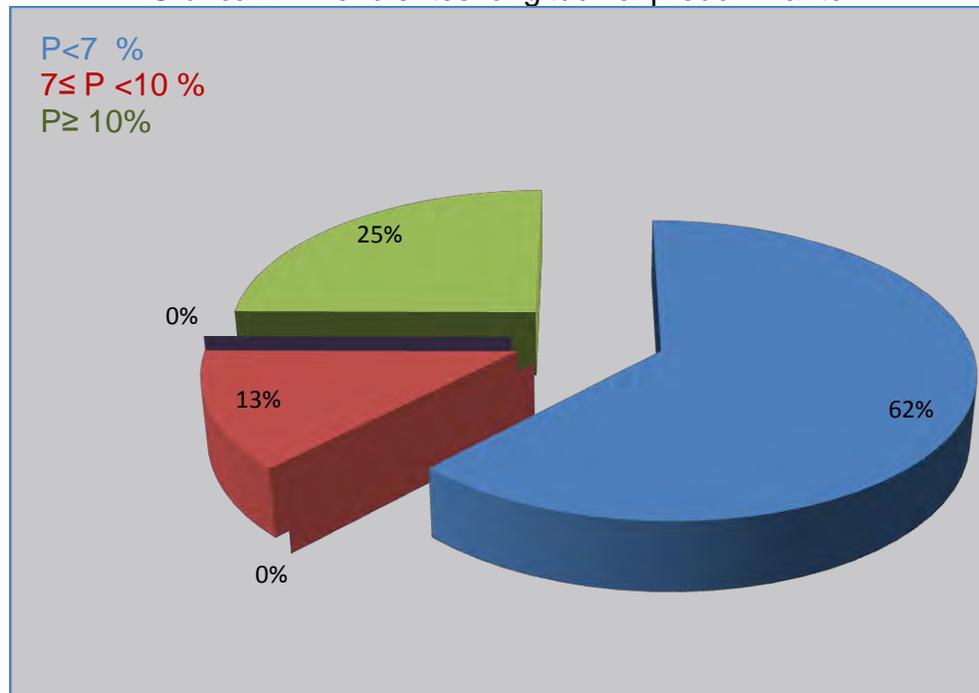
| VIA ANALIZADA | PENDIENTE % | | | | | | TOTAL | % |
|--|-------------|-----|-----------|-----|-----|-----|-------|------|
| | <7 | % | 7 ≤ P <10 | % | ≥10 | % | | |
| 1 V. Bella Vista-Límite Corregimiento Socorro | 54 | 73% | 8 | 11% | 12 | 16% | 74 | 100% |
| 2 V. Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (Motos) | 13 | 48% | 12 | 44% | 2 | 7% | 27 | 100% |
| 3 V. Bella Vista-V. San Antonio de Acuyuyo | 59 | 75% | 8 | 10% | 12 | 15% | 79 | 100% |
| 4 V. Botana-Panamericana Entrada V. Chaves | 12 | 20% | 10 | 17% | 37 | 63% | 59 | 100% |
| 5 Panamericana Entrada V. Cruz de Amarillo-V. La Victoria | 51 | 81% | 3 | 5% | 9 | 14% | 63 | 100% |
| 6 V. Cruz de Amarillo-V. Cubiján Bajo (Cresta del Gallo) | 25 | 86% | 0 | 0% | 4 | 14% | 29 | 100% |
| 7 . Bella Vista-Panamericana Entrada V. Botanilla (V. Guadalupe) | 32 | 48% | 11 | 17% | 23 | 35% | 66 | 100% |
| 8 V. El Campanero-Punto La Isla | 24 | 59% | 6 | 15% | 11 | 27% | 41 | 100% |
| 9 . San José de Casanare Absc. K6+350-Absc. K1+649,30 | 13 | 72% | 1 | 6% | 4 | 22% | 18 | 100% |
| 10 V. Botana (Granja UDENAR)-B/ Los Cristales | 12 | 67% | 2 | 11% | 4 | 22% | 18 | 100% |
| Σ | 295 | | 61 | | 118 | | | |
| % | 62% | | 13% | | 25% | | | |
| TOTAL | 474 | | 100% | | | | | |

Como observación importante se analiza con la determinación de toda la información de las vías, que el trazado de la red vial terciaria del Corregimiento presenta condiciones de pendiente ajustadas a los requerimientos máximos con muy pocas deficiencias que pueden acondicionarse en una eventual intervención de mejoramiento de vías, con excepción del tramo V. Botana-Panamericana entrada V. Chaves, que presenta en el sumatoria transversal un 63% de pendientes con valores mayores al 10% y cuya condición del terreno evidencian ser de tipo montañoso escarpado como se muestra en el registro fotográfico y el inventario fílmico, el tramo se trató de construir en la condición topográfica más favorable, pero la vereda se encuentra sobre terreno montañoso y según la información de la población, fue imposible tratar de encontrar una mejor ruta para el trazado de la vía que se encuentra sobre la cuenca de la quebrada Miraflores.

Gráfica 26. Análisis por diferencias acumuladas en función de la pendiente longitudinal de las vías.



Gráfica 27. Pendientes longitudinal predominante.



6 CONCLUSIONES

El Corregimiento de Catambuco abarca una superficie de 83.47 km², debido a su gran extensión y al relieve encontrado en esta región, se hizo necesario la implementación del equipo GPS RTK localizando 142.707 km entre vías principales, ramales y vías urbanas, que posteriormente fueron objeto del presente inventario.

La Red Vial Principal del Corregimiento de Catambuco se encuentra en buen estado, permite la transitabilidad de la población existente y el intercambio de productos de la región con el resto del Municipio. La superficie de rodamiento predominante es en afirmado con un 96.69%, en pavimento rígido el 2.30%, el pavimento flexible se encuentra en el 1.01%, se encontró una estructura en placa huella correspondiente al 0.14%, el ancho de banca promedio encontrado es de 5.10 m, el estado de las cunetas en su mayoría es malo, el equivalente al 87.77% se encuentran cubiertas por vegetación y sedimentos, mientras que tan solo el 1.87% están bien conformadas y son en concreto.

Es necesaria una inmediata intervención que permita mejorar la red vial vecinal (ramales) del Corregimiento de Catambuco, puesto que la capa de rodadura se encuentra en subbase que no garantiza la transitabilidad y más en épocas de invierno así mismo es evidente la falta de obras de infraestructura.

En cuanto a las obras de drenaje en concreto, de las 209 alcantarillas construidas técnicamente, 204 se encuentran en funcionamiento y en buen estado. De las 154 obras de drenaje artesanales, 12 no se encuentran en funcionamiento, evidenciando falta de mantenimiento ya que se encuentran cubiertas por vegetación y/o sedimentación. A nivel de Box Couvert se encontraron 4 estructuras que no presentan patologías que los coloque en riesgo y tampoco se evidencia socavación. Ver tabla 6.

Las obras de drenaje artesanales al ser construidas por la comunidad no cumplen eficientemente con su función ya que ésta carece de recursos económicos que permitan utilizar tuberías de grandes diámetros necesarios para que estos elementos funcionen adecuadamente y no contribuyan al deterioro de la vía, no se cumple con el diámetro exigido en la normatividad que es de 36" o 90 cm, por lo tanto se hace necesario su reemplazo. Algunas alcantarillas artesanales no constituyen obras de drenaje por cuanto son construidas por la comunidad para el aprovechamiento en el riego de cultivos. De este tipo de alcantarillas se encontraron 154 y solo 12 no se encuentran en funcionamiento. Ver tabla 6.

Teniendo en cuenta la alta pluviosidad y la topografía de la región que es montañosa acompañada de la gran extensión de la red vial terciaria del Corregimiento de Catambuco, la cantidad de obras de drenaje no es suficiente para garantizar un adecuado estado y funcionamiento de las vías, no se cumple con la recomendación del INVIAS de que en cada 100 m debe localizarse al menos un elemento para drenaje.

Se encontraron 12 puentes en los que se evidencia la falta de barandas de protección y señalización que inducen a la accidentalidad. Estas estructuras no presentan patologías importantes que pongan en riesgo su estabilidad. Ver tabla 6.

De los 8 muros de contención encontrados 5 son en concreto y 3 en gavión, no se evidencia deterioro y no presentan señalización alguna. Ver tabla 6.

El Corregimiento de Catambuco posee una concentración vial baja, esto se debe a su gran extensión que abarca 8347.00 hectáreas de terreno, gran parte del área total del Corregimiento está conformada por terrenos dedicados a la ganadería con fines de explotación lechera, que ha conformado hatos con considerable extensión, eliminando los pequeños predios, desplazando a la población hacia cabeceras vecinales y a la misma cabecera corregimental o sobre las vías terciarias principales, por tanto el gobierno municipal ha dejado olvidado las vías terciarias de carácter ramal o vecinal y se ha concentrado sobre las vías verdales, dándole mayor prioridad, pero dedicando esfuerzos de mantenimiento en la capa de rodadura y rocería, dejando de lado la implementación de obras de drenaje para el eficiente uso de las vías.

La red vial terciaria del Corregimiento de Catambuco evidencia una mala condición geométrica, ya que existen valores de radio de curvatura inferiores a 21 metros, que obligan al conductor a transitar con velocidades inferiores a los 20 kilómetros por hora. Además del inconveniente que presenta el anterior elemento geométrico, se encuentra dificultad por la gran cantidad de curvas sucesivas y entretangencias que están por debajo de las recomendaciones del INVIAS, dificultad que convierte la red vial terciaria del Corregimiento de Catambuco, en una red de tránsito tortuoso para vehículos de transporte de carga y pasajeros, que acompañada de un relieve montañoso, la convierte en una red de tránsito peligroso que urge la intervención del gobierno municipal para el mejoramiento geométrico de la misma.

Por la importancia que la región tiene por el intercambio de productos agrícolas y ganaderos en el Municipio de Pasto, se hace necesario complementar las obras de infraestructura y drenaje además de un replanteo en la parte geométrica de la malla vial, que garantice la capacidad y el nivel de servicio reglamentado para este tipo de vías.

7 RECOMENDACIONES

Realizar una inmediata intervención que permita mejorar la red vial vecinal del Corregimiento de Catambuco, puesto que la capa de rodadura predominante es en subbase y no garantiza la transitabilidad, más aún en épocas de invierno.

Asignar cuadrillas para que periódicamente realicen mantenimiento y conservación de cunetas en la red vial del Corregimiento.

Buscar la financiación de obras de infraestructura y drenaje es evidente, toda vez que en el Corregimiento de Catambuco se encuentran vías que a pesar de su importancia para la economía de la región, carecen de estas.

Garantizar la funcionalidad y estabilidad de las diversas estructuras que se proyecten sobre las vías, así mismo, fijar la correspondiente señalización que permita disminuir la accidentalidad inducida por ausencia de esta.

Dotar de suficientes elementos de protección a los puentes localizados en el Corregimiento, tan sólo uno de los doce inventariados cuenta con estos elementos.

Implementar campañas que busquen concientizar a la comunidad en cuanto al manejo y disposición de basuras, es muy frecuente encontrar alcantarillas con presencia de todo tipo de desechos.

BIBLIOGRAFÍA

BANNISTER, A., RAYMOND, S., BAKER, R., (2002) "Técnicas modernas en Topografía". –7a ed. Alfaomega.

BUNGE, Mario. La ciencia, su método y su filosofía. Buenos Aires: Ariel, 1970.

CONCEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO. Acuerdo No. 005 del 26 de enero de 2010.

CULTURA Y TURISMO SAN JUAN DE PASTO. Corregimientos, CATAMBUCO. [Documento Electrónico, On line]. Alcaldía de Pasto. Oficina de comunicaciones. <http://turismocultura.pasto.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=124:CATAMBUCO&catid=27:corregimientos&Itemid=23>

GONZÁLEZ SETT, Jorge Mario. Sistema de Información Geográfico del Sistema de Gestión del Mantenimiento de Caminos no Pavimentados. [Documento Electrónico, On line]. Guatemala: ESRI, Gis and Mapping Software, 1995-2008. <http://gis.esri.com/library/userconf/latinproc00/guatemala/sig_caminos.pdf>

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS. Presentación de tesis y otros trabajos de grado. Quinta actualización. Bogotá. Pirámide. 2009. 120 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2008. 262 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual Para la Inspección Visual de Puentes y Pontones. Bogotá octubre de 2006. 54 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual Para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos. Bogotá octubre de 2006. 52 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual Para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos. Bogotá octubre de 2006. 44 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual Para la Inspección Visual de Estructuras de Drenaje. Bogotá octubre de 2006. 51 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual Para la Inspección Visual de Obras de Estabilización. Bogotá octubre de 2006. 34 p.

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Manual de Señalización Vial. Bogotá octubre de 2004. 626 p.

KRAEMER, C., PARDILLO, J.M., ROCCI, S., ROMANA, M.G., SANCHEZ BLANCO, V., DEL VAL, M.A., (2003) "Ingeniería de Carreteras Vol I". - McGraw-Hill Interamericana.

MENÉNDEZ, José Rafael. Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresa. [Documento Electrónico, On line]. Lima: OIT/Oficina Subregional para los Países Andinos. 2003.
<<http://www.oit.org/public/spanish/employment/recon/eiip/download/mcrmantec.pdf>>

PLAN VIAL NACIONAL. Inventarios viales [Documento Electrónico, On line]. Bogotá, D.C.: Ministerio de Transporte, 2008.
http://pvr.mintransporte.gov.co:8095/PLANVIAL/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=57>.

QUIJANO VODNIZA, Armando José. Mecanismos e instrumentos para la planificación, seguimiento y evaluación de los proyectos de investigación. San Juan de Pasto. Institución Universitaria CESMAG, 2006. 134 p.

SABINO, Carlos A. El Proceso de la Investigación. Caracas: Garbizu y Todtman, 1976. 243 p.