

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
DIAGNÓSTICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE
LA VÍA UBATÉ – CUCUNUBÁ (K0+000.000 AL K7+975.799) CUNDINAMARCA.**

JUAN SEBASTIÁN ZUÑIGA VELASQUEZ
Código: 506452

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2020**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
DIAGNÓSTICO PARA EL MEJORAMIENTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE
LA VÍA UBATÉ – CUCUNUBÁ (K0+000.000 AL K7+975.799) CUNDINAMARCA.**

JUAN SEBASTIÁN ZUÑIGA VELASQUEZ
Código: 506452

TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL

ING. JAVIER VALENCIA SIERRA

Maestría en Diseño, Gestión y Dirección de Proyectos, Universidad Internacional
Iberoamericana, EE.UU.

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2020**



Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Colombia (CC BY-NC-ND 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Sin Obras Derivadas — No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

BOGOTÁ D.D. 10 DE NOVIEMBRE DE 2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, los cuales por medio de los valores y cariño que me inculcaron de pequeño, me permitieron entablar un camino recto, el cual busca ayudar a las demás personas y por su apoyo desde que decidí estudiar esta carrera para ser un excelente profesional.

A mi hermano por siempre estar ahí cuando es necesario, apoyarme desde que éramos niños, por ser consejero y uno de mis modelos a seguir.

A Gina Bello, mi amiga de toda la vida, con la cual hemos compartidos momentos gratos y no gratos a lo largo de todos estos años, por el eterno apoyo mutuo para ser mejores personas cada día y por siempre estar ahí cuando necesito una mano amiga y consejera, la cual no permite que me rinda ante alguna adversidad, y me incentiva siempre dar la mejor cara.

Y por último a Christian Navarrete, por ser alguien que me ha motivado a lo largo de estos años para finalizar la carrera, por su apoyo y conocimiento, por tenerme en cuenta siempre para el desarrollo de proyectos de los cuales puedo aprender para ser un mejor profesional y proyectarme hacia el futuro.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, el ingeniero Javier Valencia, por depositar su confianza, su guía y el apoyo con su conocimiento y su experiencia en el diseño de carreteras para el desarrollo y culminación de manera exitosa de este trabajo de grado.

A mi amigo y compañero de trabajo Brayan Rojas, gracias a él pude conocer el pueblo donde nació, este pueblo tranquilo y encantador cercano a la ciudad de Bogotá, y desde la primera visita a este lugar me incentivo al desarrollo de este trabajo de grado, el cual servirá de base para el mejoramiento de la vía principal de este municipio.

A mi amigo y compañero de trabajo Alexander Martínez, por su conocimiento y el tiempo que dedico para ayudarme en aclarar y centrar las ideas para el desarrollo de este proyecto.

A los ingenieros Danilo Medina y Manuel Vargas por el apoyo de sus conocimientos como diseñadores geométricos, que han dedicado parte de su tiempo para ayudarme aclarar ideas y aprender de ellos.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
2.1. ANTECEDENTES	2
2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3. JUSTIFICACIÓN.....	7
4. OBJETIVOS.....	8
4.1. OBJETIVO GENERAL	8
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
5. MARCOS DE REFERENCIA	9
5.1. MARCO CONCEPTUAL	9
5.2. MARCO TEÓRICO	11
5.3. MARCO JURÍDICO	18
5.4. MARCO GEOGRÁFICO.....	20
6. ALCANCES Y LIMITACIONES	24
7. ESTADO DEL ARTE	25
8. METODOLOGÍA	30
9. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	32
9.1. NORMATIVIDAD	32
9.2. ECONOMIA	42
9.3. SUELOS	42
9.4. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	43
9.5. CORREDOR VIAL UBATÉ-CUCUNUBÁ (K0+000.000 al K7+975.799) ..	44
9.6. ESTUDIO DE TRÁNSITO.....	53
9.7. SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN VIAL EXISTENTE.....	55
9.8. ESTRUCTURAS DE DRENAJE TRANSVERSAL (ALCANTARILLAS).....	69
9.9. SISTEMA DE DRENAJES LONGITUDINALES (CANALIZACIONES).....	78
10. DIAGNÓSTICO DEL DISEÑO GEOMETRICO EXISTENTE.....	79

10.1.	DIAGNÓSTICO DE CURVAS HORIZONTALES.....	79
10.2.	PERFIL LONGITUDINAL DE LA VÍA EXISTENTE.	84
10.3.	SECCIÓN TRANSVERSAL EXISTENTE.....	86
11.	DISEÑO GEOMÉTRICO TEÓRICO.....	91
11.1.	DISEÑO GEOMÉTRICO DEL EJE EN PLANTA.	91
11.2.	DISEÑO DEL PERFIL DEL EJE DE LA VÍA.	98
11.3.	SECCIÓN TRANSVERSAL.	101
12.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
13.	BIBLIOGRAFÍA.....	106
14.	ANEXOS.....	111

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Rutas Troncales	3
Tabla 2. Rutas Transversales Nacionales en 1997.....	3
Tabla 3. Inventario Red Vial Nacional en 1997	4
Tabla 4. Tipos de vías según su funcionalidad.	12
Tabla 5. Tipos de vías según el tipo de terreno.	12
Tabla 6. Criterios de diseño, según el tipo de vehículo, ASSHTO.	14
Tabla 7. Anchos de zona o derecho de vía.....	14
Tabla 8. Dimensiones de vehículos de diseño, ASSHTO.	17
Tabla 9. Valores de la Velocidad de Diseño de los tramos Homogéneos (VTR) en función de la categoría de la carretera y tipo de terreno.	18
Tabla 10. Estado del Arte	25
Tabla 11. Sistema Vial Municipio de Ubaté	35
Tabla 12. Secciones Transversales	36
Tabla 13. Clasificación de Vías Urbanas de Cucunubá	39
Tabla 14. Vías rurales de Cucunubá.....	41
Tabla 15. Puntos Diagnóstico Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799).	45
Tabla 16. Mantenimiento Vial Fecha 06 de septiembre de 2020	52
Tabla 17. Serie Histórica de Tránsito Promedio Diario (TPD) 1997-2018.....	53
Tabla 18. Proyección de TPD de 2019 a 2022 - Estación Te del Neusa – Ubaté..	55
Tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799).....	57
Tabla 20. Abscisado de Alcantarillas.	71
Tabla 21. Inventario de drenajes transversales (K0+000.000 AL K7+975.799).....	72
Tabla 22. Curvas Horizontales existentes.....	82
Tabla 23. Tipo de secciones transversales existentes.....	86
Tabla 24. Datos de entrada para el diseño de la curva #1	96
Tabla 25. Cálculo de elementos de la curva horizontal.....	97
Tabla 26. Abscisado curva #1	97
Tabla 27. Cálculo de coordenadas por el método de deflexiones metro.	98
Tabla 28. Datos de entrada para el diseño de curvas verticales.	100
Tabla 29. Cálculo de elementos de la curva vertical #1.....	101
Tabla 30. Secciones Transversales Teóricas.	102

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Distribución de red vial secundaria según condiciones	5
Ilustración 2. Distribución de red vial terciaria según condiciones.	5
Ilustración 3. Alineamientos de una carretera.	15
Ilustración 4. Localización general	20
Ilustración 5. Localización de vía a diagnosticar.	22
Ilustración 6. Ubicación de la vía a diagnosticar en planchas cartográficas IGAC, escala 1:1000.....	23
Ilustración 7. Delimitación Perímetro Urbano de Ubaté año 2003	33
Ilustración 8. Sistema Vial Rural de Ubaté.....	34
Ilustración 9. Secciones Transversales de Vías Urbanas.	36
Ilustración 10. Sistema Vial Urbano de Ubaté.	37
Ilustración 11. Delimitación Perímetro Urbano Cucunubá.	39
Ilustración 12. Sistema Vial Urbano de Cucunubá.....	40
Ilustración 13. Actividad económica de Cucunubá.....	42
Ilustración 14. Localización geológica de la vía.	42
Ilustración 15. Modelo topográfico Ubaté – Cucunubá.	43
Ilustración 16. Puntos diagnósticos del corredor vial	44
Ilustración 17. Comportamiento histórico del TPD estación 18 - Te del Neusa – Ubaté.	54
Ilustración 18. Localización de señales de tránsito.	56
Ilustración 19. Localización de drenajes transversales.	69
Ilustración 20. Laguna de Cucunubá.	70
Ilustración 21. Punto de descarga de cuneta en concreto.	78
Ilustración 22. Diseño geométrico en planta - Corredor vial Ubaté-Cucunubá.	79
Ilustración 23. Perfil Longitudinal del corredor vial Ubaté-Cucunubá.....	84
Ilustración 24. Sección transversal.	89
Ilustración 25. Diseño geométrico propuesto - Corredor vial Ubaté-Cucunubá.	91
Ilustración 26. Esquema de dimensiones y trayectoria de giro para un Camión 3S2.	94

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente la infraestructura vial en Colombia, conserva la mayoría de los trazados de la red vial terciaria del siglo pasado, teniendo en cuenta los diversos desarrollos socio-económicos que se han venido presentado en los últimos años en los municipios y departamentos a nivel nacional. Muchas de estas vías han cambiado de categoría pasando de ser vías terciarias, a vías de primer y segundo orden, estos cambios son debido a la funcionalidad decretada para cada vía dentro del marco legal vigente impartido por las alcaldías municipales, o por las gobernaciones departamentales, por el mismo gobierno nacional, que toman como referencia los requerimientos establecidos por el instituto nacional de vías “INVIAS”.

Cabe resaltar que el desarrollo socio-económico que se ha presentado a lo largo de los años, ha tenido una influencia directa en las cabeceras municipales, las cuales se han convertido en centrales de abastos o en lugares turísticos, esto conlleva al aumento del tránsito de vehículos por la red vial de cada departamento además del propio incremento del parque automotor, a partir de este crecimiento se presenta una serie de problemáticas relacionadas con la velocidad de los vehículos, el peso, las dimensiones y la capacidad de carga de estos en comparación a los vehículos del siglo pasado, así mismo sin dejar a un lado las condiciones topográficas y el cambio climático.

De manera general y con relación a esta problemática, muchas de las vías que aún no han sido intervenidas, presentan condiciones de inseguridad desde el punto de vista del diseño geométrico de vías, además de la ausencia de señalización e iluminación, como desde el punto de vista hidráulica referido a la falta de estructuras de drenaje.

El departamento de Cundinamarca a pesar de ser uno de los departamentos con mayor desarrollo vial, presenta actualmente casos en donde las vías presentan deficiencias con el cumplimiento de los requerimientos del manual de diseño geométrico del INVIAS, a manera de ejemplo se puede destacar la vía que comunica a los municipios de Ubaté y Cucunubá.

En el presente documento se desarrolla el diagnóstico del diseño geométrico de la vía Ubaté-Cucunubá, identificando cuales son elementos no cumplen con los criterios mínimos descritos en el manual de referencia. A partir del diagnóstico se propone un diseño geométrico teórico que dé solución al cumplimiento de estos criterios.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES

A comienzos del siglo XX la comunicación por vías terrestres entre los diversos centros urbanos del país era compleja debido al poco desarrollo de la infraestructura vial, a partir de la década de los años cuarenta se da comienzo al desarrollo de las nuevas redes viales y mejoramientos de las vías existentes a nivel nacional.

“Durante el tercer cuarto del siglo XX, fue tal el desarrollo de la infraestructura vial que el crecimiento promedio anual de la red nacional se ubicó por encima del crecimiento del PIB en el mismo período.5 Los proyectos dieron inicio con los dos planes viales llevados a cabo entre 1950 y 1958, período durante el cual se construyeron y repararon cerca de 4.600 km de vías.” [1]

Existieron diversos factores que iniciaron el cambio para el desarrollo vial en el país, uno de ellos fue la llegada de una gran cantidad de vehículos durante el periodo de la posguerra que originó la recuperación mundial de la economía.

En la década de los setenta, se observa como un instrumento de conexión regional la infraestructura vial. Con esto se da inicio a obra de conexión entre vías regionales con vías principales de la nación. En los años ochenta se observa una evolución significativa en las redes viales de segundo y tercer orden por el financiamiento creado por fondos de inversión.

Entre los años 1975 y 1994 se da un periodo de importancia en el desarrollo de la infraestructura vial, las vías pavimentadas pasaron a 5600 km y la red de vías departamentales y vecinales obtuvieron una longitud de 55000 km. *“Estas obras fueron realizadas a través de instituciones como el Fondo Nacional de Caminos Vecinales (FNCV) y el Fondo Nacional Vial (FNV), dentro de un Plan Vial que pretendía desarrollar la existente infraestructura de transporte del país”* [1]

[1] Pérez V., G. J. (octubre de 2005). Banco de la Republica de Colombia. La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia: https://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-64.pdf

“En el año 1997, Colombia poseía aproximadamente 5700 kilómetros en carreteras troncales (Tabla 1), 4100 kilómetros de carreteras transversales (Tabla 2), para un total de 11 287 kilómetros pavimentados y 5076 sin pavimentar (Tabla 3)”. [2]

Tabla 1. Rutas Troncales

Tabla 1. Rutas troncales nacionales

Troncales	Longitud (Km)
De Occidente	1778
De Magdalena	1597
Central	476
De Urabá	358
Del Eje cafetero	215
Villavicencio - Saravena	1258

Fuente: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/issue/view/73>

Tabla 2. Rutas Transversales Nacionales en 1997.

Tabla 2. Rutas transversales nacionales

Transversales	Longitud (Km)
Del Caribe	891
Carmen de Bolívar - Valledupar - Maicao	441
Medellín - Cúcuta - Pto. Santander	649
Medellín - Bogotá	566
Buenaventura - Villavicencio	724
Huila - Cauca	199
Tumaco - Mocoa	413
La Mina - Río Caguán	189

Fuente: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/issue/view/73>

[2] Osorio Baquero, I. (18 de enero de 2014). Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de Breve reseña histórica de las vías en Colombia: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/issue/view/73>

Tabla 3. Inventario Red Vial Nacional en 1997

Tabla 3. Inventario de la red vial nacional

Nombre de la regional	Longitud en Km.	
	Pavimentados	Sin pavimentar
Antioquia	1439	121
Atlántico	272	0
Bolívar	471	0
Boyacá	525	492
Caldas	302	0
Caquetá	288	97
Casanare	578	191
Cauca	423	868
Cesar	549	180
Chocó	23	280
Córdoba	487	95
Cundinamarca	620	141
Guajira	277	49

Tabla 3. Inventario de la red vial nacional

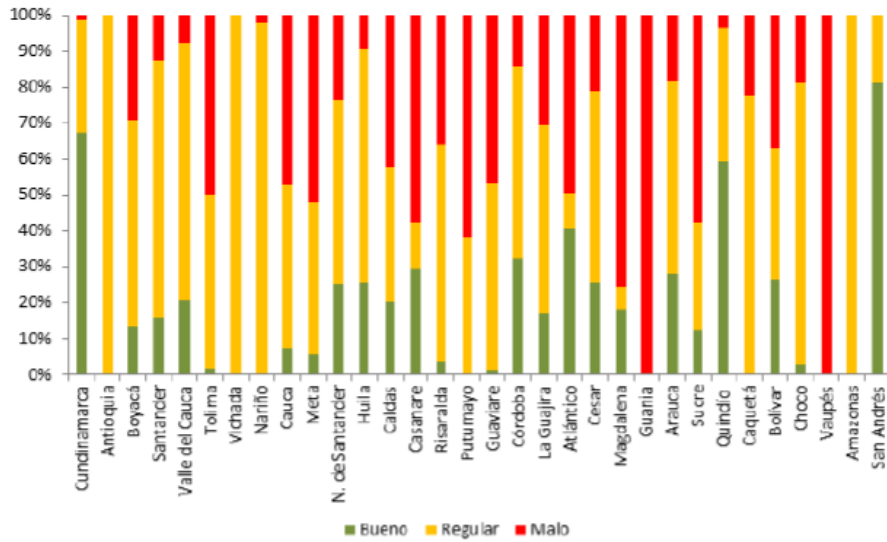
Nombre de la regional	Longitud en Km.	
	Pavimentados	Sin pavimentar
Huila	429	422
Magdalena	350	314
Meta	431	480
Nariño	558	222
Norte de Santander	432	173
Putumayo	11	353
Quindío	164	0
Risaralda	207	85
Santander	859	396
Sucre	188	89
Tolima	548	0
Valle	627	0
Ocaña	229	28
Total de kilómetros	11 287	5076

Fuente: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/issue/view/73>

A nivel nacional, el departamento de Cundinamarca está catalogado como uno de los mejores en ámbitos de infraestructura vial, este cuenta con un 67% de la red vial secundaria y un 26% de la red vial terciaria en buen estado. Por tal motivo es de suma importancia para la administración realizar programas de mejoramiento vial, con el fin de mantener una adecuada conexión económica entre las zonas de producción y los centros de abastecimiento.

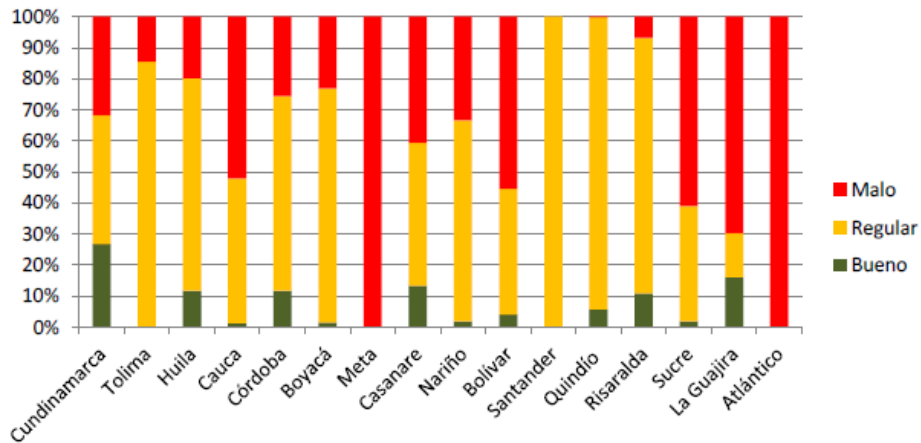
Desde el año 2008, El instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca (ICCU), encargada de dar ejecución obras públicas de índole, social, vial o infraestructura, ha promovido el progreso del departamento, uno de sus objetivos se centraliza en atender la red vial secundaria y terciaria.

Ilustración 1. Distribución de red vial secundaria según condiciones



Fuente Infraestructura De Transporte En Colombia - FEDESARROLLO 2013

Ilustración 2. Distribución de red vial terciaria según condiciones.



Fuente Infraestructura De Transporte En Colombia - FEDESARROLLO 2013

2.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los municipios de Ubaté y Cucunubá en el departamento de Cundinamarca se comunican a través de una vía de segundo orden de ocho kilómetros de longitud, actualmente se encuentra asfaltada en su totalidad.

Debido a las condiciones topográficas de la zona en la que está ubicado el corredor vial, se evidencia que el comportamiento del terreno es plano. Aproximadamente a cinco kilómetros de distancia del área urbana de Ubaté, se encuentra la falla

geológica de Cucunubá, la cual obliga al desarrollo de una serie de curvas horizontales, con la función de que la vía bordeé este elemento geológico.

El trazado de la vía actual presenta inconsistencias desde el punto de vista de la sección transversal, debido a la falta de mantenimiento y la falta de elementos como bermas que permitan delimitar el ancho de la vía y que protejan la estructura. Se puede observar que a lo largo del corredor se presentan secciones dentro de un rango de 6.00m a 10.00m

Después de la temporada invernal ocurrida en los años 2010-2011 ^[3], una de las zonas más afectadas en el departamento de Cundinamarca fue este corredor vial. A partir de ese evento climático, la vía presenta una serie de problemas hidráulicos debido a la escorrentía de la zona en temporada de lluvias ^[4]. Dentro de los distintos motivos de esta problemática cabe resaltar que la vía presenta inconsistencias con las pendientes longitudinales además de que no cuenta con un adecuado sistema de drenajes transversales y longitudinales.

¿La vía de conexión entre las cabeceras municipales de Ubaté y Cucunubá, cumple con los parámetros del diseño geométrico según lo establecido en el manual de diseño geométrico del INVIAS?

Estas inconsistencias tanto en planimetría, altimetría como en ancho de sección genera inseguridad, pueden presentarse accidentes a lo largo del trayecto además de otros factores como retrasos en los tiempos de recorrido, desplazamiento al centro de salud en Ubaté, la falta de iluminación pública, el desgaste de la carpeta asfáltica debido al paso de vehículos pesados ya que Cucunubá es un municipio que cuenta con actividad minera.

^[3] Departamento Administrativo Nacional de Estado - DANE. (2011 de agosto de 2011). DANE. Obtenido de REPORTE FINAL DE ÁREAS AFECTADAS POR INUNDACIONES 2010 – 2011: https://www.dane.gov.co/files/noticias/Reunidos_presentacion_final_areas.pdf

^[4] Revista Semana. (4 de abril de 2012). Nuevas emergencias en Cundinamarca a cuenta de las lluvias. Fecha de consulta el 28 de febrero de 2020 Obtenido de Semana.com:<https://www.semana.com/nacion/articulo/nuevas-emergencias-cundinamarca-cuenta-lluvias/256699-3>

3. JUSTIFICACIÓN

A partir de la elaboración del diagnóstico de las condiciones actuales que presenta la vía de conexión entre los municipios de Ubaté y Cucunubá, se busca describir que inconsistencias presenta este corredor al ser denominado una vía de segundo orden y una de las más importantes para el municipio de Cucunubá, para el desarrollo de actividades económicas y sociales.

De acuerdo con los criterios establecidos por el manual de diseño geométrico del INVIAS, se busca identificar que elementos geométricos de la vía existente no cumplen con los requerimientos mínimos del manual e indicar los posibles puntos críticos de accidentalidad debido al desarrollo velocidades superiores a las permitidas actualmente.

Con la información recolectada, se busca identificar sobre la vía los puntos en los cuales es más frecuente que se presenten empozamientos o inundaciones producto de la escorrentía, esto genera afectaciones directas en el estado y durabilidad de la estructura de pavimento.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diagnóstico del trazado geométrico de la vía que comunica el casco urbano del municipio de Ubaté con el casco urbano del municipio de Cucunubá, del departamento de Cundinamarca, en el marco de la reglamentación vigente.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las condiciones actuales de las curvas horizontales sobre la vía, la velocidad de diseño con la que fue diseñada y en ancho de sección actual.
- Revisar las pendientes longitudinales y los niveles de la vía existente con referencia a la cota de inundación de la zona.
- Plantear un diseño geométrico ajustado a los estándares normativos vigentes, y que acoja las condiciones de mitigación del riesgo en términos de inundación.

5. MARCOS DE REFERENCIA

5.1. MARCO CONCEPTUAL

6.1.1. TIPOS DE PROYECTO

Dentro de lo que abarca las carreteras, los tipos de proyectos se pueden clasificar dentro de 5 grupos, estos tipos se describen a continuación:

PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN:

Consiste en proyectos en donde no existe una vía previa o se contempla hacer la continuación de una vía existente, para este tipo de proyectos se debe considerar el conjunto de las obras comprendidas en un diseño de carreteras. Las actividades que se tienen en cuenta son:

- Desmonte y limpieza.
- Explanación.
- Obras de drenaje (alcantarillas, pontones, cunetas, etc.).
- Sub base, base y capa de rodadura.
- Tratamientos superficiales o riegos.
- Señalización vertical.
- Demarcación lineal.
- Puentes.
- túneles.
- Obras de contención (muros, gaviones).

PROYECTOS DE MEJORAMIENTO:

Consiste en la modificación de las condiciones originales geométricas de una determinada vía, con la finalidad de optimizar el nivel del servicio y adaptar los parámetros requeridos para el tránsito actual y futuro.

Este tipo de proyectos se divide en tres tipos:

Ampliación: Se trata de extender el ancho de la sección del carril sobre una calzada existente o también hace referencia a la construcción de bermas.

Rectificación: Son los mejoramientos de los alineamientos planimétricos o altimétricos de una vía con el ideal me adaptar una velocidad de diseño óptima.

Pavimentación: Es el diseño y construcción de la estructura de pavimento a utilizar en un corredor vial.

A continuación, se encuentra el listado de las actividades principales para este tipo de proyectos:

- Ampliación de calzada.
- Construcción de nuevos carriles.
- Construcción de bermas.
- Rectificación (alineamiento horizontal y vertical).
- Construcción de obras de drenaje y sub-drenaje.
- Construcción de estructura del pavimento.
- Estabilización de afirmados.
- Tratamientos superficiales o riegos.
- Señalización vertical.
- Demarcación lineal.
- Construcción de afirmado.

PROYECTOS DE REHABILITACIÓN:

Consiste en recuperar el estado inicial con los que se construyó una vía, corroborando que estas cumplan con las especificaciones técnicas de diseño original, las actividades relacionadas a este tipo de proyectos son:

- Construcción de obras de drenaje.
- Recuperación de afirmado o capa de rodadura.
- Reconstrucción de sub-base y/o base y/o capa de rodadura.
- Obras de estabilización.

PROYECTOS DE MANTENIMIENTO RUTINARIO:

Estos proyectos son aplicables para vías pavimentadas o en afirmado, en tiempos menores a un año, es referido al mantenimiento de zonas laterales o intervenciones de urgencia en alguna carretera, esto tiene la finalidad de conservar las óptimas condiciones para una adecuada circulación. Las actividades principales son:

- Remoción de derrumbes.
- Rocería.
- Limpieza de obras de drenaje.
- Reconstrucción de cunetas.

- Reconstrucción de zanjas de coronación.
- Reparación de baches en afirmado y/o parcheo en pavimento.
- Perfilado y compactación de la superficie.
- Riegos de vigorización de la capa de rodadura.
- Limpieza y reparación de señales.

PROYECTOS DE MANTENIMIENTO PERIÓDICO:

Al igual que en los proyectos de mantenimiento rutinario, consiste en la conservación de las vías, pero con un intervalo de tiempo entre tres a cinco años, se basa principalmente en la recuperación de la capa de rodadura debido al deterioro generado por el tránsito o por las condiciones del clima. Sus principales actividades son:

- Reconformación y recuperación de la banca.
- Limpieza mecánica y reconstrucción de cunetas.
- Escarificación del material de afirmado existente.
- Extensión y compactación de material para recuperación de los espesores de afirmado iniciales.
- Reposición de pavimento en algunos sectores.
- Reconstrucción de obras de drenaje.
- Construcción de obras de protección y drenaje menores.
- Demarcación lineal.
- Señalización vertical.

5.2. MARCO TEÓRICO

CARRETERA

La carretera es una infraestructura por medio de la cual se permite el transporte o circulación de vehículos en principio automotores bajo condiciones de comodidad y seguridad las cuales son descritas en la normativa nacional o en su defecto en la normativa local.

Las carreteras cumplen con la función de posibilitar el flujo de vehículos de forma continua dentro de un espacio-tiempo determinado.

En la normativa colombiana, las carreteras poseen dos tipos de clasificaciones, según su funcionalidad y según el tipo de terreno:

Según su funcionalidad:

Tabla 4. Tipos de vías según su funcionalidad.

Tipo	Descripción
Primarias	Son aquellas vías troncales, transversales y de accesos a las capitales de los Departamentos, que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y de consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras puede ser de calzadas divididas según las exigencias del proyecto, y deben ser siempre pavimentadas.
Secundarias	Son aquellas vías que unen cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria. Las carreteras consideradas como Secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.
Terciarias	Son aquellas vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas, o que unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deben cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras Secundarias

Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS-2013.

Según el tipo de terreno:

Tabla 5. Tipos de vías según el tipo de terreno.

Tipo	Descripción
Terreno Plano	Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos. Mínimo movimiento de tierras durante la construcción, por lo que no presentan dificultad ni en el trazado ni en la explanación. Las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores al 3%.
Terreno Ondulado	Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la de los vehículos livianos, sin ocasionar que aquellos operen a velocidades sostenidas en pendiente por intervalos de tiempo prolongado. Movimientos de tierra moderados, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y explanación. Sus pendientes longitudinales se encuentran entre el 3% y el 6%.

Tipo	Descripción
Terreno Montañoso	<p>Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidades sostenidas en pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes.</p> <p>Requieren grandes movimientos de tierra durante la construcción, razón por la cual presentan dificultades en el trazado y en la explanación.</p> <p>Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre el 6% y el 8%.</p>
Terreno Escarpado	<p>Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes.</p> <p>Máximo movimiento de tierras durante la construcción, con muchas dificultades para el trazado y explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas. Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores al 8%.</p>

Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS-2013

CURVA HORIZONTAL

Una curva horizontal es aquel elemento dentro de un alineamiento horizontal, que permite la conexión entre dos tramos rectos.

De acuerdo a lo indicado en por la American Association of State Highway and Transportation (ASSHTO), para realizar el diseño de las curvas horizontales se debe tener en cuenta como parámetro inicial el vehículo de diseño con el que se va a trabajar, ya que en función del este vehículo se determinan las variables como el radio mínimo interno, la línea de centro del radio y el radio mínimo de giro, como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 6. Criterios de diseño, según el tipo de vehículo, ASSHTO.

Design Vehicle Type	Pas-senger Car	Single Unit Truck	Inter-city Bus (Motor Coach)		City Transit Bus	Conven-tional School Bus (65 pass.)	Large ² School Bus (84 pass.)	Articu-lated Bus	Intermed-iate Semi-trailer	Intermed-iate Semi-trailer
Symbol	P	SU	BUS-12	BUS-14	CITY-BUS	S-BUS11	S-BUS12	A-BUS	WB-12	WB-15
Minimum Design Turning Radius (m)	7.3	12.8	13.7	13.7	12.8	11.9	12.0	12.1	12.2	13.7
Center-line ¹ Turning Radius (CTR)	6.4	11.6	12.4	12.4	11.5	10.6	10.8	10.8	11.0	12.5
Minimum Inside Radius (m)	4.4	8.6	8.4	7.8	7.5	7.3	7.7	6.5	5.9	5.2
Design Vehicle Type	Interstate Semi-trailer		"Double Bottom" Combination	Triple Semi-trailer/ trailers	Turnpike Double Semi-trailer/ trailer	Motor Home	Car and Camper Trailer	Car and Boat Trailer	Motor Home and Boat Trailer	Farm Tractor w/One Wagon
Symbol	WB-19*	WB-20** or WB-20	WB-20D	WB-30T	WB-33D*	MH	P/T	P/B	MH/B	TRW
Minimum Design Turning Radius (m)	13.7	13.7	13.7	13.7	18.3	12.2	10.1	7.3	15.2	5.5
Center-line ¹ Turning Radius (CTR)	12.5	12.5	12.5	12.5	17.1	11.0	9.1	6.4	14.0	4.3
Minimum Inside Radius (m)	2.4	1.3	5.9	3.0	4.5	7.9	5.3	2.8	10.7	3.2

- Note: Numbers in table have been rounded to the nearest tenth of a meter.
- * = Design vehicle with 14.63 m trailer as adopted in 1982 Surface Transportation Assistance Act (STAA).
 - ** = Design vehicle with 16.16 m trailer as grandfathered in with 1982 Surface Transportation Assistance Act (STAA).
 - ¹ = The turning radius assumed by a designer when investigating possible turning paths and is set at the centerline of the front axle of a vehicle. If the minimum turning path is assumed, the CTR approximately equals the minimum design turning radius minus one-half the front width of the vehicle.
 - ² = School buses are manufactured from 42 passenger to 84 passenger sizes. This corresponds to wheelbase lengths of 3,350 mm to 6,020 mm, respectively. For these different sizes, the minimum design turning radii vary from 8.78 m to 12.01 m and the minimum inside radii vary from 4.27 m to 7.74 m.
 - ³ = Turning radius is for 150-200 hp tractor with one 5.64 m long wagon attached to hitch point. Front wheel drive is disengaged and without brakes being applied.

Fuente: https://www.bestmaterials.com/PDF_Files/geometric_design_highways_and_streets_aashto.pdf

DERECHO DE VÍA

Es la proyección sobre el terreno, la cual es destinada para en un futuro se realicen mantenimientos o ampliaciones, a servicios de seguridad y auxiliares, desarrollo del entorno paisajístico de la zona.

Tabla 7. Anchos de zona o derecho de vía.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	ANCHO DE ZONA (m)
Primaria de dos calzadas	> 30
Primaria de una calzada	24 – 30
Secundaria	20 – 24
Terciaria	12

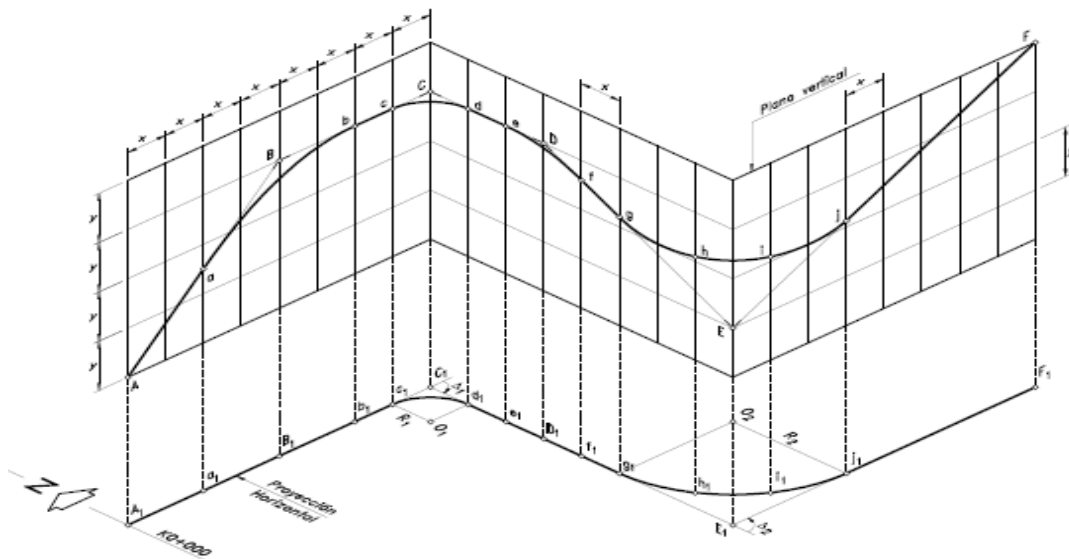
Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS-2008, Capítulo 5 Diseño de la sección transversal de la carretera.

DISEÑO GEOMÉTRICO

“Se encarga de determinar las características geométricas de una vía a partir de factores como el tránsito, topografía, velocidades, de modo que se pueda circular de una manera cómoda y segura.

El diseño geométrico de una carretera está compuesto por tres elementos bidimensionales que se ejecutan de manera individual, pero dependiendo unos de otros, y que al unirlos finalmente se obtiene un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente. Estos tres elementos, que se muestran en la siguiente ilustración

Ilustración 3. Alineamientos de una carretera.



Fuente Diseño Geométrico de Carreteras – James Cárdenas Grisales.

- *Alineamiento horizontal: compuesto por ángulos y distancias formando un plano horizontal con coordenadas norte y este.*
- *Alineamiento vertical: compuesto por distancias horizontales y pendientes dando lugar a un plano vertical con abscisas y cotas.*
- *Diseño transversal: consta de distancias horizontales y verticales que a su vez generan un plano transversal con distancias y cotas.”* [5]

[5] Agudelo Ospina, J. J. (2002). Diseño Geométrico de Vías (Ajustado al Manual Colombiano). Medellín. Fecha de consulta 17 de marzo de 2020

OBRAS DE 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”. ^[6]

Los tipos de obras de drenaje que se utilizan para el manejo de aguas superficiales son:

- Alcantarillas (Circulares o tipo cajón).
- Bombeo.
- Cunetas.
- Pontones.
- Zanjas de coronación (en caso de taludes perfilados).

TALUD

Superficie de terreno inclinada con respecto a la línea horizontal del terreno, los taludes son de formación artificial como resultado de las excavaciones o de rellenos en la construcción de vías.

Los comportamientos de los taludes están en función de las precipitaciones y escorrentías, de la temperatura, viento, o sucesos sísmicos, este tipo de estructuras son las de mayor complejidad dentro del sistema que constituyen las vías siendo ligados por su estabilidad debido al comportamiento geotécnico.

[6] Instituto Nacional de Vías - INVIAS. (2008). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Colombia. Fecha de consulta 20 de marzo de 2020

VEHÍCULO DE DISEÑO

De acuerdo con los parámetros establecidos en la AASHTO, uno de los controles clase dentro del diseño geométrico son los dimensionamientos y características de los vehículos que transitan por una determinada carretera. Los vehículos representativos de cada clase ya sea por sus dimensiones, peso o condiciones de operatividad, son denominados vehículos de diseño y son usados para establecer controles en el diseño de carreteras, los vehículos de diseño se clasifican en 4 grupos:

- Turismo: (Pasajeros, Automóviles de todos los tamaños, Vehículos deportivos, Minivans, Camionetas).
- Autobuses: (Transporte urbano, Escolares, Articulados).
- Camiones: (Camiones, Tracto camiones).
- Vehículos Recreativos: (Remolques, Casas rodantes, Auto caravanas).

Tabla 8. Dimensiones de vehículos de diseño, ASSHTO.

		Metric											Typical Kingpin to Center of Rear Axle
		Dimensions (m)											
Design Vehicle Type	Symbol	Overall			Overhang								
		Height	Width	Length	Front	Rear	WB ₁	WB ₂	S	T	WB ₃	WB ₄	
Passenger Car	P	1.3	2.1	5.8	0.9	1.5	3.4	-	-	-	-	-	-
Single Unit Truck	SU	3.4-4.1	2.4	9.2	1.2	1.8	6.1	-	-	-	-	-	-
Buses													
Inter-city Bus (Motor Coaches)	BUS-12	3.7	2.6	12.2	1.8	1.9 ^d	7.3	1.1	-	-	-	-	-
	BUS-14	3.7	2.6	13.7	1.8	2.6 ^d	8.1	1.2	-	-	-	-	-
City Transit Bus	CITY-BUS	3.2	2.6	12.2	2.1	2.4	7.6	-	-	-	-	-	-
Conventional School Bus (65 pass.)	S-BUS 11	3.2	2.4	10.9	0.8	3.7	6.5	-	-	-	-	-	-
Large School Bus (84 pass.)	S-BUS 12	3.2	2.4	12.2	2.1	4.0	6.1	-	-	-	-	-	-
Articulated Bus	A-BUS	3.4	2.6	18.3	2.6	3.1	6.7	5.9	1.9 ^d	4.0 ^d	-	-	-
Trucks													
Intermediate Semitrailer	WB-12	4.1	2.4	13.9	0.9	0.8 ^d	3.8	8.4	-	-	-	-	8.4
Intermediate Semitrailer	WB-15	4.1	2.6	16.8	0.9	0.6 ^d	4.5	10.8	-	-	-	-	11.4
Interstate Semitrailer	WB-19 ^a	4.1	2.6	20.9	1.2	0.8 ^d	6.6	12.3	-	-	-	-	13.0
Interstate Semitrailer	WB-20 ^{a*}	4.1	2.6	22.4	1.2	1.4-0.8 ^d	6.6	13.2-13.8	-	-	-	-	13.9-14.5
"Double-Bottom"-Semitrailer/Trailer	WB-20D	4.1	2.6	22.4	0.7	0.9	3.4	7.0	0.9 ^d	2.1 ^d	7.0	-	7.0
Triple-Semitrailer/ Trailers	WB-30T	4.1	2.6	32.0	0.7	0.9	3.4	6.9	0.9 ^d	2.1 ^d	7.0	7.0	7.0
Turnpike Double-Semitrailer/Trailer	WB-33D ^a	4.1	2.6	34.8	0.7	0.8 ^d	4.4	12.2	0.8 ^d	3.1 ^d	13.6	-	13.0
Recreational Vehicles													
Motor Home	MH	3.7	2.4	9.2	1.2	1.8	6.1	-	-	-	-	-	-
Car and Camper Trailer	P/T	3.1	2.4	14.8	0.9	3.1	3.4	-	1.5	5.8	-	-	-
Car and Boat Trailer	P/B	-	2.4	12.8	0.9	2.4	3.4	-	1.5	4.6	-	-	-
Motor Home and Boat Trailer	MH/B	3.7	2.4	16.2	1.2	2.4	6.1	-	1.8	4.6	-	-	-
Farm Tractor ^f	TR	3.1	2.4-3.1	4.9 ^d	-	-	3.1	2.7	0.9	2.0	-	-	-

Note: Since vehicles are manufactured in U.S. Customary dimensions and to provide only one physical size for each design vehicle, the values shown in the design vehicle drawings have been soft converted from numbers listed in feet, and then the numbers in this table have been rounded to the nearest tenth of a meter.

^a = Design vehicle with 14.63 m trailer as adopted in 1982 Surface Transportation Assistance Act (STAA).

^{a*} = Design vehicle with 16.63 m trailer as grandfathered in with 1982 Surface Transportation Assistance Act (STAA).

^b = Combined dimension is 5.91 m and articulating section is 1.22 m wide.

^c = Combined dimension is typically 3.05 m.

^d = Combined dimension is typically 3.05 m.

^e = Combined dimension is typically 3.81 m.

^f = This is overhang from the back axle of the tandem axle assembly.

^g = Dimensions are for a 150-200 hp tractor excluding any wagon length.

^h = To obtain the total length of tractor and one wagon, add 5.64 m to tractor length. Wagon length is measured from front of drawbar to rear of wagon, and drawbar is 1.98 m long.

- WB₁, WB₂, and WB₄ are the effective vehicle wheelbases, or distances between axle groups, starting at the front and working towards the back of each unit.

- S is the distance from the rear effective axle to the hitch point or point of articulation.

- T is the distance from the hitch point or point of articulation measured back to the center of the next axle or center of tandem axle assembly.

Fuente: https://www.bestmaterials.com/PDF_Files/geometric_design_highways_and_streets_aasho.pdf

VELOCIDAD DE DISEÑO

Según la definición que da el manual de diseño de autopistas del departamento de transporte del estado de California “una velocidad seleccionada para establecer elementos mínimos de diseño geométrico para una sección particular de la carretera. Estos elementos de diseño incluyen alineación vertical y horizontal y distancia visual.” [7]

De acuerdo a la definición anterior, el manual de diseño geométrico del INVIAS del año 2008, estableció una relación de la velocidad de diseño en función de la categoría de la carretera y del tipo de terreno, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9. Valores de la Velocidad de Diseño de los tramos Homogéneos (VTR) en función de la categoría de la carretera y tipo de terreno.

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Primaria de una calzada	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Secundaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Terciaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS-2008, Capítulo 2-Controles para el diseño geométrico

5.3. MARCO JURÍDICO

- Manual de Diseño Geométrico de carreteras – INVIAS 2008.

Este documento técnico es la base principal para los diseños de carreteras a nivel nacional, describe que parámetros de diseño deben ser implementados en los trazados geométricos horizontales, verticales y los componentes que hacen parte de la sección transversal a proyectar, todo en función de las condiciones de seguridad y eficiencia.

[7] California Department of Transportation. (2017). Highway Design Manual. Fecha de consulta el 21 de marzo de 2020

- Manual de Drenajes para carreteras – INVIAS 2009.

Este manual técnico es la guía para realizar los análisis pertinentes de las cuencas hidrológicas adyacentes a los corredores viales además de contar con los parámetros para realizar los diseños hidráulicos de las estructuras de drenaje superficial y sub superficial, con el ideal de unificar el diseño de drenajes tipo para los distintos tipos de vías a nivel nacional.

- Plan Básico de Ordenamiento Territorial P.B.O.T del municipio de Ubaté.

Este documento se basa en los principios de la función social y ecológica, la distribución equitativa de carga y beneficios y del desarrollo racional y planificado del territorio, con base a estos principios establece políticas de desarrollo sostenible, liderazgo y equilibrio social, a su vez también objetivos regionales, ambientales, económicos, sociales, en el desarrollo rural y físico.

- Esquema de Ordenamiento Territorial E.O.T del municipio de Cucunubá.

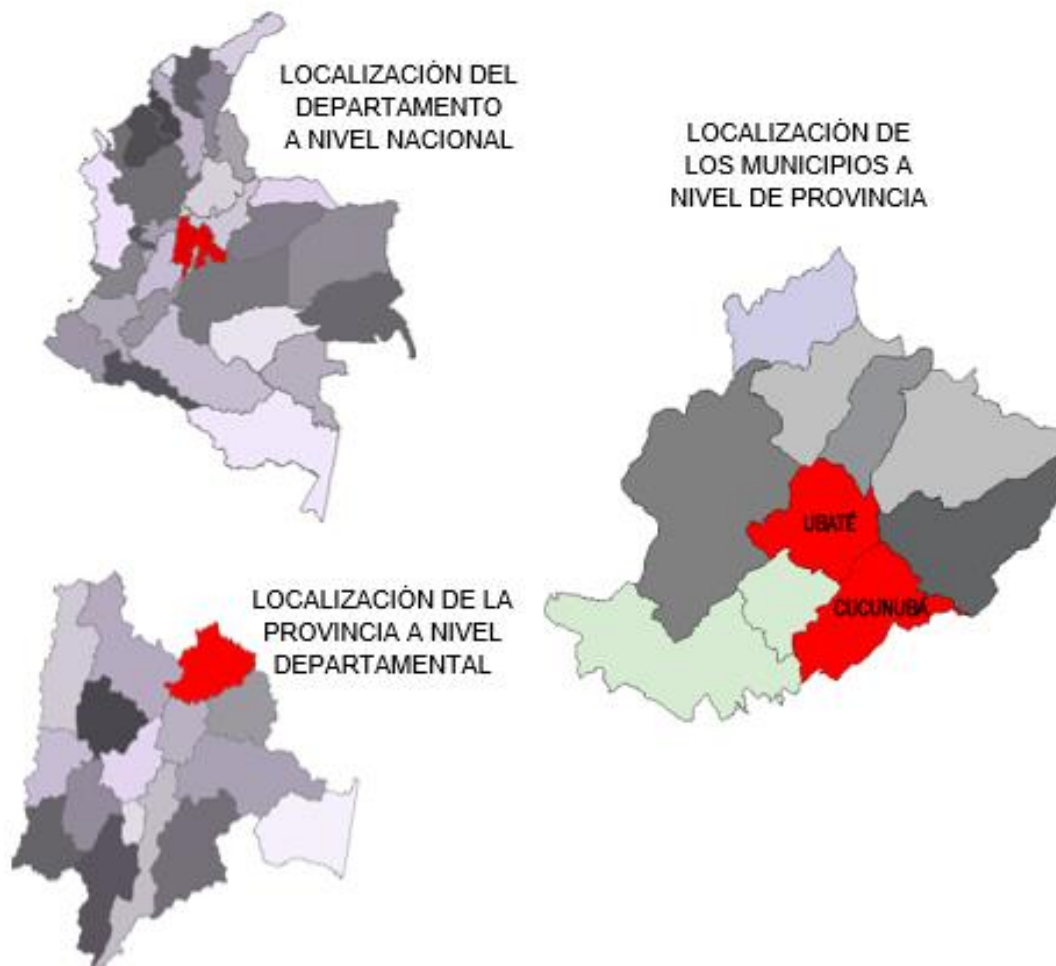
Es el instrumento técnico-normativo, para la administración municipal, con el cual busca fijar objetivos, políticas, estrategias y normatividades en pro desarrollo físico del territorio y utilización del suelo, a corto, mediano y largo plazo.

- LEY-388-DE-1997 – Ordenamiento territorial

Contiene todos los mecanismos que a través del plan de ordenamiento territorio o esquema de ordenamiento territorial de cada municipio permite la ejecución de proyectos urbanísticos, defensa del espacio público y medio ambiente y evitar desastres.

5.4. MARCO GEOGRÁFICO

Ilustración 4. Localización general



Fuente: Elaboración propia con base en datos cartográficos del IGAC.

La provincia de Ubaté se encuentra ubicada al norte del departamento de Cundinamarca, la cual se encuentra conformada por diez municipios los cuales son: Carmen de Carupa, **Cucunubá**, Fúquene, Guachetá, Lenguazaqué, Simijaca, Susa, Sutatausa, Tausa, y **Ubaté**.

Esta provincia limita al norte y al oriente con el departamento de Boyacá, al sur con la provincia de Almeidas y Sabana Centro y por el occidente con la provincia de Rio Negro.

CUCUNUBÁ.

El municipio de Cucunubá se encuentra a 106 km de la ciudad de Bogotá D.C. y una altitud de 2590 m.s.n.m. está conformado por dieciocho veredas: Atraviesas, Alto de Aire, Aposentos, Buita, Carrizal, Chapala, El Rhur, El Tablón, Hato de Rojas, Jaitoque, La Florida, La Laguna, La Ramada, La Toma, Media Luna, Peñas, Peñas de Falacio y Pueblo Viejo. El municipio cuenta con una extensión territorial de 110 km² y su temperatura promedio es de 14°C.

Este municipio limita por el norte con los municipios de Ubaté y Lenguazaqué, por el oriente con el municipio de Lenguazaqué, por el sur con el municipio de Suesca y por el occidente con los municipios de Tausa y Sutatausa.

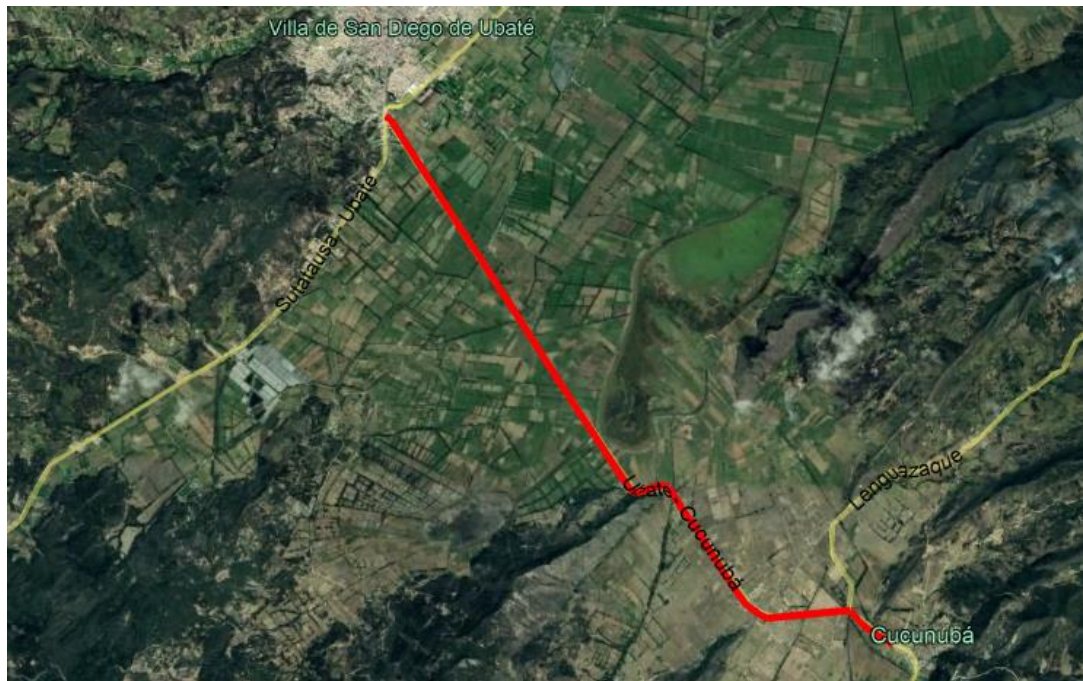
UBATÉ O VILLA DE SAN DIEGO DE UBATÉ:

Ubicado de 97 km de la ciudad de Bogotá D.C. cuenta con una elevación de 2556 m.s.n.m. y conformado por nueve veredas: Apartadero, Centro del Llano, Guatancuy, La Patera, Palogordo, Soaga, Subachoque, Tausavitá y Volcán.

Limita con los municipios de Susa y Fúquene al norte, con los municipios de Guachetá y Lenguazaqué al oriente, al sur con los municipios de Cucunubá y Sutatausa, y al occidente con el municipio de Carme de Carupa.

UBICACIÓN DE LA VÍA A DIAGNOSTICAR UBATÉ – CUCUNUBÁ

Ilustración 5. Localización de vía a diagnosticar.



Fuente: Elaboración propia con base en Google Earth. <https://earth.google.com/web/@5.28085402,-73.80204283,2554.00479606a,11644.37474221d,35y,0.00005231h,1.98016055t,0r>

Límites del corredor vial.

La vía Ubaté – Cucunubá se encuentra ubicada al sur del casco urbano de Ubaté y llega al noroccidente del casco urbano de Cucunubá a lo largo de sus aproximadamente ocho kilómetros de recorrido, colinda con las siguientes veredas:

- Centro del Llano y Tausavitá en el municipio de Ubaté.
- Peñas de Falacio, La Florida, Pueblo Viejo, y atraviesa la vereda Buita en el municipio de Cucunubá.

Ilustración 6. Ubicación de la vía a diagnosticar en planchas cartográficas IGAC, escala 1:1000



Fuente: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas>

Por medio de la página del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, se hace la ubicación de las planchas cartográficas a escala 1:10000, que corresponden a la vía a diagnosticar y que sirven de información preliminar para ver el comportamiento de la topografía.

- Villa San Diego de Ubaté plancha 209IB2
- Cucunubá, planchas 209IIA1, 209IIA3, 209IB4 (plancha auxiliar)

6. ALCANCES Y LIMITACIONES

- De acuerdo al decreto 457 del 22 de marzo de 2020, en el cual se describe las instrucciones para el cumplimiento del Aislamiento Preventivo Obligatorio en todo el territorio nacional por la emergencia sanitaria causada por la pandemia del virus COVID-19, por la cuarentena que se vienen ejerciendo en la ciudad y por los comunicados impartidos por la universidad, en los que no se permiten realizar visitas a campo. El desarrollo del trabajo se hará a partir de la información digital que se encuentre en las diferentes páginas de las entidades públicas.
- Este trabajo se enfocará sobre los parámetros que se debe tener en cuenta para diseño geométrico.
- Se solicita a las alcaldías pertinentes la información necesaria (Topografía, estudios de suelos, diseño de pavimentos, trazado geométrico, estudio hidrológico, estructuras hidráulicas, redes secas y húmedas). para realizar el diagnostico actual de la vía.
- Se solicita a las alcaldías pertinentes la información necesaria acerca del estudio de tránsito, para realizar el diagnostico actual de la vía.
- De acuerdo a la información sobre los datos históricos del tránsito promedio diario (TPD) encontrado en la página del INVIAS, no se encuentra datos sobre el corredor vial al diagnosticar, se trabaja con los datos pertenecientes a la estación “*TE DEL NEUSA-UBATE*” como información de referencia.
- La inspección visual y obtención de imágenes de la vía se realiza por medio del aplicativo de *Street View* de Google Earth, debido a la emergencia sanitaria que afronta el país.
- Se utilizará como información complementaria las planchas cartográficas del IGAC a escala 1:10.000 del municipio de Ubaté y Cucunubá, esta información es de acceso público.
- Se realizará el diagnóstico de la vía actual y plantear un diseño teórico para efectuar una comparación entre las condiciones actuales y las teóricas.
- A partir del diagnóstico se busca conocer las problemáticas de seguridad y las zonas que se deben intervenir para prevenir futuras inundaciones.

7. ESTADO DEL ARTE

En el siguiente cuadro se relaciona algunos trabajos de referencia, los cuales están enfocados en el diagnóstico y diseño de vías de primer, segundo y tercer orden:

Tabla 10. Estado del Arte

ESCALA	NIVEL	AUTORES	TITULO	CATEGORIA	SINOPSIS
Internacional	Pregrado	Luis Esteban Duque Torres Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Quito – Ecuador 2012	Diseño Geométrico De La Vía De Acceso Al Parque Nacional Cotopaxi	Diseño Geométrico Construcción Señalización Tráfico Movimiento de tierras	El acceso al parque es bastante difícil, la vía actual de ingreso son caminos de tierra dura improvisados que se vuelven lodazales con la presencia de lluvia, con curvas pronunciadas en cuestas y bajadas, sin un sistema de drenaje, no cuenta con señalización horizontal y vertical, en conclusión, esta vía utilizada actualmente no presenta buenas características de diseño geométrico, ni fue planificada como ingreso principal al parque nacional Cotopaxi
Internacional	Pregrado	Cristian Fernando Parra Ushca Universidad Técnica De Ambato Ambato – Ecuador 2012	Análisis de la estructura y del diseño geométrico de la vía las Américas – Santa Martha del cantón Pastaza, provincia de Pastaza para facilitar el tráfico vehicular y optimizar la producción agrícola.	Diseño Geométrico Optimización Análisis	La presente Investigación se enfoca en realizar el análisis de la estructura y del diseño geométrico de la vía las Américas – Santa Martha del cantón Pastaza provincia de Pastaza, para facilitar el tráfico vehicular y optimizar la producción agrícola con el fin de mejorar la calidad de vida.

Continuación de la tabla 10. Estado del Arte.

ESCALA	NIVEL	AUTORES	TITULO	CATEGORIA	SINOPSIS
Nacional	Pregrado	Julio Fabio Castaño Patiño Mauricio Varela Giraldo Universidad Libre Seccional Pereira Pereira-Colombia Agosto de 2015	Diagnóstico del estado actual de la vía que comunica el corregimiento de Boquía a la entrada del municipio de Salento en el departamento del Quindío	Pavimento Diseño geométrico Obras de drenaje Señalización	El presente documento describe los diferentes componentes que permiten realizar una evaluación y diagnóstico del estado de ciertos componentes de su infraestructura de la vía, tales como la estructura de pavimento, trazado y diseño geométrico, obras de drenaje y señalización vial, basados en los diferentes Manuales de Inspección Visual del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).
Nacional	Pregrado	Néstor Camilo Rey Caraballo Universidad Santo Tomás sede Villavicencio Villavicencio - Colombia. Febrero de 2018	Diagnóstico de la vía antigua al municipio de Restrepo-Meta, km 1, sector Ranchón del Maporal y estación de servicio Cimarrón y propuesta de la estructura del pavimento flexible	Pavimento Seguridad vial Comunicación Carretera Accidentalidad Mantenimiento	El proyecto de investigación establece un diagnóstico de un tramo de carretera. Es una vía secundaria y que comunica a los municipios de Villavicencio y Restrepo en el departamento del Meta. Se encuentra ubicada en el km 1 de la vía antigua hacia Restrepo. Fue la primera en utilizarse para conectar a estos dos municipios y se usó para el transporte de animales, materia prima y personas, entre otras.

Continuación de la tabla 10. Estado del Arte.

ESCALA	NIVEL	AUTORES	TITULO	CATEGORIA	SINOPSIS
Local	Pregrado	<p>José Luis Zea Bueno Gustavo Adolfo Ortiz Moreno Pablo Andrés Zamudio Maldonado</p> <p>Universidad La Salle</p> <p>Bogotá D.C - Colombia.</p> <p>2009</p>	<p>Diagnóstico de la vía actual y propuesta de diseño geométrico del tramo comprendido entre el k0+000 hasta el k3+000 de la vía municipio de tena - los Alpes (Cundinamarca).</p>	<p>Diseño Geométrico Pavimento Taludes Estudio de Tránsito Seguridad vial</p>	<p>Este proyecto se busca hacer una observación y análisis de la situación geométrica actual de la vía y proponer alternativa para mejorar el tramo comprendido en el K0+000 localizado en los Alpes y K3+000 localizado en la cabecera municipal de Tena Cundinamarca, y plantear una alternativa que cumpla con las normas y especificaciones técnicas de diseño, e involucre minimizar costos de operación y mantenimiento</p>
Local	Postgrado	<p>Nélida Zamora Fandiño Oscar Leonel Barrera Reyes</p> <p>Escuela De Administración Y Negocios – EAN</p> <p>Bogotá D.C – Colombia.</p> <p>Octubre de 2012</p>	<p>Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia</p>	<p>Diagnóstico Gestión de proyectos Evaluación</p>	<p>Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia mostrando el estado de las vías y los proyectos que se encuentran en desarrollo en este momento y los proyectos futuros que el gobierno tiene en estudio</p>

Continuación de la tabla 10. Estado del Arte.

ESCALA	NIVEL	AUTORES	TITULO	CATEGORIA	SINOPSIS
Local	Pregrado	Leidy Milena Cárdenas Rodríguez Universidad Militar Nueva Granada Bogotá D.C - Colombia. 2018	Diagnóstico de la geometría de la autopista norte entre la calle 81 y la diagonal 83–intersección calle 82en la ciudad de Bogotá.	Diagnostico Tránsito Intersección Seguridad Movilidad	Este trabajo busca diagnosticar el estado de la geometría de la Autopista Norte entre la calle 81 y la diagonal 83 a la luz de la normativa vigente
Local	Pregrado	Camilo Alberto Carrión Rincón Ingrid Estefanía Ramírez Cardona Universidad Católica De Colombia Bogotá D.C - Colombia. Octubre de 2018	Diagnóstico para el mejoramiento de la vía terciaria, que comunica la vereda puente piedra y el municipio de Madrid, Cundinamarca.	Diagnóstico Comportamient o vehicular Diseño geométrico Economía Pavimentos	La vía terciaria que conduce la vereda Puente Piedra con el municipio de Madrid Cundinamarca actualmente está muy deteriorada, es decir no cuenta con las condiciones óptimas para su tránsito, generando inseguridad, daños en los vehículos, retrasos en desplazamientos a los habitantes y comerciantes que transitan por esta vía, además de alto impacto en ecoturismo.

Continuación de la tabla 10. Estado del Arte.

ESCALA	NIVEL	AUTORES	TITULO	CATEGORIA	SINOPSIS
Local	Pregrado	Leidy Viviana Valero Bernal Laura Alejandra Malagón Garzón Universidad Católica De Colombia Bogotá D.C - Colombia. 2018	Diagnóstico para el mejoramiento del tramo de la vía Úmbita – Juncal localizado en el departamento de Boyacá, Colombia	Diagnóstico TPD Diseño geométrico Economía	Este trabajo de investigación se hizo con el objetivo de dar una solución a la problemática que tienen los habitantes de Úmbita, se hicieron varias visitas de campo para la recolección de datos y de esta manera formular una propuesta por cada tramo para el mejoramiento del tramo de la vía Úmbita – Juncal localizado en el departamento de Boyacá, Colombia.
Local	Pregrado	Paula Andrea Coronado Ortiz Angélica María Rozo Mendoza Universidad Católica De Colombia Bogotá D.C - Colombia. 2019	Diagnóstico para el mejoramiento de la vía terciaria, que comunica las veredas el tesoro, santa marta y villa del prado en el municipio de Facatativá, Cundinamarca.	Diagnóstico Transporte Seguridad Movilidad Red vial terciaria	Este trabajo de investigación se hizo con el objetivo de hacer un diagnóstico a la red vial terciaria que trata de acercar y comunicar las veredas El Tesoro, Santa Marta y Villa del Prado en el municipio de Facatativá, Cundinamarca.

Fuente: Elaboración propia

8. METODOLOGÍA

La metodología para realizar el desarrollo del diagnóstico de esta vía, constará de cuatro fases, para estas fases se debe tener en cuenta la obtención y gestión de información y recursos, las herramientas digitales que se utilizarán, las inspecciones visuales en el lugar, los análisis y conclusiones de los resultados y la verificación de los objetivos previamente planeados:

FASE I – DOCUMENTAL

Esta fase consiste en la búsqueda de la información correspondiente a la zona a diagnosticar:

- Seleccionar la ubicación del proyecto.
- Delimitar el tramo vial a diagnosticar.
- Selección del nombre del título del trabajo.
- Definición de los objetivos.
- Inicio de la propuesta de trabajo.
- Solicitar información a las alcaldías pertinentes.

FASE II – INFORMACION RECOPIADA

Para esta fase, se procede con la revisión de la información recolectada por medio de normativas:

- Investigación de la información general de los municipios, y problemáticas de la zona.
- Información de los datos específicos correspondientes a la vía a diagnosticar.
- Información establecida en las normativas vigentes de los municipios.
- Caracterización del tipo de vía.

FASE III – DESARROLLO DEL DIAGNOSTICO Y MODELO TEORICO

A partir de la información recolectada, se da inicio a la primera parte del proyecto que consiste en el desarrollo del diagnóstico de la vía y de acuerdo con la normativa (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del INVIAS) desarrollar un modelo teórico:

- Información cartográfica, Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC
- Clasificación del tipo de vía.
- Registrar la información de la vía actual

- Graficar la información de actual de la vía
- Ubicar las obras drenaje, señalización, obras de arte.
- Modelo tridimensional de la vía actual.
- Definición de los parámetros de entrada.
- Cálculo de los elementos horizontales y verticales del alineamiento.
- Modelo tridimensional de la vía teórica.
- Registro de los datos suministrado de la modelación.

FASE IV – ANALISIS Y RESULTADOS

En la fase final, y de acuerdo al desarrollo de la fase anterior, se procede con el análisis de la vía actual, comparando entre el modelo de la vía actual y el modelo teórico de un diseño geométrico acorde a los parámetros dados por normativa de los municipios y los documentos técnicos:

- Diagnóstico de las condiciones actuales de la vía.
- Modelo de las condiciones actuales de la vía.
- Modelo teórico del diseño geométrico.
- Memorias de cálculo de elementos geométricos.
- Informe final.
- Planos.

9. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La información recopilada y que se encuentra consignada en el presente informe, fue obtenida a partir de la documentación oficial del Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de la Villa de San Diego de Ubaté, del Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Cucunubá, información sobre el estado de la vía por parte de los habitantes del casco urbano de Cucunubá, de recorridos sobre la vía de estudio, información digital de libre acceso del banco de información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), inspecciones virtuales del estado de la vía por medio del software google Earth, y posteriormente uso de esta información para el desarrollo del diagnóstico final y planteamiento teórico de la vía de estudio.

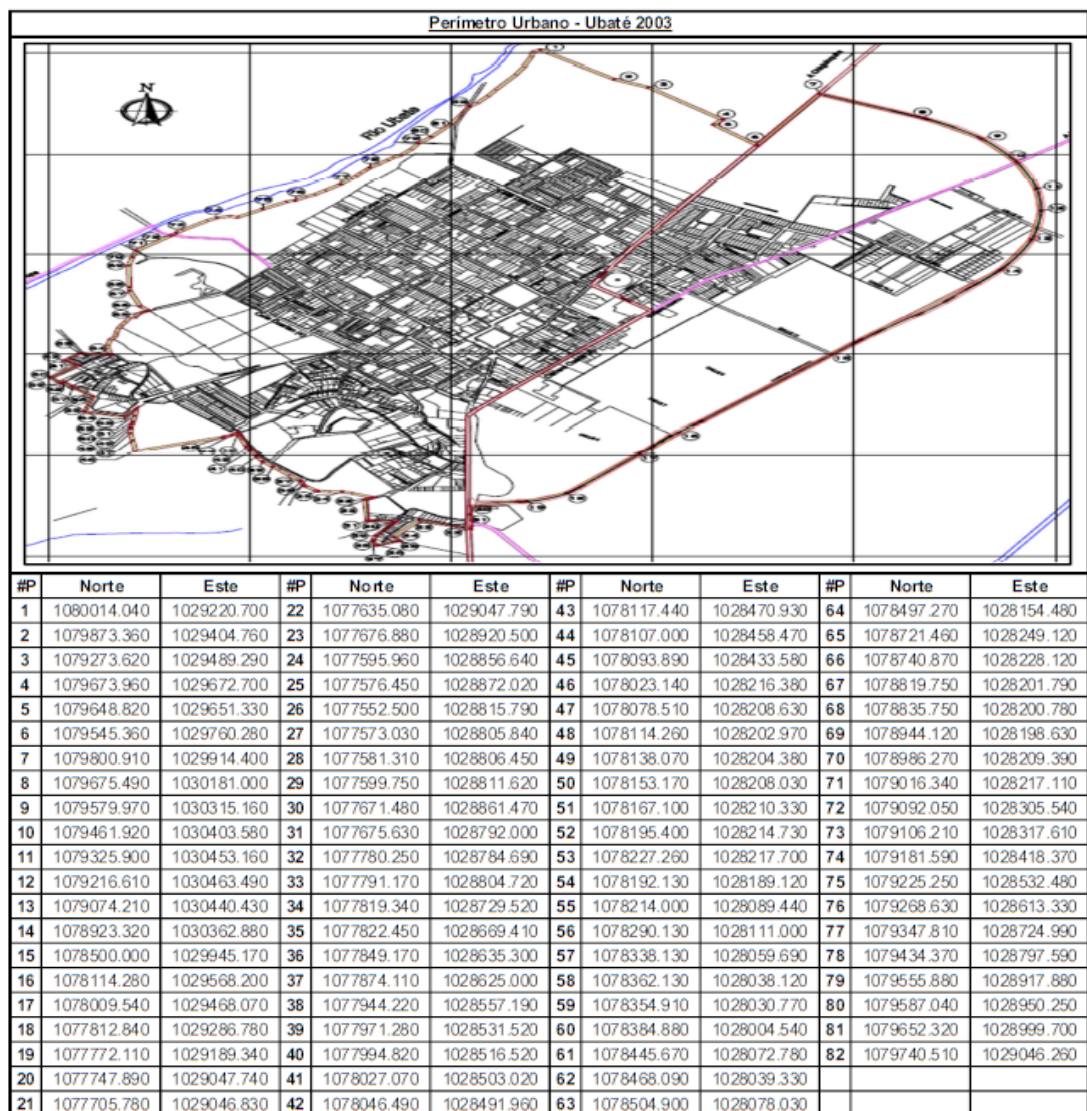
9.1. NORMATIVIDAD

Plan De Básico Ordenamiento Territorial (PBOT), acuerdo 017 del año 2003

El municipio de la Villa de San Diego de Ubaté, desde el 11 de diciembre del año 2003, se modifica el plan de ordenamiento territorial por medio del acuerdo 017 de ese mismo año, en el cual esclarecen que el municipio a partir de esa fecha se regirá por medio de un “Plan Básico de Ordenamiento Territorial”, hasta la actualidad.

En el capítulo V del título I “*Componente General del Plan Básico de Ordenamiento Territorial*”, se establece en el artículo 15 que la zona de extensión urbana para la prestación de servicios públicos, de acuerdo a los planos de referencia del año 1995, con el acuerdo 017, presenta una nueva área con respecto a los ajustes del terreno, la cual esta demarcada por 82 puntos de coordenadas que se encuentran referenciados por el sistema de coordenadas MAGNA_SIRGAS Origen Colombia-Bogotá, abarca un área de 326.65 Ha y un perímetro de 8.451.260m. En la siguiente ilustración se observa la línea envolvente de la zona urbana del municipio.

Ilustración 7. Delimitación Perímetro Urbano de Ubaté año 2003



Fuente: Elaboración propia Acuerdo 017 – POT 2003 <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/datasets/municipio-de-ubate>

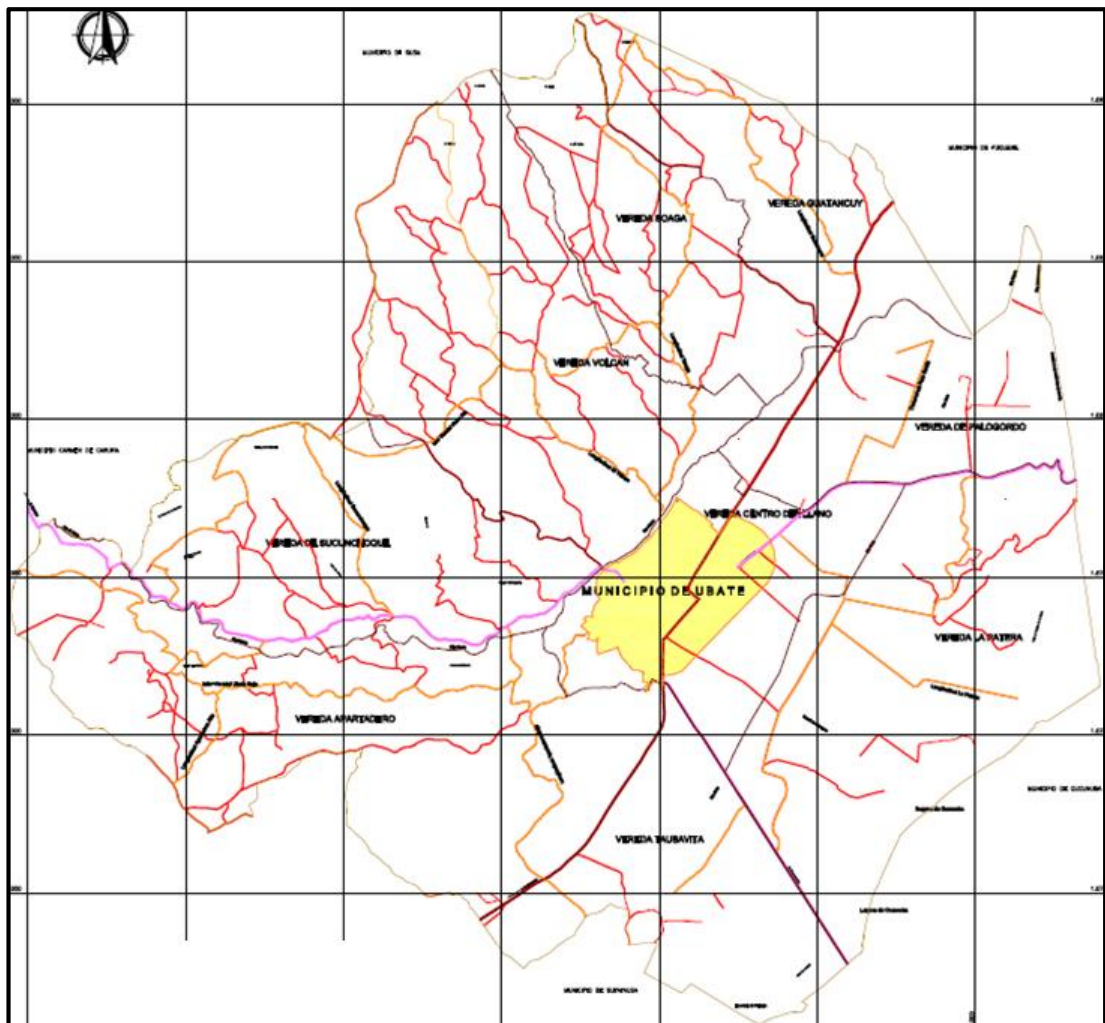
El capítulo VI nos habla sobre los sistemas estructurantes del municipio, con referencia al desarrollo del trabajo, al artículo 18 indica el sistema de vías regionales, el cual se divide en cinco corredores:

- Carretera Vía Nacional.
- Vía Ubaté – Carmen de Carupa.
- Vía Ubaté – Guachetá.
- **Vía Ubaté – Cucunubá.**
- Vía Ubaté – Lenguazaqué.

El sistema vial municipal es una red que permite la interconexión vial interna como externa del municipio, en la siguiente ilustración se encuentra la estructura vial rural del municipio, como se encuentra establecido en el artículo 19 y artículo 20 de la presente norma, en donde se da una clasificación de vías por colores:

- Vía Nacional: Rojo Oscuro
- Vía Departamental: Magenta
- Vía Principal Veredal: Naranja
- Camino Veredal: Rojo

Ilustración 8. Sistema Vial Rural de Ubaté



Fuente: Acuerdo 017 – POT 2003 <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/datasets/municipio-de-ubate>

El artículo 23 explica el sistema vial del municipio por función y como está conformado jerárquicamente desde la vía nacional hasta las vías municipales.

Tabla 11. Sistema Vial Municipio de Ubaté

Sistema Vial del Municipio de Ubaté			
Vía Nacional	Vía Regional	Vías Municipales	
		Rurales	Urbanas
Ubaté se encuentra ubicado sobre la vía nacional 45A. que va desde la ciudad de Bogotá hasta el municipio de San Alberto en el Cesar. La administración de esta vía corresponde al <u>INVIAS</u>	Son las vías que conectan al municipio con varios Municipios, las vías de Cucunubá, Lenguazaqué, Carmen de Carupa. <u>Dependen directamente de las Entidades Regionales.</u>	Principales: Conectan las vías regionales con las veredas	Principales: Es el sistema arterial de la cabecera municipal
		Locales: Estas vías conectan las veredas y los accesos de los predios	Locales: Conectan las vías principales con los predios, incluye el sistema peatonal y ciclo-rutas

Fuente: Elaboración propia, Acuerdo 017 - POT 2003

De acuerdo con el título II “*Componente Rural Del Plan Básico De Ordenamiento Territorial*”, capítulo II “*Zonificación y usos del suelo rural*”, numeral cuatro “*Áreas de corredor vial de servicios rurales*”, las franjas de terreno adyacentes a los costados de las vías nacionales o regionales con acceso a la ciudad los cuales están constituidos por predios con un alto índice de crecimiento o desarrollo por su proximidad a la cabecera municipal.

Indica que la vía de Ubaté – Lenguazaqué, la comparte varios kilómetros de recorrido con la vía Ubaté – Cucunubá, comprende franjas de terreno de 100m de ancho, desde el perímetro urbano, hasta el río Suta, con un área mínima de 2Ht y máximo un 50 por ciento de ocupación.

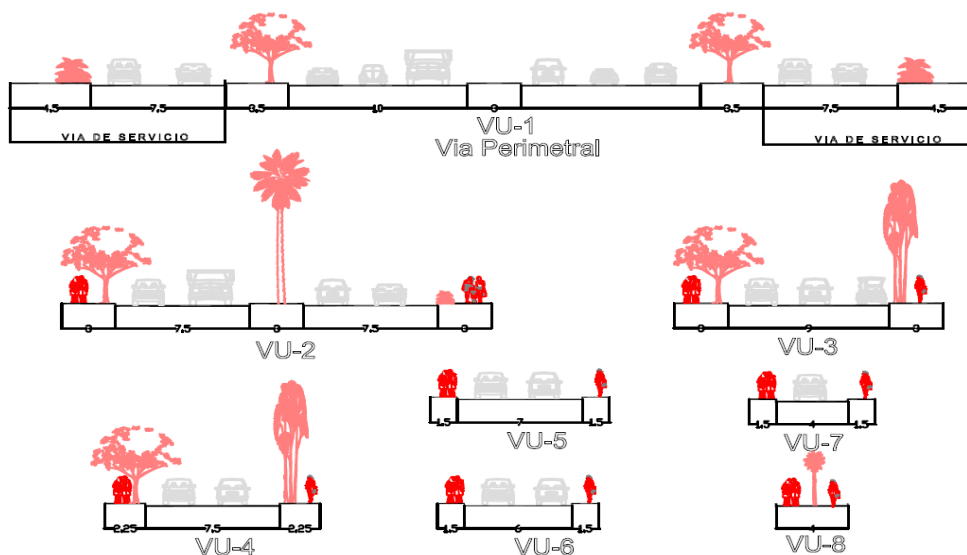
El capítulo II “*Reglamentación del sistema vial*” del título III “*Componente Urbano Del Plan Básico De Ordenamiento Territorial*”. Hace la descripción del componente vial del área urbana, en los artículos 74 y 75, se indican las dimensiones de la sección de las vías en función del tipo de vía determinada por la presente normatividad, ver Ilustración 9.

Tabla 12. Secciones Transversales

Tipo De Vías Urbanas – Municipio De Ubaté			
Sistema Arterial		Sistema Local	
Tipo	Descripción	Tipo	Descripción
VU-1	Ancho mínimo de 30m, dos calzadas de 10m con 3 carriles, 3m de separador, andenes de 3.5m Vía de servicio de 12m de ancho, conformada por una calzada de 7.5m y un andén de 4.5m (2.m de zona verde y 2.5m de zona dura)	VU-5	Ancho mínimo de 10m, 1 calzada de 6m y andenes de 2m
VU-2	Ancho mínimo de 24m, dos calzadas de 7.5m, 3m de separador, andenes de 3m (zona verde 1m y zona dura 2m)	VU-6	Ancho mínimo de 9m, calzada de 5m y andenes de 2m. No debe exceder los 150.0m de largo y garantizar conexión con vías locales. Para calzadas bidireccionales el ancho de calzada debe ser mayor.
VU-3	Ancho mínimo de 15m, calzadas de 9m con 3 carriles, andenes de 3m (zona verde 1m y zona dura 2m)	VU-7	Ancho mínimo de 7m, calzada de 4.0m y andenes de 1.5m, No debe exceder los 80m de largo, no se permite zona de parque y solo debe ser en una dirección.
VU-4	Ancho mínimo de 12m, calzada de 7.0m con 2 carriles, andenes de 2.5m con islas de árboles cada 15m mínimo.	VU-8	Vía peatonal, ancho mínimo de 4m y longitud máxima de 30m

Fuente de elaboración propia, Acuerdo 017 - POT 2003

Ilustración 9. Secciones Transversales de Vías Urbanas.

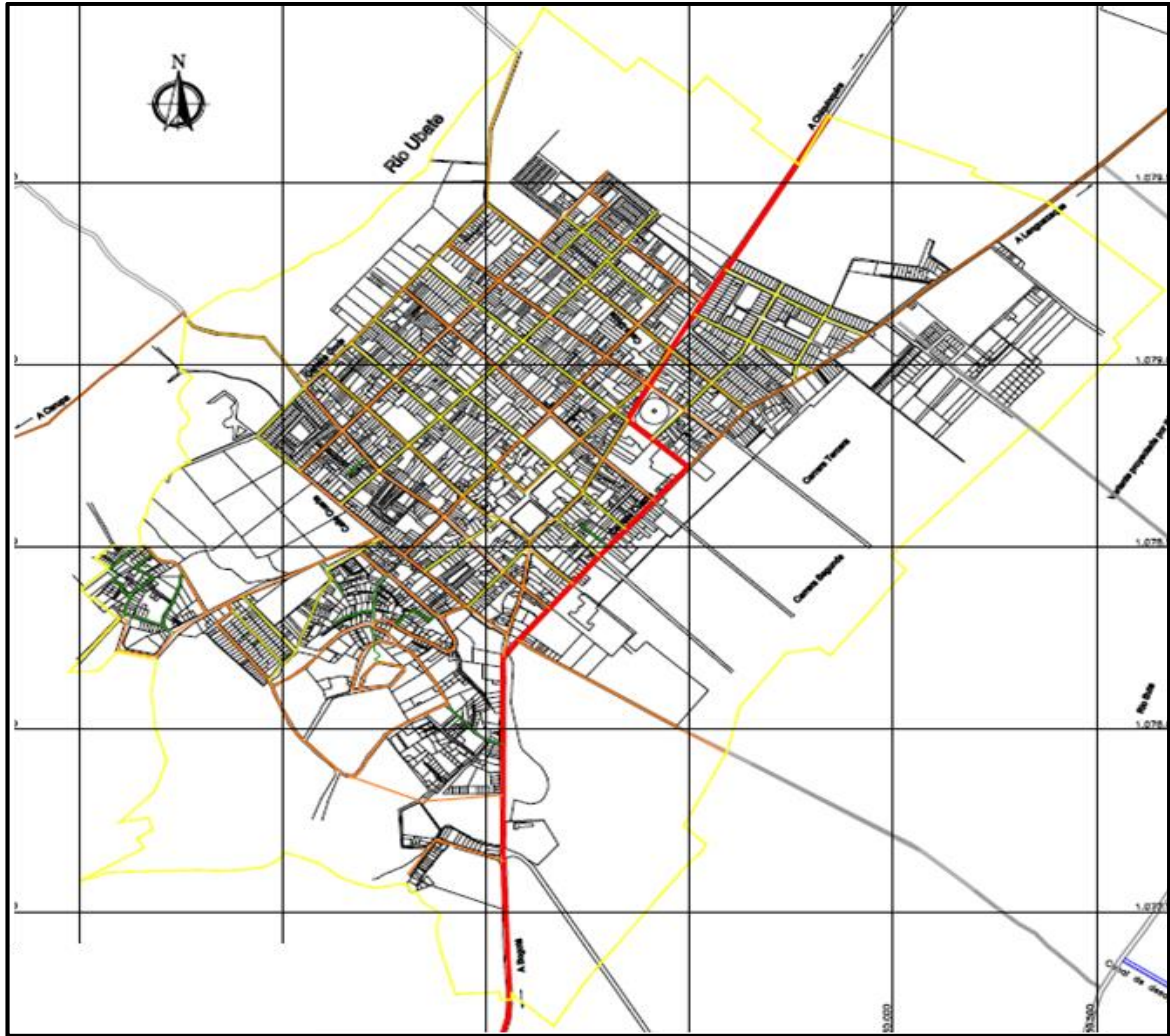


Fuente: Acuerdo 017 – POT 2003 <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/datasets/municipio-de-ubate>

En la Ilustración 10, se observa el mapa del sistema vial urbano, función de la categoría:

- Vía Nacional: Roja
- Vía Departamental: Café
- Vía Primaria: Amarilla
- Vía Secundaria: Naranja
- Vía Terciaria: Amarillo-verdoso
- Vía Peatonal: Verde
- Vía veredal: Gris

Ilustración 10. Sistema Vial Urbano de Ubaté.



Fuente: Acuerdo 017 – POT 2003 <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/datasets/municipio-de-ubate>

Acuerdo 031 de 1997

En el capítulo III “Componente Estructural de Ordenamiento Territorial”, artículo 14. En el componente rural, indica que, para las vías con denominación rural, deben tener una estandarización del ancho de vía el cual debe ser de 6.00m y no se permite ningún tipo de construcción a una distancia no menor a 7.00m desde la berma.

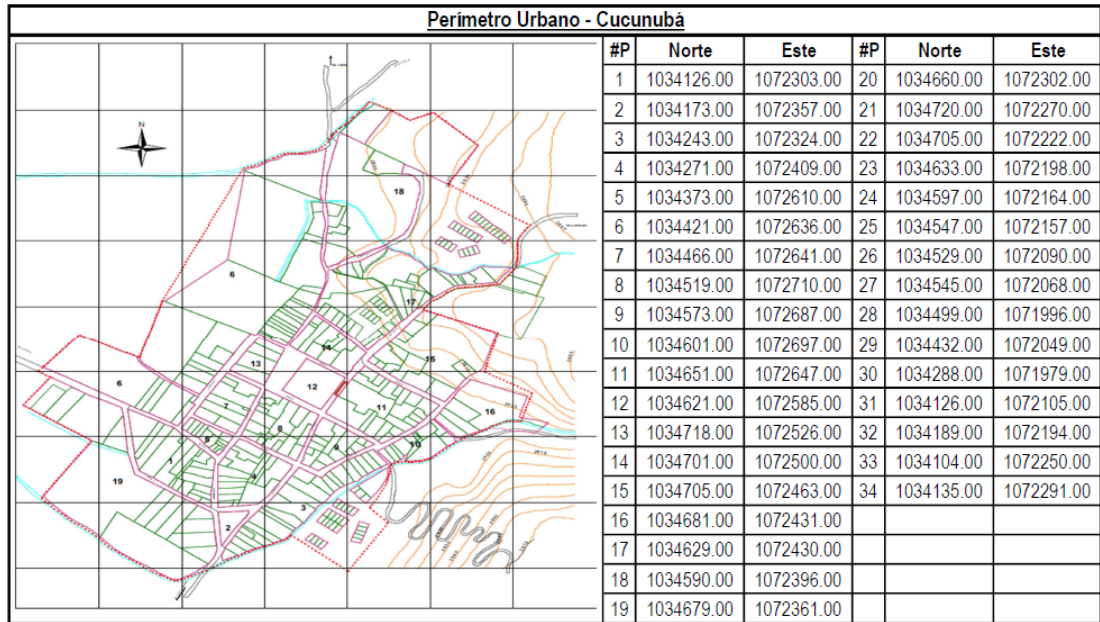
Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), decreto 060 del año 2000

El 27 de diciembre del año 2000, se presentó el decreto 060 dicho decreto establece que el municipio de Cucunubá, se regirá bajo un “Esquema de Ordenamiento Territorial”, como instrumento de ordenamiento a largo plazo, en busca de dar solución del desarrollo desorganizado debido al crecimiento acelerado de la industria, y el desorden, económico y social. Este decreto si en vigencia hasta la actualidad.

En el artículo 21, del capítulo I, que pertenece al título II “*Componente general, urbano y rural del Esquema de Ordenamiento Territorial de Cucunubá 2009*”, establece un área total de 31.9 Ha, la cual se divide en 7.9 Ha para protección ambiental, 15.3 Ha de suelo ocupado y 8.7 Ha para expansión urbana.

El perímetro descrito en la presente norma consta de 41 puntos de coordenadas que se encuentran referenciados por el sistema de coordenadas MAGNA_SIRGAS Origen Colombia-Bogotá, de los cuales del 1 al 34 corresponden al perímetro urbano y del 35 al 41, a la zona de protección ambiental, en la siguiente ilustración se muestra el mapa con la línea envolvente formado por los 34 mencionados anteriormente.

Ilustración 11. Delimitación Perímetro Urbano Cucunubá.



Fuente: Elaboración propia Decreto 060 EOT 2000 – <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/datasets/municipio-de-cucunuba>

Los artículos 25 y 26 del Capítulo II “*Componente Urbano*”, describen la política y programa de mejoramiento vial, dentro del perímetro urbano, el cual cuenta con una malla vial de 4293.0m, la cual está en función, ampliación y construcción de las redes de servicios públicos.

De acuerdo con el artículo 27, Tabla 13, se describe la jerarquización vial dentro de la cabecera municipal.

Tabla 13. Clasificación de Vías Urbanas de Cucunubá

Tipo de Vía	Descripción
Principal	Carrera tercera, Eje principal, que mantiene el comercio urbano y la conectividad entre los predios dentro de la cabecera municipal.
Secundaria	Calle sexta, séptima, y carrera tercera. (Vía de comunicación con el municipio de Chocontá). Vía limítrofe del casco urbano, construida con pavimento flexible
Terciaria	Anillo perimetral. Vía de proyección al casco urbano antiguo, conformada por la calle séptima, carrera segunda, carrera primera, calle tercera, calle segunda, calle cuarta.
Variante	Carrera sexta. Calzada bidireccional, sobre el costado occidental del perímetro urbano, esto permitirá que los vehículos de carga, no ingresen al casco antiguo, además del desarrollo de áreas urbanas a largo plazo.

Continuación de la tabla 13. Clasificación de Vías Urbanas de Cucunubá

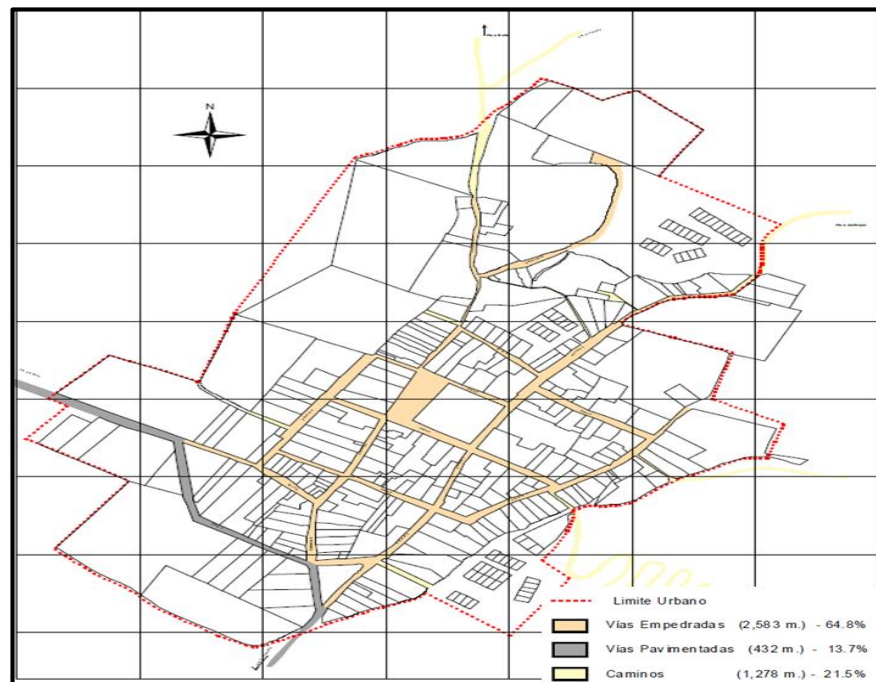
Tipo de Vía	Descripción
De quinto orden	Vías Internas. Anchos de calzada de 8.0m y andenes de 1.20m
Peatonal	Senderos peatonales en montaña. Ancho de franja de 5.0m: <ul style="list-style-type: none"> • Conexión entre la carrera tercera, la vía al cementerio y la carretera a la vereda de la Toma. • Conexión entre la carrera tercera, la vía al cementerio, la carrera segunda, carrera primera.
Ciclovia	Calzada de uso mixto entre vehículos, bicicletas y peatones.

Fuente: Elaboración propia Decreto 060 EOT 2000

La construcción de las nuevas vías solo serán prioridad después de la instalación de redes de servicios públicos, según lo escrito en el artículo 28.

En la Ilustración 12 , se presenta el estado de la malla vial dentro del casco urbano

Ilustración 12. Sistema Vial Urbano de Cucunubá.



Fuente: Decreto 060 EOT 2000 – <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/datasets/municipio-de-cucunuba>

El artículo 90 del Capítulo III “*Componente Rural*”, indica claramente el defectuoso estado de las vías rurales del municipio y que se debe proceder hacer un inventario vial y programas para la construcción, y mantenimiento tanto de vías urbanas como rurales.

La rehabilitación se realizará en las vías que se consideren de importancia para el desarrollo socio-económico de Cucunubá.

En los primeros 15.0m para ambos bordes de las vías se debe generar una malla forestal, además de que no se pueden establecer actividades extractivas, que generen perjuicios al sistema vial.

Tabla 14. Vías rurales de Cucunubá

Vías carreteables	Vías de segundo orden a nivel municipal
Cucunubá – Vereda Pueblo Viejo – Vereda Peñas – Sutatausa	Cucunubá – Vereda Atraviesas – Vereda El Carrizal
Cucunubá – Vereda Aposentos – Vereda La laguna – Suesca	Cucunubá – Vereda La toma – Vereda Hato de rojas – Vereda El Rhur
Vereda Aposentos – Vereda El carrizal – Suesca (Vía Chocontá)	Cucunubá – Vereda Buita – Lenguazaqué
Cucunubá – Vereda La ramada – Lenguazaqué	Cucunubá – Vereda El tablón

Fuente: Elaboración propia Decreto 060 EOT 2000

Los corredores viales de servicios rurales, son áreas comprendidas en un rango de un kilómetro a partir de la delimitación del perímetro urbano y sobre las vías de primer y segundo orden y cuentan con las siguientes características:

- Ancho de franja de 200.0m del borde de vía.
- Calzada de desaceleración y parqueo.
- Aislamiento ambiental de 30.0m del borde de la calzada de desaceleración.

El artículo 99, el cual estipula las diferentes políticas, y programas son la zona rural del municipio, en lo referido a la infraestructura física, se encuentra la adecuación y mantenimiento de las vías municipales, urbanas e interveredales.

Plan de desarrollo 2016-2019 – Acuerdo 002 del 8 de junio de 2016.

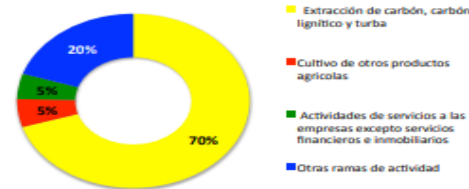
En este plan de desarrollo se clasifica corredor vial Ubaté – Cucunubá como una vía departamental de segundo orden con una longitud de 8.0 km, bidireccional, la cual tiene un deterioro de carpeta asfáltica del cien por ciento, debido al desarrollo de actividad minera y el paso de vehículos pesado.

9.2. ECONOMIA

Las actividades económicas en el municipio de Cucunubá de acuerdo con el informe presentado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), Es la minería, ganadería, agricultura, transporte, comercio, actividades de servicios sociales y personales, industria de manufactura.

Ilustración 13. Actividad económica de Cucunubá.

Tres sectores de mayor importancia en el Valor Agregado del municipio



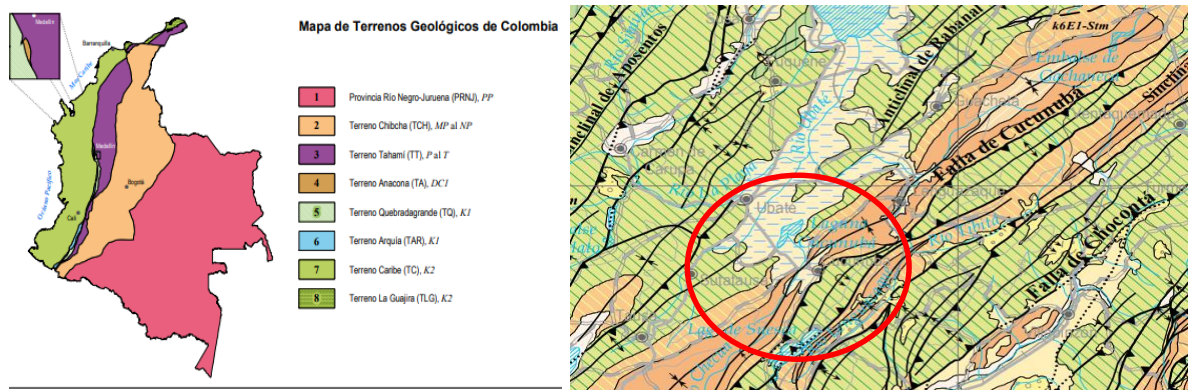
Fuente: https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Fichas%20Caracterizacion%20Territorial/Cmarca_Cucunub%C3%A1%20ficha.pdf

La economía del municipio se basa en el sector minero donde este representa el 70% de la economía.

9.3. SUELOS

Con relación a la información presentada en la plancha 5-09 del atlas geológico de Colombia delimita que la provincia de Ubaté se encuentra sobre el terreno Chibcha, en la cual se básicamente se encuentra un grupo de suelos (Q1-I) constituida por Arcillas, turbas, arcillas arenosas con niveles delgados de gravas, ver Ilustración 14; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Ilustración 14. Localización geológica de la vía.

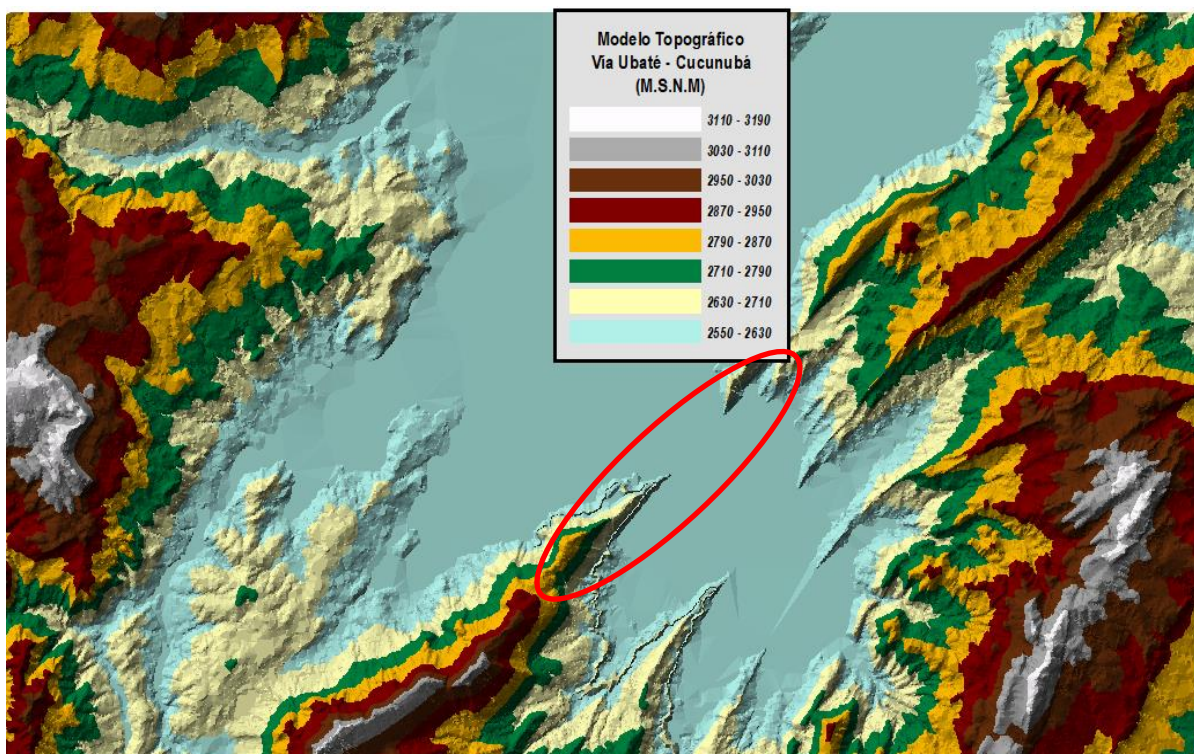


Fuente: Atlas Geológico de Colombia 2015 plancha 5-09
https://www2.sgc.gov.co/MGC/Documents/Atlas_2015/agcpl09/Plancha_5-09_AGC_2015.pdf

9.4. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Para la obtención de la información cartográfica de la vía se utilizó las planchas cartográficas del municipio de la Villa de San Diego de Ubaté 209IB2 y las planchas 209IB2, 209IIA1 y 209IIA3 del municipio de Cucunubá, además de las planchas 209IIA2 y 209IIA4 también de Cucunubá como información complementaria, que se encuentran disponibles en la página del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) con escala 1:10.000, se realiza por medio del software ArcMap un modelo topográfico de la zona del diagnóstico, Ilustración 15. La información cartográfica del IGAC que se utiliza para la generación del modelo topográfico con el sistema de coordenadas GCS_MAGNA se proyecta al sistema de coordenadas MAGNA-SIRGAS origen Colombia-Bogotá.

Ilustración 15. Modelo topográfico Ubaté – Cucunubá.



Fuente Elaboración propia con base en datos cartográficos del IGAC. Con el software ArcMap V10.4.1

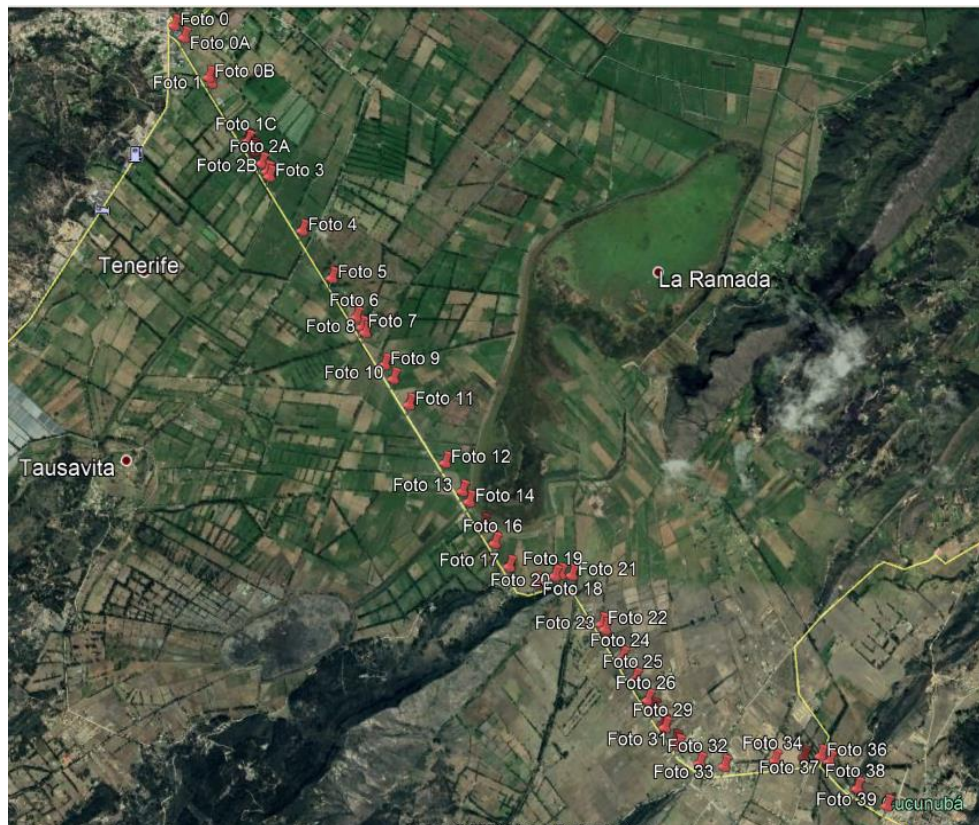
El casco urbano del Ubaté se encuentra a una altitud promedio de 2556 msnm y en el caso del casco urbano de Cucunubá tiene una altitud promedio de 2590 msnm, con estas dos altitudes de referencia, se puede evidenciar a partir de este modelo y de las visitas de campo de la zona, se determina que la vía se encuentra construida sobre un terreno plano, en la zona conocida como el valle de Ubaté, el cual se encuentra en el rango de elevaciones entre la cota 2550 msnm y 2630 msnm,

también se puede evidenciar una falla geológica conocida como el nombre de la falla de Cucunubá (la cual está señalada en la imagen anterior con un ovalo color rojo), esta discontinuidad geológica se encuentra entre la abscisa K4+600.000 y la abscisa K5+100.000, además se observa en la Ilustración 14 del numeral 9.3.

9.5. CORREDOR VIAL UBATÉ-CUCUNUBÁ (K0+000.000 al K7+975.799)

La vía de comunicación entre las áreas urbanas de La villa de San Diego de Ubaté y de Cucunubá, es una vía departamental de segundo orden cuenta con una calzada bidireccional con un ancho promedio 7.16m y una longitud de 7.98 km, es el eje y corredor principal del municipio, en su totalidad se encuentra pavimentada, pero debido a la actividad principal del municipio que es la minería y el cual uno de los principales factores que influyen en el deterioro de la carpeta asfáltica en varios tramos, Ilustración 16, se puede observar la ubicación de una serie de marcadores en los cuales se utilizaron de referencia para la observación del estado actual de la vía por medio del software Google Earth, en la Tabla 15 se procede hacer la descripción del estado actual de la vía.






Ilustración 16. Puntos diagnósticos del corredor vial










Fuente Elaboración propia con el software Google Earth

Cabe destacar lo descrito en el numeral 9.3 y numeral 9.4, la zona sobre la cual está construida la vía es un valle, rodeado por cadenas montañosas, y al estar adaptada al comportamiento topográfico del lugar, es susceptible a afectaciones en su estructura por la falla geológica la cual se encuentra ubicada entre las abscisas K4+600.000 y K5+100.000, además de sufrir por fenómenos como son las inundaciones al no tener una diferencia significativa entre la rasante de la vía con la lámina de agua de los cuerpos de agua principales, esto conduce a otro de los factores que influyentes en el mal estado de la vía está es por las estructuras de drenajes transversales y canales, los cuales se describe en el numeral 9.8.








Tabla 15. Puntos Diagnóstico Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799).

Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799)				
ID foto	Abscisa	Descripción	Ancho de sección (m)	Imagen (Fuente: G. Earth
0	K0+004.500	Sección pavimentada, Grietas longitudinales, Sobre el carril izquierdo se evidencia trabajos de mantenimiento, Sin bermas, Sin cunetas, Vegetación sobre el borde izquierdo, No hay marcación de carriles.	8.25	
0A	K0+116.009	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo, Ondulaciones, Sin bermas, Sin Cunetas, No hay marcación de carriles.	5.93	
0B	K0+451.911	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo, Grietas longitudinales, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.02	
1	K0+498.299	Deterioro total de la carpeta asfáltica, Ondulaciones, Hundimientos (Baches), Sin bermas, Sin cuneta, Escombros de asfalto en los bordes, Empozamientos de agua, No hay marcación de carriles.	6.03	
1A	K0+974.014	Sección pavimentada, Grietas longitudinales, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	5.95	








Continuación de la tabla 15. Puntos Diagnóstico Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799).

Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799)				
ID foto	Abscisa	Descripción	Ancho de sección (m)	Imagen (Fuente: G. Earth
1B	K0+983.865	Sección pavimentada, Grietas longitudinales, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	5.95	
1C	K0+990.364	Sección pavimentada, Grietas longitudinales, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	5.91	
1D	K1+052.710	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo, Hundimientos (Baches), Sin bermas, Sin cuneta, No hay marcación de carriles.	6.09	
2	K1+073.558	Deterioro total de la carpeta asfáltica, Ondulaciones, Hundimientos (Baches), Sin bermas, Sin cuneta, Vegetación sobre el borde izquierdo, No hay marcación de carriles.	6.20	
2A	K1+176.857	Sección Pavimentada, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.05	
2B	K1+247.598	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo sobre carril izquierdo, Ondulaciones, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.06	
3	K1+285.541	Sección pavimentada, Deterioro de la carpeta asfáltica en ambos carriles, Ondulaciones, Hundimientos (Baches), Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.96	








Continuación de la tabla 15. Puntos Diagnóstico Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799).

Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799)				
ID foto	Abscisa	Descripción	Ancho de sección (m)	Imagen (Fuente: G. Earth
4	K1+738.152	Deterioro total de la carpeta asfáltica, Ondulaciones, Hundimientos (baches), Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	7.00	
5	K2+133.295	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo sobre carril izquierdo, Deterioro de la carpeta asfáltica sobre carril derecho, Hundimientos (Baches) sobre carril derecho, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.07	
6	K2+461.692	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo, Hundimiento (Baches) carril derecho, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.23	
7	K2+542.132	Sección pavimentada, Deterioro de la carpeta asfáltica carril izquierdo, Hundimientos (Baches) sobre el eje de la vía, Piel de cocodrilo, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	8.20	
8	K2+586.135	Deterioro de la carpeta asfáltica, Ondulaciones, Hundimientos (Baches), Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	8.51	
9	K2+849.229	Deterioro de la carpeta asfáltica, Ondulaciones, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	10.25	
10	K2+966.938	Deterioro de la carpeta asfáltica, Ondulaciones, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	10.90	








Continuación de la tabla 15. Puntos Diagnóstico Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799).

Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799)				
ID foto	Abscisa	Descripción	Ancho de sección (m)	Imagen (Fuente: G. Earth
11	K3+177.883	Deterioro de la carpeta asfáltica, Ondulaciones, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	10.29	
12	K3+655.559	Deterioro de la carpeta asfáltica, Ondulaciones, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	10.31	
13	K3+887.028	Deterioro de la carpeta asfáltica, Ondulaciones, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	10.20	
14	K3+973.418	Deterioro de la carpeta asfáltica, Ondulaciones, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	7.95	
15	K4+158.193	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo, Grietas longitudinales, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	7.62	
16	K4+311.651	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo sobre carril izquierdo, deterioro de pavimento sobre carril derecho, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.94	
17	K4+500.460	Sección pavimentada, Grietas longitudinales sobre el eje de la vía, Ondulaciones sobre el eje de la vía, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.70	








Continuación de la tabla 15. Puntos Diagnóstico Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799).

Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799)				
ID foto	Abscisa	Descripción	Ancho de sección (m)	Imagen (Fuente: G. Earth
18	K4+751.182	Sección pavimentada, Deterioro de la carpeta asfáltica sobre carril izquierdo, Hundimientos (Baches) sobre carril izquierdo, Piel de cocodrilo sobre carril derecho, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.56	
19	K4+889.328	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo, Pulimento de agregados en el carril izquierdo, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.73	
20	K4+930.529	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo, Ondulaciones, Sin bermas, Sin Cunetas, No hay marcación de carriles.	6.90	
21	K5+011.689	Sección pavimentada, Deterioro de la carpeta asfáltica sobre carril izquierdo, Hundimientos (Baches), Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	7.43	
22	K5+402.411	Sección pavimentada, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	7.54	
23	K5+445.514	Deterioro de la carpeta asfáltica, Hundimientos (Baches), Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	7.70	
24	K5+672.471	Sección pavimentada, Grietas longitudinales, Piel de cocodrilo, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	7.30	


Continuación de la tabla 15. Puntos Diagnóstico Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799)

Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799)				
ID foto	Abscisa	Descripción	Ancho de sección (m)	Imagen (Fuente: G. Earth
25	K5+841.783	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo, Sin bermas, Sin cuneta sobre borde izquierdo, Vegetación en cuneta sobre borde derecho, No hay marcación de carriles.	7.33	
26	K6+010.771	Sección pavimentada, Grietas longitudinales, Sin cuneta sobre borde izquierdo, Cuneta sobre borde derecho sin mantenimiento, No hay marcación de carriles.	7.20	
27	K6+081.059	Sección pavimentada, Deterioro de la carpeta asfáltica sobre carril izquierdo, Hundimientos (Baches) sobre carril izquierdo, Piel de cocodrilo sobre carril derecho, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.99	
28	K6+202.101	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo sobre carril izquierdo, Hundimientos (Baches) sobre carril izquierdo, Sin bermas, Sin cuneta sobre borde izquierdo, Cuneta sobre borde derecho, No hay marcación de carriles.	6.88	
29	K6+228.301	Sección pavimentada, Piel de cocodrilo sobre carril izquierdo, Ondulaciones sobre carril izquierdo, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.86	
30	K6+342.382	Sección pavimentada, Grietas longitudinales, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.20	
31	K6+378.949	Sección pavimentada, Grietas longitudinales, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.23	

Continuación de la tabla 15. Puntos Diagnóstico Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799)

Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799)				
ID foto	Abscisa	Descripción	Ancho de sección (m)	Imagen (Fuente: G. Earth
32	K6+570.961	Sección pavimentada, Deterioro de la carpeta asfáltica sobre carril derecho, Hundimientos (Baches), Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.29	
33	K6+748.861	Sección pavimentada, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.47	
34	K7+106.237	Sección pavimentada, Andén sobre borde izquierdo, Vegetación sobre borde derecho, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.57	
35	K7+310.800	Sección pavimentada, Andén sobre borde izquierdo, Pulimento de agregados sobre carril izquierdo, Vegetación sobre borde derecho, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.66	
36	K7+430.745	Sección pavimentada, Andén sobre borde izquierdo, Pulimento de agregados, Vegetación sobre borde derecho, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.63	
37	K7+510.300	Sección pavimentada, Andén sobre borde izquierdo, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.95	
38	K7+772.846	Sección pavimentada, Andén sobre borde izquierdo, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.80	

Continuación de la tabla 15. Puntos Diagnóstico Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799)

Corredor vial Ubaté-Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799)				
ID foto	Abscisa	Descripción	Ancho de sección (m)	Imagen (Fuente: G. Earth)
39	K7+966.774	Sección pavimentada, Andén sobre borde izquierdo, Sin bermas, Sin cunetas, No hay marcación de carriles.	6.75	
Ancho promedio de la sección			7.16	
Nota: Los anchos de vía registrados en esta tabla, fueron medidos a partir del software Google Earth. Puede presentarse errores en estas medidas debido a la resolución del mapa, o vegetación existente que no permita identificar claramente los bordes de la vía				

Fuente Elaboración propia

De acuerdo con la descripción realizada en la tabla anterior, se puede identificar que, a pesar de la denominación de vía de segundo orden, el corredor vial no presenta una sección estandarizada en sus 7.98 km de recorrido, debido al tránsito de vehículos de carga, y por la ausencia del mantenimiento de la vía.

Esta vía no cuenta con espacios adecuados para la circulación peatonal, bici-usuarios, además de presenta deficiencia en iluminación vial, esto conlleva a que para realizar una inspección vial resulte ser peligroso.

Con el registro fotográfico que se tiene de la fecha del 6 de septiembre del presente año sobre algunos puntos de la vía, se puede evidenciar que la alcaldía ha iniciado un plan de mejoramiento vial, mediante el cual se han realizado mantenimientos parciales de este corredor vial.

Tabla 16. Mantenimiento Vial Fecha 06 de septiembre de 2020

Puntos de Mantenimiento vial 6 de septiembre de 2020				
ID	Abscisa	Descripción	Foto	
Pontón 2	K2+774.530	Mantenimiento de la carpeta asfáltica Cambio de nivel de rasante. Mejoramiento estructural de los cabezales del pontón.		

Continuación de la tabla 16. Mantenimiento Vial Fecha 06 de septiembre de 2020

Puntos de Mantenimiento vial 6 de septiembre de 2020			
ID	Abscisa	Descripción	Foto
Alc 4	K3+833.113	Mantenimiento de la carpeta asfáltica Cambio de nivel de rasante. Mejoramiento estructural del descole	
Alc 5	K4+248.602	Mantenimiento de la carpeta asfáltica. Mejoramiento estructural del encole	

Fuente: Elaboración propia

9.6. ESTUDIO DE TRÁNSITO.

Con respecto a la información recolectada a través de las diversas páginas de las entidades públicas, para este caso del INVIAS, se encuentra la serie histórica del Tránsito Promedio Diario, se encuentra la estación 18 “Te del Neusa – Ubaté” la cual abarca una longitud total de 32 km ubicada sobre la vía nacional 45A, y se intercepta con la vía a diagnosticar, se cuenta con el registro de la información desde el año 1997 hasta el 2018 y se recopila en la siguiente tabla.

Tabla 17. Serie Histórica de Tránsito Promedio Diario (TPD) 1997-2018

Serie Histórica de Tránsito Promedio Diario (TPD) 1997-2018							
Año	TPD	Autos (%)	Buses (%)	Camiones (%)	Autos (Cantidad)	Buses (Cantidad)	Camiones (Cantidad)
1997	4683	58	6	36	2716.14	280.98	1685.88
1998	6285	65	8	27	4085.25	502.80	1696.95
1999	5226	61	10	29	3187.86	522.60	1515.54
2000	2698	59	11	30	1591.82	296.78	809.40
2001	4653	58	9	33	2698.74	418.77	1535.49
2002	4864	57	10	33	2772.48	486.40	1605.12
2003	5426	52	2	46	2821.52	108.52	2495.96

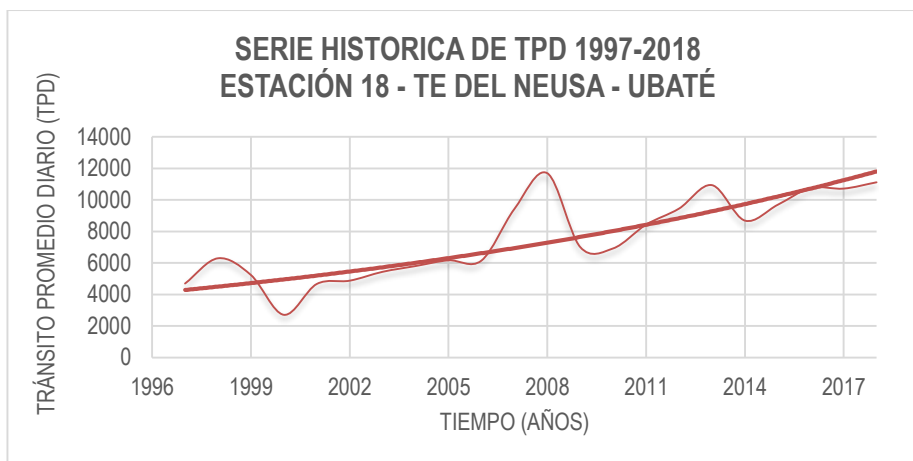
Continuación de la tabla 17. Serie Histórica de Tránsito Promedio Diario (TPD) 1997-2018

Serie Histórica de Tránsito Promedio Diario (TPD) 1997-2018							
Año	TPD	Autos (%)	Buses (%)	Camiones (%)	Autos (Cantidad)	Buses (Cantidad)	Camiones (Cantidad)
2004	5793	57	11	32	3302.01	637.23	1853.76
2005	6155	54	10	36	3323.70	615.50	2215.80
2006	6136	53	10	37	3252.08	613.60	2270.32
2007	9410	55	11	34	5175.50	1035.10	3199.40
2008	11684	62	11	27	7244.08	1285.24	3154.68
2009	7001	53	12	35	3710.53	840.12	2450.35
2010	6911	55	11	34	3801.05	760.21	2349.74
2011	8418	52	10	38	4377.36	841.80	3198.84
2012	9435	53	10	37	5000.55	943.50	3490.95
2013	10927	58	9	33	6337.66	983.43	3605.91
2014	8677	43	12	45	3731.11	1041.24	3904.65
2015	9681	54	8	38	5227.74	774.48	3678.78
2016	10744	64	8	28	6876.16	859.52	3008.32
2017	10707	62	8	30	6638.34	856.56	3212.10
2018	11107	56	6	38	6219.92	666.42	4220.66

Fuente: Elaboración propia. <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/informacion-institucional/9197-serie-historica-de-transito-tpd-1997-2018>

Con la información anterior se procede hacer una proyección al año 2022, para determinar el crecimiento del tránsito en esta zona, cabe aclarar que, debido a la emergencia sanitaria del presente año, el TPD proyectado a partir del 2020 en adelante presentará variaciones, con respecto a la futura actualización de datos que presente la entidad por la disminución de vehículos que transitan a través de esta zona.

Ilustración 17. Comportamiento histórico del TPD estación 18 - Te del Neusa – Ubaté.



Fuente: Elaboración propia.

De la gráfica anterior destacan dos años en especial, el primero en el año 2000 en donde el TPD marca un valor de 2698 vehículos entre automóviles, buses y camiones, mientras que, en el año 2008, se registró el mayor tránsito de vehículos entre el 1997 y 2018, con un total de 11684. De este gráfico se obtiene la siguiente ecuación exponencial, y a partir de esta realizar la proyección del TPD año 2022.

$$TPD: (2X10 - 10^{-40})X(1.05136133107167^n)$$

Ecuación 1. Estimación exponencial del TPD

Donde el valor de “n” equivale al año de proyección.

Tabla 18. Proyección de TPD de 2019 a 2022 - Estación Te del Neusa – Ubaté.

Proyección del Tránsito Promedio Diario 2019-2022	
Año	TPD
2019	16532
2020	17381
2021	18273
2021	18273
2022	19212

Fuente: Elaboración propia.

No se tiene registro detallado del TPD para el corredor vial que comunica los municipios de Ubaté y Cucunubá, se debe tener en cuenta que un porcentaje de los vehículos pesados que transitan a través de la vía nacional 45A proviene del municipio de Cucunubá, teniendo en cuenta su actividad minera, de buses que corresponde a la conexión intermunicipal entre de las dos áreas urbanas, y de automóviles con destino a las principales zonas de abastecimiento como Ubaté, o la ciudad de Bogotá.

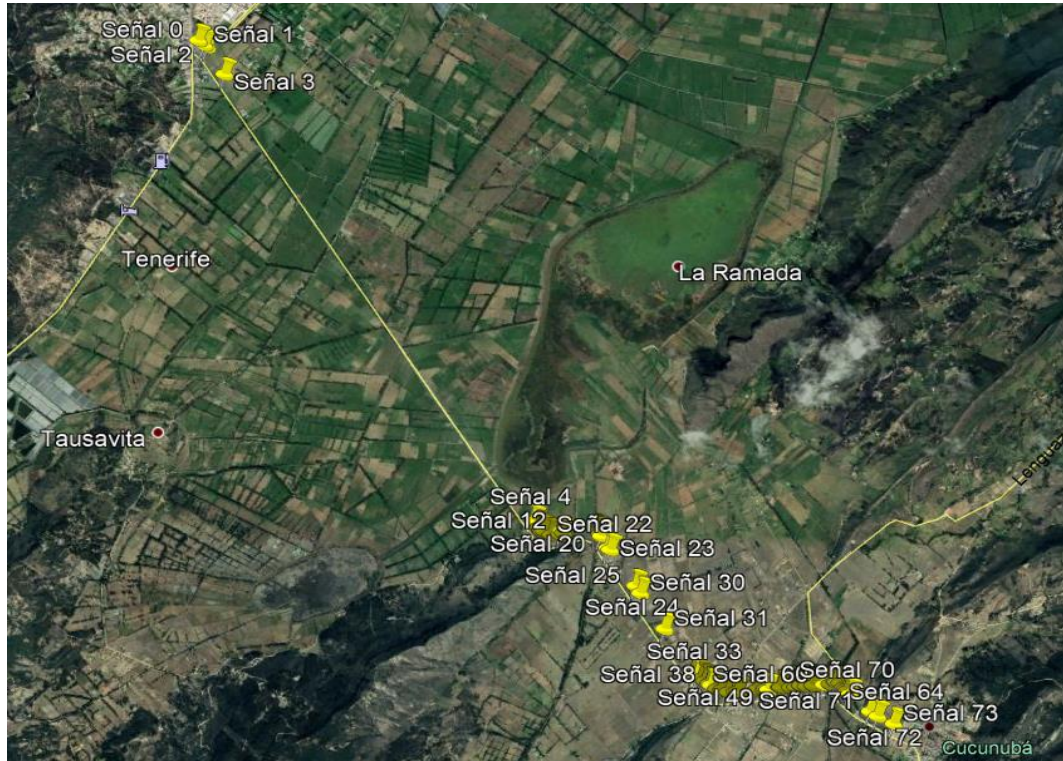
Estos porcentajes mencionados de manera general hacen parte del registro histórico del tránsito promedio diario de la estación 18, los cuales surgen por la intersección que existe entre la vía rural y la vía nacional, en el límite del perímetro urbano del Ubaté.

9.7. SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN VIAL EXISTENTE.

El corredor vial a diagnosticar cuenta con total de 76 señales de tránsito, las cuales se dividen en: 36 señales preventivas, 10 señales reglamentarias, 22 informativas y 8 turísticas, el conteo de estas señales se realizó por medio de la opción de street view del software Google Earth, como se puede observar en la imagen siguiente, a lo largo de un poco más de cuatro kilómetros desde la abscisa K0+316.660 a la

K4+497.430 se presenta la ausencia de alguna señalización ya sea vertical horizontal o vertical.





Ilustración 18. Localización de señales de tránsito.









Fuente: Elaboración propia con el software Google Earth.

Con la ubicación de la señalización existente por medio de marcadores como se observa en la imagen anterior, se realiza la Tabla 19 en la cual se desarrolla un inventario de señales de tránsito ordenadas en sentido del Abscisado y sobre cual borde se encuentra ubicada, donde se describe el tipo de señal y su estado haciendo referencia si se encuentran si la pintura es identificable o a tenido afectaciones por causas naturales como por los rayos solares o lluvias o por los habitantes de la zona, si ha sufrido golpes o dobleces en el tablero o vástago, si se encuentra cubierta por la vegetación de los alrededores, entre otros factores.







Tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
0	Inf.	Ubaté - Cucunubá	Cucunubá	Regular – Tablero manchado	K0+000.000	
1	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Ciclistas en la vía	Regular - Vástago doblado	K0+058.806	
2	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Curva pronunciada a la izquierda	Regular - Vástago doblado	K0+083.211	
3	Tur.	Ubaté - Cucunubá	Información de destino Reserva Natural Juaitoque	Bueno	K0+331.645	
4	Inf.	Ubaté - Cucunubá	Información previa de destino - Acceso vereda peñas de palacio	Bueno	K4+511.506	








Continuación de la tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
5	Inf.	Cucunubá - Ubaté	Información previa de destino - Hostería Punta de la peña	Regular - Tablero doblado	K4+574.050	
5A	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Delineador de curvas horizontales	Bueno	K4+587.65	
6	Regl.	Ubaté - Cucunubá	Velocidad de máxima de 30 km/h	Bueno	K4+597.764	
7	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Delineador de curvas horizontales	Regular - una de las señales tiene el tablero y vástago doblado	K4+603.188	
8	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Delineador de curvas horizontales	Bueno	K4+617.289	
9	Inf.	Cucunubá - Ubaté	Información previa de destino - Acceso vereda peñas de palacio	Regular - Tablero doblado y manchado	K4+624.292	

Continuación de la tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
10	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Delineador de curvas horizontales	Bueno	K4+686.813	
11	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Delineador de curvas horizontales	Bueno	K4+749.702	
12	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Cruce peatonal	Regular - Vástago doblado	K4+773.329	
13	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Curva pronunciada a la derecha	Bueno	K4+778.016	
13A	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Delineador de curvas horizontales	Regular - Vástago doblado	K5+039.032	
14	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Puente angosto	Bueno	K5+046.310	







Continuación de la tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
15	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Curva pronunciada a la izquierda	Bueno	K5+056.06	
16	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Curva pronunciada a la izquierda	Regular - Vástago doblado	K5+058.992	
17	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Resaltos sucesivos	Bueno	K5+069.878	
18	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Marcador de obstáculo Vertical	Regular - Tablero doblado	K5+077.876	
19	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Marcador de obstáculo Vertical	Regular - Vástago doblado	K5+087.807	
20	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Marcador de obstáculo Vertical	Bueno	K5+094.213	
21	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Marcador de obstáculo Vertical	Regular - Vástago doblado	K5+103.841	

Continuación de la tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
22	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Cruce peatonal	Regular	K5+200.795	
23	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Puente angosto	Regular - Vástago doblado	K5+220.339	
24	Inf.	Cucunubá - Ubaté	Red de Gas	Malo	K5+557.187	
25	Inf.	Cucunubá - Ubaté	Red de Gas	Malo	K5+557.834	
26	Inf.	Cucunubá - Ubaté	Red de Gas	Regular	K5+558.319	
27	Inf.	Ubaté - Cucunubá	Red de Gas	Regular	K5+565.907	
28	Inf.	Ubaté - Cucunubá	Red de Gas	Regular	K5+568.609	
29	Inf.	Ubaté - Cucunubá	Red de Gas	Regular	K5+569.330	

Continuación de la tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
30	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Cruce peatonal	Bueno	K5+625.859	
31	Inf.	Cucunubá - Ubaté	Información previa de destino - Acceso vereda Florida	Bueno	K5+954.696	
32	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Cruce peatonal	Regular - No cuenta con la altura reglamentaria, vástago cubierto por vegetación	K6+348.132	
33	Inf.	Ubaté - Cucunubá	Información previa de destino - Acceso a las veredas Chapala, Pueblo viejo Peñas	Bueno	K6+389.829	
34	Inf.	Ubaté - Cucunubá	Información previa de destino - Acceso a la vereda Pueblo viejo	Regular - Vástago doblado	K6+425.935	
35	Regl.	Ubaté - Cucunubá	Velocidad de máxima de 30 km/h	Regular - Vástago doblado	K6+459.285	



Continuación de la tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
36	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Curva pronunciada a la izquierda	Bueno	K6+493.336	
37	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Curva pronunciada a la izquierda	Regular - Vástago doblado	K6+494.916	
38	Tur.	Ubaté - Cucunubá	Laguna de Cucunubá	Regular - Vástago oxidado y doblado, no cuenta con altura reglamentaria	K6+512.532	
39	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Giro a la izquierda	Malo - Colores del tablero no definido, vástago oxidado y doblado	K6+564.149	
40	Inf.	Cucunubá - Ubaté	Información previa de destino - Acceso a la vereda Pueblo viejo	Regular - Vástago oxidado	K6+597.982	
41	Inf.	Cucunubá - Ubaté	Información previa de destino - Acceso a las veredas Chapala, Pueblo viejo Peñas	Regular - Vástago oxidado	K6+653.434	
42	Inf.	Cucunubá - Ubaté	Indicación de un desvío	Regular	K6+704.010	








Continuación de la tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
43	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Curva pronunciada a la derecha	Bueno	K6+722.688	
44	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Cruce peatonal	Bueno	K6+847.887	
45	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Cruce peatonal	Bueno	K6+863.745	
46	Tur.	Ubaté - Cucunubá	Parque recreacional familia de Cucunubá	Malo - Tablero doblado y vástago doblado	K6+912.326	
47	Regl.	Cucunubá - Ubaté	Velocidad de máxima de 30 km/h	Bueno	K6+924.111	
48	Inf.	Ubaté - Cucunubá	Puente angosto	Regular - No cuenta con la altura reglamentaria	K6+943.602	
49	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Parque recreacional familia de Cucunubá	Regular - Vástago oxidado	K6+944.689	








Continuación de la tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
50	Tur.	Cucunubá - Ubaté	Cicloruta	Regular	K7+027.022	
51	Regl.	Cucunubá - Ubaté	Ciclovia	Malo - Colores del tablero no definido, vástago oxidado y doblado	K7+034.927	
52	Inf.	Cucunubá - Ubaté		Regular	K7+034.976	
53	Tur.	Ubaté - Cucunubá	Información de destino Reserva Natural Juaitoque	Bueno	K7+106.503	
54	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Ciclistas en la vía	Malo - Vástago doblado	K7+144.711	
55	Regl.	Cucunubá - Ubaté	Conserve la derecha	Malo - Colores del tablero no definido, vástago oxidado y doblado	K7+178.093	





Continuación de la tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
56	Regl.	Cucunubá - Ubaté	Circulación prohibida de mascotas	Malo - Colores del tablero no definido, vástago oxidado y doblado	K7+179.869	
57	Regl.	Ubaté - Cucunubá	Velocidad de máxima de 30 km/h	Bueno	K7+221.867	
58	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Resaltos sucesivos	Bueno	K7+269.009	
59	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Curva peligrosa a la derecha	Regular - Cubierto por vegetación, no cuenta con altura reglamentaria	K7+269.927	
60	Tur.	Ubaté - Cucunubá	Restaurante	Malo - Tablero doblado	K7+348.273	
61	Inf.	Ubaté - Cucunubá	Información previa de destino - Acceso a la vereda La ramada	Regular - vástago oxidado	K7+393.779	
62	Regl.	Cucunubá - Ubaté	Ciclovía	Regular - Cubierto por vegetación	K7+431.853	

Continuación de la tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
63	Inf.	Cucunubá - Ubaté	Vía para ciclistas	Malo - Tablero doblado	K7+436.549	
64	Prev.	Ubaté - Cucunubá	No se identifica que tipo de señal es	Malo - tablero doblado, vástago torcido	K7+463.726	
65	Inf.	Cucunubá - Ubaté	Información previa de destino - Acceso a la vereda La ramada	Regular, tablero manchado	K7+464.497	
66	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Curva pronunciada a la izquierda	Regular, tablero doblado	K7+506.688	
67	Tur.	Ubaté - Cucunubá	Zona militar	Malo - Vástago doblado	K7+524.576	
68	Tur.	Cucunubá - Ubaté		Malo	K7+525.373	
69	Prev.	Cucunubá - Ubaté	Resaltos sucesivos	Bueno	K7+542.548	

Continuación de la tabla 19. Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)

Inventario de Señalización (K0+000.000 AL K7+975.799)						
ID	Tipo de Señal	Sentido	Descripción	Estado	Abscisa	Imagen (Fuente: G. Earth)
70	Regl.	Cucunubá - Ubaté	Velocidad de máxima de 30 km/h	Bueno	K7+576.399	
71	Regl.	Ubaté - Cucunubá	Velocidad de máxima de 30 km/h	Bueno	K7+774.132	
72	Prev.	Ubaté - Cucunubá	Cruce peatonal	Bueno	K7+839.699	
73	Inf.	Ubaté - Cucunubá	Entrada al casco urbano de Cucunubá	Bueno	K7+969.877	
Prev: Preventiva Regl: Reglamentaria				Inf: Informativa Tur: Turística		

Fuente: Elaboración propia con el software Google Earth

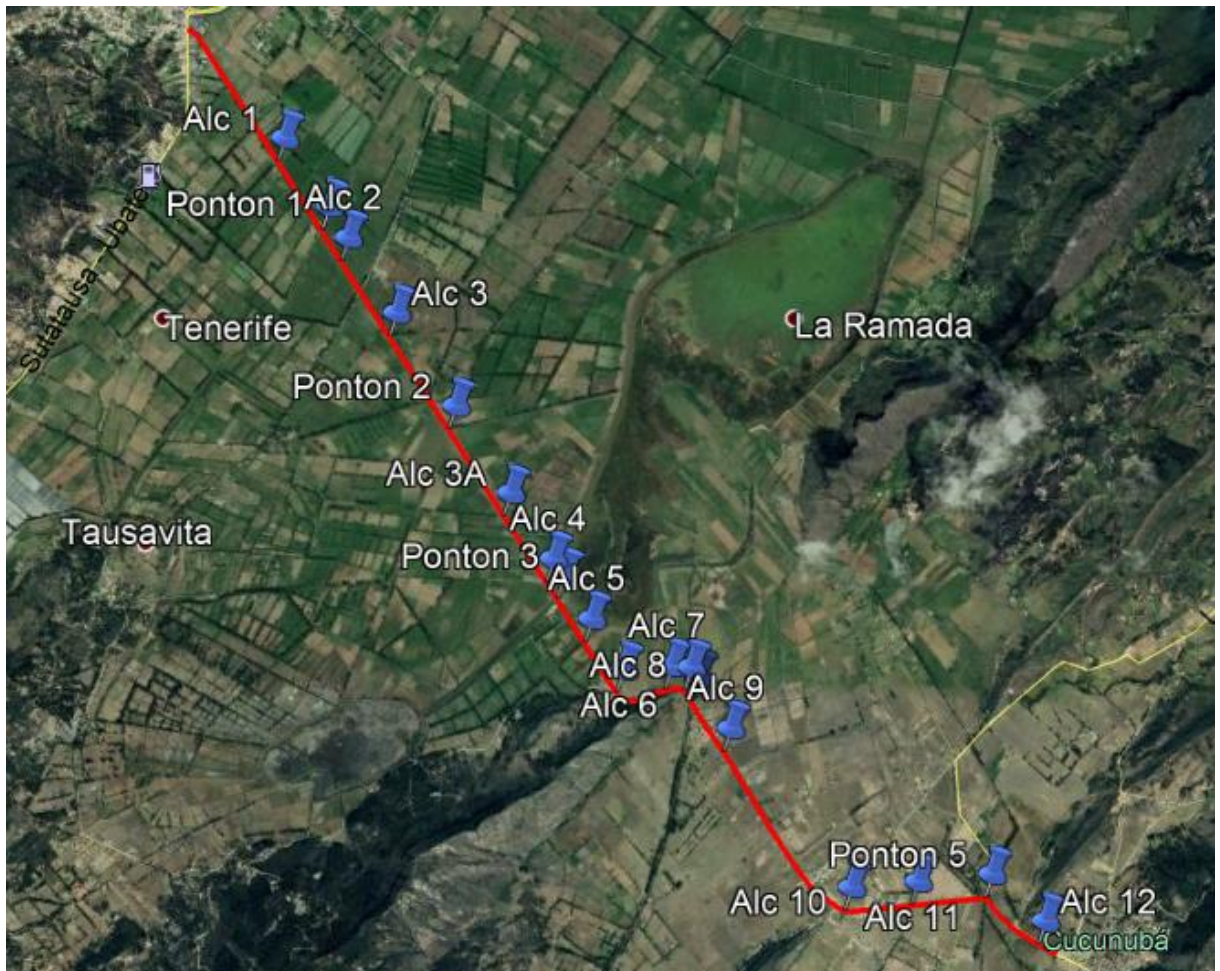
Con el inventario hecho anteriormente, las señales reglamentarias 6, 35, 47, 57, 70, 71, indican uno de los datos de mayor importancia para proceder con el diagnóstico y es la velocidad máxima con la que debe movilizarse un vehículo sobre este corredor vial en ambos sentidos, la cual es de **30 Km/h.**

Las señales informativas, número 24 al número 29 corresponde a la indicación de una red de gas que atraviesa la vía

9.8. ESTRUCTURAS DE DRENAJE TRANSVERSAL (ALCANTARILLAS).

Como se puede evidenciar a través de los ocho kilómetros del corredor vial, el tipo de terreno sobre el cual se encuentra construida esta vía de vial comunicación entre el casco urbano de Ubaté y de Cucunubá es plano, por medio del software google earth se hace la ubicación de las estructuras de drenaje transversal, este corredor vial cuenta con 18 alcantarillas divididas en 13 alcantarillas (tubería y box culvert) y 5 pontones.

Ilustración 19. Localización de drenajes transversales.



Fuente: Elaboración propia con el software Google Earth.

Los pontones presentes en la vía, dan paso a los siguientes cuerpos de agua de importación para la zona:

- Pontón 1: Pasa el Río Suta el cual se dirige a la laguna de Fúquene.

- Pontón 2: Desgue Guico, canal natural que recolecta la escorrentía que proviene de la vereda pueblo viejo
- Pontón 3: Quebrada Palacio.
- Pontón 4: Quebrada Pueblo Viejo.
- Pontón 5: Quebrada San Isidro.

Las quebradas mencionadas anteriormente que pasan a través de los pontones 3, 4 y 5, desembocan en la laguna de Cucunubá la cual se encuentra ubicada al costado norte de la vía a diagnosticas.

Ilustración 20. Laguna de Cucunubá.



Fuente:<http://www.cucunuba-cundinamarca.gov.co/turismo/laguna-de-cucunuba>








En la Tabla 20, se encuentra la ubicación de las alcantarillas por abscisa y en la Tabla 21, se hace una relación del estado actual de las estructuras encole y descole de las alcantarillas existentes a partir de lo observado en Google Earth y de la visita realizada el día 6 de septiembre del año 2020. De los principales problemas observados es la falta de señalización o indicación de estas estructuras de drenaje, ausencia de guarda-ruedas o elementos de protección peatonal y vehicular, abundante vegetación la cual dificulta la visibilidad de dichas estructuras.

Tabla 20. Abscisado de Alcantarillas.








ID Alcantarilla	Abscisa	Cauce
Alc 1	K0+920.159	
Pontón 1	K1+395.426	Rio Suta
Alc 2	K1+608.308	
Alc 3	K2+130.545	
Pontón 2	K2+774.530	Desagüe Guico
Alc 3A	K3+374.225	
Alc 4	K3+833.113	
Pontón 3	K3+948.461	Quebrada Palacio
Alc 5	K4+248.602	
Alc 6	K4+597.871	
Alc 7	K4+900.107	
Alc 8	K5+021.177	
Pontón 4	K5+089.252	Quebrada Pueblo Viejo
Alc 9	K5+445.620	
Alc 10	K6+625.377	
Alc 11	K7+017.708	
Pontón 5	K7+452.666	Quebrada San Isidro
Alc 12	K7+870844	

Fuente: Elaboración propia









Tabla 21. Inventario de drenajes transversales (K0+000.000 AL K7+975.799).

ID	Encole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Descole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Registro fotográfico 6 de septiembre de 2020
	Estado		Estado		
Alc 1	Cabezal		Cabezal		 No se presenta rehabilitación en este drenaje
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda no presenta agrietamientos		El descole no cuenta con un guarda rueda, y no se observa con facilidad debido a la vegetación que la rodea		
Pontón 1	Muro		Muro		
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda presenta agrietamientos, uno de los muros del cabezal está conformado por palos de madera		La estructura no se encuentra debidamente señalizada, el guarda rueda presenta agrietamientos		
Alc 2	Cabezal		Cabezal		
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda presenta agrietamientos y se encuentra casi al nivel de la vía		No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda y se encuentra cubierto por la vegetación		







Continuación de la tabla 21. Inventario de drenajes transversales (K0+000.000 AL K7+975.799).

ID	Encole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Descole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Registro fotográfico 6 de septiembre de 2020
	Estado		Estado		
Alic 3	Cabezal		Cabezal		
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda presenta agrietamientos, se encuentra cubierto por la vegetación	No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, no se observa con facilidad			
Pontón 2	Cabezal		Cabezal		 Rehabilitación del encole y descole por el mantenimiento vial, recalce de los guarda ruedas con una altura aproximada
	No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, no se observa con facilidad	No se encuentra señalizada, el guarda rueda no presenta agrietamientos			
Alic 3A	Cabezal		Cabezal		
	No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, la vegetación de alrededor dificulta su visibilidad	No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, la vegetación de alrededor dificulta su visibilidad			







Continuación de la tabla 21. Inventario de drenajes transversales (K0+000.000 AL K7+975.799).

ID	Encole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Descole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Registro fotográfico 6 de septiembre de 2020
	Estado		Estado		
Alc 4	Cabezal		Cabezal		 Rehabilitación de cabezal de descole
	No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, la vegetación de alrededor dificulta su visibilidad	No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, la vegetación de alrededor dificulta su visibilidad			
Pontón 3	Muro		Muro		
	No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, la contención lateral está hecha con palos de madera, y cuenta con una tubería de vertimiento	No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, sin muros de contención lateral, ni barrera de protección			
Alc 5	Cabezal		Cabezal		 Se observa rehabilitación de las estructuras, debido al mantenimiento de la vía en ese sector
	No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, la vegetación de alrededor dificulta su visibilidad	No se encuentra señalizada, el guarda rueda presenta agrietamientos, la vegetación de alrededor dificulta su visibilidad			







Continuación de la tabla 21. Inventario de drenajes transversales (K0+000.000 AL K7+975.799).

ID	Encole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Descole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Registro fotográfico 6 de septiembre de 2020
	Estado		Estado		
Alc 6	Cabezal		Cabezal		
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda no presenta agrietamientos		No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, la vegetación de alrededor dificulta su visibilidad		
Alc 7	Caja		Muro		
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda no presenta agrietamientos, cuenta con aberturas para conexión con cunetas		Descole sobre muro de contención		
Alc 8	Cabezal		Cabezal		
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda no presenta agrietamientos, la vegetación de alrededor dificulta su visibilidad		No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, interrumpe continuidad del muro de contención		

Continuación de la tabla 21. Inventario de drenajes transversales (K0+000.000 AL K7+975.799).

ID	Encole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Descole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Registro fotográfico 6 de septiembre de 2020
	Estado		Estado		
Ponto 4	Muro		Muro		
	Se encuentra señalizada, el guarda rueda presenta agrietamientos, no hay muros laterales		Se encuentra señalizada, el guarda rueda presenta agrietamientos, no hay muros laterales		
Alc 9	Muro		Muro		
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda presenta agrietamientos y tiene muy poca diferencia con el nivel de la vía, sin muros laterales		No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, sin muros laterales		
Alc 10	Muro		Muro		
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda no presenta agrietamientos, sin muros laterales		No se encuentra señalizada, no cuenta con guarda rueda, sin muros laterales		

Continuación de la tabla 21. Inventario de drenajes transversales (K0+000.000 AL K7+975.799).

ID	Encole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Descole	Imagen (Fuente: G. Earth)	Registro fotográfico 6 de septiembre de 2020
	Estado		Estado		
Alc 11	Muro		Muro		
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda no presenta agrietamientos, sin muros laterales		No se encuentra señalizada, el guarda rueda no presenta agrietamientos, sin muros laterales		
Pontón 5	Muro		Muro		
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda no presenta agrietamientos, sin muros laterales		No se encuentra señalizada, el guarda rueda no presenta agrietamientos, sin muros laterales		
Alc 12	Muro		Muro		
	No se encuentra señalizada, el guarda rueda no presenta agrietamientos, sin muros laterales, abertura para descarga de cuneta en muro		Descole sobre muro de contención		

Fuente: Elaboración propia

9.9. SISTEMA DE DRENAJES LONGITUDINALES (CANALIZACIONES).

No se presenta un adecuado sistema de canalizaciones a lo largo de este corredor vial, esto es posible evidenciarlo en la imágenes adjuntas en la Tabla 15 y la Tabla 21 del presente documento, en donde las canalizaciones existentes denominadas vallados se encuentran dentro del área de los predios adyacentes estas cumple la función de manejar las escorrentías de las zonas destinadas a la agricultura o ganadera, además de que es posible observar a simple vista que debido a la existencia de un cordón forestal en los bordes de la vía establecido por el EOT del municipio de Cucunubá, no existe una adecuada conexión entre la sección de la vía y estos drenajes lo cual ocasiona que en temporadas de lluvias se presenten inundaciones en diversos puntos sobre la vía.

En la Tabla 15, se puede evidenciar que entre la abscisa K5+829.079 y K6+215.637, actualmente existe una cuneta en concreto sobre el borde derecho, la cual descarga sobre un predio (ver Ilustración 21) a lo largo de los 387m de longitud que tiene esta cuneta, es posible observar el poco mantenimiento que se le hace a esta estructura en cuanto a la gran acumulación de sedimentos principalmente tierra, lo cual obstruye el flujo de agua que pasa a través de ella.

Ilustración 21. Punto de descarga de cuneta en concreto.



Fuente: Elaboración propia con el software Google Earth

10. DIAGNÓSTICO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO EXISTENTE.

En el presente capítulo, se desarrolla la revisión y evaluación del corredor vial existente entre Ubaté y Cucunubá. Para esto se tiene en cuenta los requerimientos establecidos por el manual de diseño geométrico del INVIAS del año 2008, como normativa nacional vigente.

De tal forma se procede a realizar el diagnóstico de la vía con la información recolectada en el capítulo anterior, a continuación, se presenta un resumen de los parámetros iniciales que se tienen en cuenta para el análisis del diseño de una vía:

- Tipo de vía: **secundaria**, de acuerdo con el PBOT de Ubaté.
- Ancho de calzada: **6.00m**, establecido en el PBOT de Ubaté.
- Tipo de terreno: **Plano**, definido por el modelo topográfico de la zona.
- Velocidad de diseño: **30 km/h**, indicada en la señalización vial existente.

10.1. DIAGNÓSTICO DE CURVAS HORIZONTALES.

Para el análisis respectivo de las curvas horizontales, se tiene en cuenta una serie de parámetros definidos en el capítulo 2 y capítulo 3 del MDG INVIAS 2008.

Ilustración 22. Diseño geométrico en planta - Corredor vial Ubaté-Cucunubá.



Fuente de elaboración: propia AutoCAD Civil 3D v.20

VELOCIDAD DE DISEÑO.

De acuerdo con la señalización existente, la cual indica que reglamentariamente la velocidad máxima de desplazamiento permitida sobre la vía es de 30 km/h, para efectos de un diagnóstico acorde con los requerimientos mínimos del manual, se trabaja con una velocidad de diseño de **40 km/h.**

Cabe resaltar que este criterio de velocidad no cumple con lo especificado en la tabla 2.1 MDG Invias 2008, la cual establece que una vía catalogada como vía de segundo orden construida sobre un terreno plano su velocidad de diseño no debe ser menor a **60 km/h**

PERALTE.

En relación con la normativa, este corredor vial está categorizado como vía secundaria, por lo tanto se asume que el peralte máximo que actúa sobre las curvas horizontales es el 8%, tomando como referencia lo descrito en el capítulo 3 del manual de diseño geométrico.

CURVAS HORIZONTALES.

En la evaluación de las curvas horizontales se tiene en cuenta el radio de curvatura mínimo establecido en la tabla 3.2 del manual de referencia.

“El radio mínimo ($RC_{mín}$) es el valor límite de curvatura para una Velocidad Específica (V_{CH}) de acuerdo con el peralte máximo ($e_{máx}$) y el coeficiente de fricción transversal máxima ($f_{Tmáx}$). El Radio mínimo de curvatura solo debe ser usado en situaciones extremas, donde sea imposible la aplicación de radios mayores.” (Instituto Nacional de Vías INVIAS 2008)

Tabla 3.2.
Radios mínimos para peralte máximo $e_{máx} = 8\%$ y fricción máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V_{CH}) (km/h)	PERALTE MÁXIMO (%)	COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL $f_{Tmáx}$	TOTAL $e_{máx} + f_{Tmáx}$	RADIO MÍNIMO (m)	
				CALCULADO	REDONDEADO
40	8,0	0,23	0,31	40,6	41
50	8,0	0,19	0,27	72,9	73
60	8,0	0,17	0,25	113,4	113
70	8,0	0,15	0,23	167,8	168
80	8,0	0,14	0,22	229,1	229
90	8,0	0,13	0,21	303,7	304
100	8,0	0,12	0,20	393,7	394
110	8,0	0,11	0,19	501,5	501
120	8,0	0,09	0,17	667,0	667
130	8,0	0,08	0,16	831,7	832

De acuerdo a la velocidad adoptada de 40 km/h, el radio mínimo que debe cumplir cada una de las curvas existentes no debe ser menor a **41.0m**.

Sin embargo, al utilizar la ecuación de equilibrio para calcular el radio mínimo para una velocidad de 30 km/h, se utiliza la tabla 3.1 del MDG INVIAS 2008, para determinar la constante de fricción transversal máxima.

Tabla 3.1.
Coeficiente de fricción transversal máxima

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{CH} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMA f_{Tmax}	0.35	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.09	0.08

$$Rc_{min} = \frac{(30 \frac{Km}{h})^2}{127 \times 8\% + 0.28}$$

Como resultado para una velocidad de 30 km/h, el radio mínimo que debe cumplir el desarrollo de una curva horizontal es de **20m**.

Por otra parte, mediante el software de AutoCAD Civil 3D, se realiza un ajuste de las curvas horizontales en función de los segmentos rectos extraídos de las planchas cartográficas, debido a la poca precisión de la información de las planchas digitales, se procede hacer la evaluación de cada curva, como o una **curva circular simple**, a partir de este criterio se determina el valor aproximado del radio de cada curva presente en la vía, y el cual se compara con el valor mínimo teórico establecido en la tabla 3.2 del MDG INVIAS 2008.

En la siguiente tabla, se hace la relación de la cantidad de curvas horizontales presentes en la vía, con sus respectivas características, para este diagnóstico no se tendrá en cuenta parámetros de diseño como, por ejemplo, tangentes, cuerda larga, flecha, externa.

Tabla 22. Curvas Horizontales existentes.

CURVAS HORIZONTALES EXISTENTES		
Diagrama Curva	Características	
	Curva #	1
	Tipo de curva	Simple
	PC	K0+000.000
	PT	K0+053.675
	Sentido	Derecha
	Radio (m)	72.766
	Longitud (m)	53.675
Observación	El desarrollo inicial de la vía comienza sobre una curva simple	
	Curva #	2
	Tipo de curva	Simple
	PC	K4+580.000
	PT	K4+754.503
	Sentido	Izquierda
	Radio (m)	135.378
	Longitud (m)	174.503
Observación		
	Curva #	3
	Tipo de curva	Simple
	PC	K4+949.214
	PT	K5+034.479
	Sentido	Derecha
	Radio (m)	84.408
	Longitud (m)	85.265
Observación		
	Curva #	4
	Tipo de curva	Simple
	PC	K6+367.711
	PT	K6+476.495
	Sentido	Izquierda
	Radio (m)	297.344
	Longitud (m)	108.784
Observación		

Continuación de la tabla 22. Curvas Horizontales existentes.

CURVAS HORIZONTALES EXISTENTES		
Diagrama Curva	Características	
<p>PI 20: E:1032923.3658, N:1072526.8905 C1: R:94.862m, L:59.955m, Δ:143° 47' 17"</p>	Curva #	5
	Tipo de curva	Simple
	PC	K6+614.987
	PT	K6+674.941
	Sentido	Izquierda
	Radio (m)	94.862
	Longitud (m)	59.995
Observación		
<p>PI 24: E:1033736.7222, N:1072612.7641 C1: R:25.738m, L:29.082m, Δ:115° 15' 43"</p>	Curva #	6
	Tipo de curva	Simple
	PC	K7+445.607
	PT	K7+474.689
	Sentido	Derecha
	Radio (m)	25.738
	Longitud (m)	29.082
Observación		
<p>PI 28: E:1033833.1132, N:1072297.4141 C1: R:993.802m, L:288.800m, Δ:167° 27' 57"</p>	Curva #	7
	Tipo de curva	Simple
	PC	K7+604.988
	PT	K7+893.788
	Sentido	Izquierda
	Radio (m)	993.802
	Longitud (m)	288.800
Observación		

Fuente: Elaboración propia

De lo anterior es importante destacar que, al realizar la evaluación de las curvas existentes, considerando como velocidad de diseño actual los 30 km/h y teniendo en cuenta un radio de curva mínimo, resultante de la ecuación de equilibrio, se puede considerar que las curvas cumplen con los requerimientos mínimos establecidos por el INVIAS. Sin embargo, al evaluar las curvas con la velocidad adoptada de 40 km/h, vale la pena resaltar que la curva #6 no cumple con las condiciones mínimas de diseño bajo estas consideraciones, ya que el radio de curva es menor a 41m.

10.2. PERFIL LONGITUDINAL DE LA VÍA EXISTENTE.

Para evaluar el perfil longitudinal de la vía, se toma como base parámetros descritos en el capítulo 2 y capítulo 4 del manual de diseño geométrico del INVIAS 2008, para este caso de estudio se tomará de referencia el siguiente criterio:

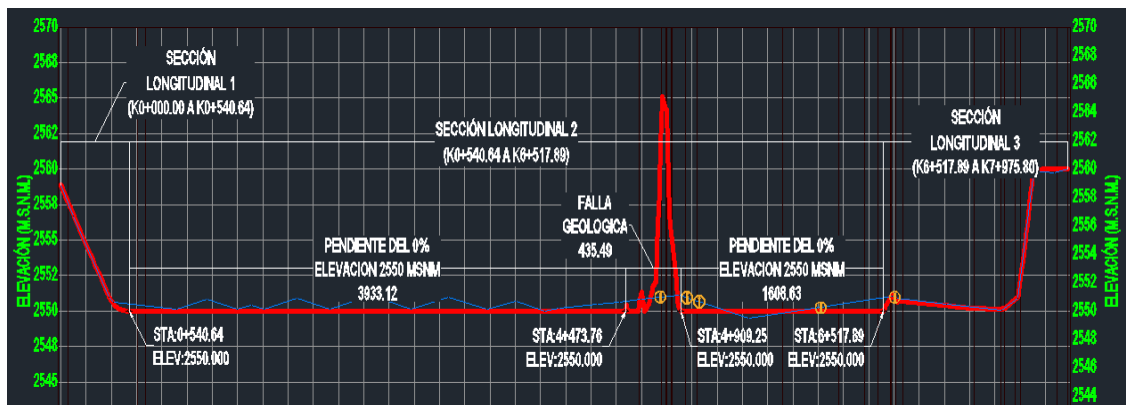
PENDIENTE MÍNIMA.

“La pendiente mínima longitudinal de la rasante debe garantizar especialmente el *escurrimiento fácil de las aguas lluvias en la superficie de rodadura y en las cunetas*”. (Instituto Nacional de Vías INVIAS 2008)

De acuerdo a lo descrito en la normativa vigente, para el diagnóstico del alineamiento vertical de la vía, se asume un valor de pendiente mínima equivalente al **0.30%**, en función del tipo de terreno de la zona debido a que no es posible el desarrollo de una pendiente mínima deseable de 0.50%.

Mediante el software de AutoCAD Civil 3D, se hace la proyección del perfil del terreno a partir del modelo topográfico presentado en el numeral 9.4, sobre el eje de la vía, se tiene en cuenta que debido a la poca precisión de la información cartográfica y que el modelo no contempla las modificaciones topográficas que ha tenido la zona a través de los últimos años.

Ilustración 23. Perfil Longitudinal del corredor vial Ubaté-Cucunubá.



Fuente: Elaboración propia AutoCAD Civil 3D v.20

En este análisis el perfil longitudinal se divide en tres secciones principales: sección longitudinal 1 (K0+000.00 a K0+540.64), sección longitudinal 2 (K0+540.64 a K6+517.89) y Sección longitudinal 3 (K6+517.89 a K7+975.80). Como se describen a continuación:

SECCIÓN LONGITUDINAL 1

De acuerdo con el perfil del terreno sobre el eje de la vía, el cual es generado a partir del modelo topográfico, se presenta el siguiente rango de pendientes -2.60% al -0.10%, en la evaluación de esta sección, este rango de pendientes cumple con el requerimiento mínimo de pendiente, lo que permite un oportuno direccionamiento de aguas lluvias sobre la vía.

SECCIÓN LONGITUDINAL 2

Para el análisis de esta sección, se opta por subdividir el perfil en tres tramos, como es indicado en la Ilustración 23 y los cuales se encuentran delimitados de la siguiente forma:

- Tramo 1: de la abscisa K0+540.64 a la K4+473.76
- Tramo 2 (zona de falla geológica): de la abscisa K4+473.76 a la K4+909.25
- Tramo 3: de la abscisa K4+909.25 a la K6+517.89

Con respecto al perfil de terreno, se puede evidencia que la sección se desarrolla sobre un mismo nivel de elevación, el cual es de 2550 msnm, en otras palabras, indica que no se presenta una pendiente longitudinal. Cabe aclarar que la zona denominada tramo 2 o zona de falla geológica presenta incongruencias en el perfil del terreno debido al grado de precisión del modelo topográfico, pero cómo es posible observar en las imágenes consignadas en la Tabla 15 que se encuentra en el numeral 9.5, el comportamiento topográfico de esta zona es similar a los tramos 1 y 3.

Tomando como referencia el perfil de terreno presentado anteriormente, en el cual se indica que el terreno no presenta pendientes longitudinales, se considera que esta sección del perfil longitudinal en evaluación, no cumple con el requerimiento de pendiente mínima descrito en el manual de referencia, el no cumplimiento de este criterio repercute en un problema del manejo del drenaje de aguas lluvias al punto de generarse empozamientos de agua sobre la vía, además del incremento de la lámina de agua producto la escorrentía que proviene de los predios adyacentes a la vía.

SECCIÓN LONGITUDINAL 3

Del mismo modo se evalúa esta sección, en la cual y de acuerdo al perfil de terreno presentado, se establece un rango de pendientes desde -1.38% hasta 8.30% entre las abscisas K6+517.89 y K7+773.10, en el tramo comprendido entre K7+773.10 y

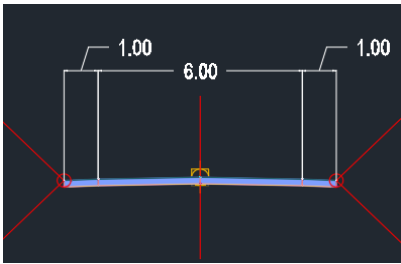
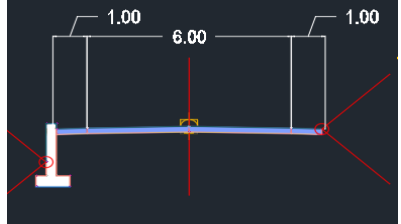
K7+795.80, el terreno se desarrolla sobre el nivel 2560 msnm por lo tanto indica que no se presenta una pendiente longitudinal.

Cabe considerar, que, de acuerdo a la información anterior, se determina que la sección longitudinal 3, cumple con el requerimiento de pendiente mínima hasta la abscisa K7+773.10, sin embargo, a partir de la abscisa menciona hasta la abscisa final la cual representa el final de la vía y por tanto la entrada al área urbana, no cumple con este requerimiento, lo cual representa problemas de drenaje de aguas lluvias sobre la vía.

10.3. SECCIÓN TRANSVERSAL EXISTENTE.

Para la evaluación de la sección transversal existente, se tiene en cuenta los parámetros observados en campo y en el visor de Street View de google Earth, a partir de esta información se determinan 3 tipos de secciones transversales, las cuales se relacionan en la Tabla 23 se estandariza un ancho de calzada de 6m de acuerdo lo descrito en el PBOT del municipio de Ubaté.

Tabla 23. Tipo de secciones transversales existentes.

ESQUEMA	SECCIÓN TRANSVERSAL		
	Tipo de sección	Tipo 1	
	Tipo de calzada	Bidireccional	
	Caract. de la sección	Ancho de sección (m)	8.00
		Ancho de carril (m)	3.00
		Berma (m)	No Aplica
		Cuneta (m)	No Aplica
		Bombeo (%)	0
Abscisado	DE	A	
	K0+000.000	K4+599.560	
	K5+039.120	K7+029.640	
	K7+444.710	K7+479.120	
Observaciones	Cuenta con una franja en tierra con un ancho de 1.00m		
	Tipo de sección	Tipo 2	
	Tipo de calzada	Bidireccional	
	Caract. de la sección	Ancho de sección (m)	8.00
		Ancho de carril (m)	3.00
		Berma (m)	No Aplica
		Cuneta (m)	No Aplica
		Bombeo (%)	0
Abscisado	DE	A	
	K4+599.56	K5+039.120	

ESQUEMA	SECCIÓN TRANSVERSAL		
	Observaciones	Cuenta con una franja en tierra con un ancho de 1.00m. Sobre el borde izquierdo existe un muro de contención	
	Tipo de sección	Tipo 3	
	Tipo de calzada	Bidireccional	
	Caract. de la sección	Ancho de sección (m)	8.00
		Ancho de carril (m)	3.00
		Berma (m)	No Aplica
		Cuneta (m)	No Aplica
		Bombeo (%)	0
	Abscisado	DE	A
		K7+029.640	K7+444.710
		K7+479.120	K7+975.800
Observaciones	Cuenta con una franja en tierra con un ancho de 1.00m. Sobre el borde izquierdo existe un andén peatonal		

Fuente: Elaboración propia

Con base a las anteriores secciones presentadas, se realiza el diagnóstico respectivo con los siguientes criterios definidos en el capítulo 5 del MDG INVIAS 2008:

CALZADA

“La calzada es la parte de la corona destinada a la circulación de los vehículos y está constituida por dos o más carriles, entendiéndose por carril la faja de ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos”. (Instituto Nacional de Vías INVIAS 2008). En el entendido del enunciado, el presente acápite desarrolla la evaluación de las condiciones tanto geométricas como operaciones de la vía de estudio.

Tomando como referencia la tabla 5.2, tomada del MDG INVIAS 2008, se evidencia que el INVIAS no concibe anchos de calzada para velocidades de diseño menores a los 60km/h en zonas planas de vías secundaras.

Tabla 5.2.
Ancho de calzada (metros)

CATEGORIA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V _{TR}) (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano	-	-	-	-	60	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30
	Montañoso	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-
	Montañoso	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	7.30	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	7.30	7.00	7.00	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	7.00	7.30	7.30	7.30	-	-	-
	Montañoso	-	-	6.60	7.00	7.00	7.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	6.00	6.60	7.00	-	-	-	-	-
Terciaria	Plano	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	6.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	6.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-

Con base a lo anterior, al no encontrarse la velocidad de diseño en los parámetros que tiene en cuenta el INVIAS, se puede considerar que la vía en evaluación no cumple con los requerimientos normativos.

Ahora bien, con el ánimo de adelantar una evaluación más amplia en el ámbito normativo, se ha tomado como referencia “*El Plan Vial Departamental de Cundinamarca*” del año 2017, en el cual se describe que las vías de segundo orden, como la del caso, deben tener un ancho de calzada mínimo de 7.30m. Esta premisa se considera válida para el caso de estudio teniendo en cuenta que tal y como se señala en la tabla precitada, este ancho es consecuente, con el ancho mínimo requerido por el INVIAS para una vía secundaria en las condiciones topográficas de la vía de estudio.

PENDIENTE TRANSVERSAL EN ENTRETANGENCIAS HORIZONTALES

“*Es la pendiente que se da a la corona y a la subrasante con el objeto de facilitar el escurrimiento superficial del agua. En entre tangencias horizontales las calzadas deben tener, con el propósito de evacuar las aguas superficiales, una inclinación transversal denominada bombeo, que depende del tipo de superficie de rodadura.*” (Instituto Nacional de Vías INVIAS 2008). De acuerdo a lo anterior se desarrolla la evaluación del bombeo de la vía de acuerdo a lo estipulado en la tabla 5.3 del MDG INVIAS 2008.

Tabla 5.3.
Bombeo de la calzada

TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA	BOMBEO (%)
Superficie de concreto hidráulico o asfáltico	2
Tratamientos superficiales	2-3
Superficie de tierra o grava	2-4

Como es posible observar en la Ilustración 24, la sección actual de la vía no cuenta con una adecuada pendiente transversal, esto producto del desgaste por el tránsito de vehículos pesados, lo cual genera deterioro sobre la carpeta asfáltica.

Ilustración 24. Sección transversal.



Fuente: Elaboración propia fecha 24 de octubre de 2020

Teniendo en cuenta la situación actual, la vía en estudio no cumple con el requerimiento mínimo de bombeo para superficies asfálticas, la no presencia de un bombeo en la vía implica un problema hidráulico relacionado con el drenaje de las aguas lluvias.

BERMAS

“La berma es la faja comprendida entre el borde de la calzada y la cuneta. Cumple cuatro funciones básicas: proporciona protección al pavimento y a sus capas inferiores, que de otro modo se verían afectadas por la erosión y la inestabilidad; permite detenciones ocasionales de los vehículos; asegura una luz libre lateral que actúa psicológicamente sobre los conductores aumentando de este modo la capacidad de la vía y ofrece espacio adicional para maniobras de emergencia aumentando la seguridad.” (Instituto Nacional de Vías INVIAS 2008). De acuerdo al texto anterior, se toma como referencia la tabla 5.4 del MDG INVIAS 2008 con el fin de evaluar este criterio en la vía existente

Tabla 5.4.
Ancho de bermas

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DEL TRAMO HOMOGÉNEO (V _{TR}), km/h									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas ¹	Plano	-	-	-	-	-	-	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Ondulado	-	-	-	-	-	-	2.0/1.0	2.0/1.0	2.5/1.0	2.5/1.0
	Montañoso	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	2.0/1.0	-
	Escarpado	-	-	-	-	-	1.8/0.5	1.8/0.5	1.8/0.5	-	-
Primaria de una calzada	Plano	-	-	-	-	-	-	2.00	2.00	2.50	-
	Ondulado	-	-	-	-	-	1.80	2.00	2.00	2.50	-
	Montañoso	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	1.80	-	-
	Escarpado	-	-	-	-	1.50	1.50	1.80	-	-	-
Secundaria	Plano	-	-	-	-	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Ondulado	-	-	-	1.00	1.00	1.50	1.80	-	-	-
	Montañoso	-	-	0.50	0.50	1.00	1.00	-	-	-	-
	Escarpado	-	-	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-
Terciaria ²	Plano	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Ondulado	-	0.50	1.00	-	-	-	-	-	-	-
	Montañoso	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-
	Escarpado	0.50	0.50	0.50	-	-	-	-	-	-	-

¹ Berma derecha/Berma izquierda

² Berma cuneta

De acuerdo a la tabla anterior, se demuestra que el INVIAS, no establece un ancho de berma para una velocidad de diseño menor a 60 km/h para una vía de segundo orden, además es posible observar en las imágenes contenidas en la Tabla 15 del numeral 9.5 y en la Ilustración 24, que la vía actual no presenta bermas a lo largo del todo el recorrido, a partir de esta evaluación se determinará que no cumple con los criterios establecidos en el presente manual de referencia.

Priorizando los objetivos de este proyecto, en el capítulo 11, se desarrollará una solución para que en su totalidad los elementos de construcción geométrica, perfil longitudinal y sección transversal se ajusten a los requerimientos mínimos normativos.

11. DISEÑO GEOMÉTRICO TEÓRICO.

En el presente capítulo se procede hacer la proyección del diseño geométrico de la vía Ubaté – Cucunubá, tomando con referencia los criterios establecidos en el manual de diseño geométrico del INVIAS del año 2008, asimismo se busca dar una solución adecuada a los elementos del diseño geométrico existente que de acuerdo a la evaluación realizada no cumple con los requerimientos mínimos establecidos por esta normativa vigente. Dando alcance al cumplimiento de los objetivos establecidos para el desarrollo de este proyecto.

Es necesario establecer los parámetros iniciales para el desarrollo teórico del proyecto, los cuales se encuentran a continuación:

- Tipo de vía: **secundaria**
- Ancho de calzada: **7.30m**, de acuerdo al Plan Vial Departamental de Cundinamarca
- Tipo de terreno: **Plano**

Ilustración 25. Diseño geométrico propuesto - Corredor vial Ubaté-Cucunubá.



Fuente de elaboración: propia AutoCAD Civil 3D v.20

11.1. DISEÑO GEOMÉTRICO DEL EJE EN PLANTA.

El diseño geométrico del eje proyectado, tiene un desarrollo ajustado sobre la vía existente, con la premisa de cumplir con la mayoría de los parámetros establecidos en los capítulos 2 y 3 del MDG INVIAS 2008.

Tomando como referencia el diagnóstico presentado en el capítulo anterior, se procede hacer la proyección del diseño geométrico, ajustado sobre la vía existente, el cual está desarrollado para el cumplimiento de los siguientes criterios:

VELOCIDAD DE DISEÑO

Para la selección de la velocidad de diseño, se toma como referencia la tabla 2.1 del MDG INVIAS 2008, en la cual establece la relación de la velocidad con el tipo de terreno y la categoría de la vía.

Tabla 2.1.
Valores de la Velocidad de Diseño de los Tramos Homogéneos (V_{TR}) en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano					60					
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Primaria de una calzada	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Secundaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Terciana	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										

De acuerdo a lo anterior la vía de Ubaté – Cucunubá, es una vía de segundo orden sobre un terreno plano, para la cual se debe desarrollar una velocidad de diseño no menor a **60 km/h**.

VEHÍCULO DE DISEÑO.

El vehículo de diseño, es aquel vehículo representativo que puede circular a través de una vía. En la tabla 2.4 del MDG INIVAS 2008, se encuentra los vehículos de diseño que son adoptados para el análisis geométrico de las curvas horizontales.

Tabla 2.4.
Nomenclatura empleada para la descripción de los vehículos de diseño

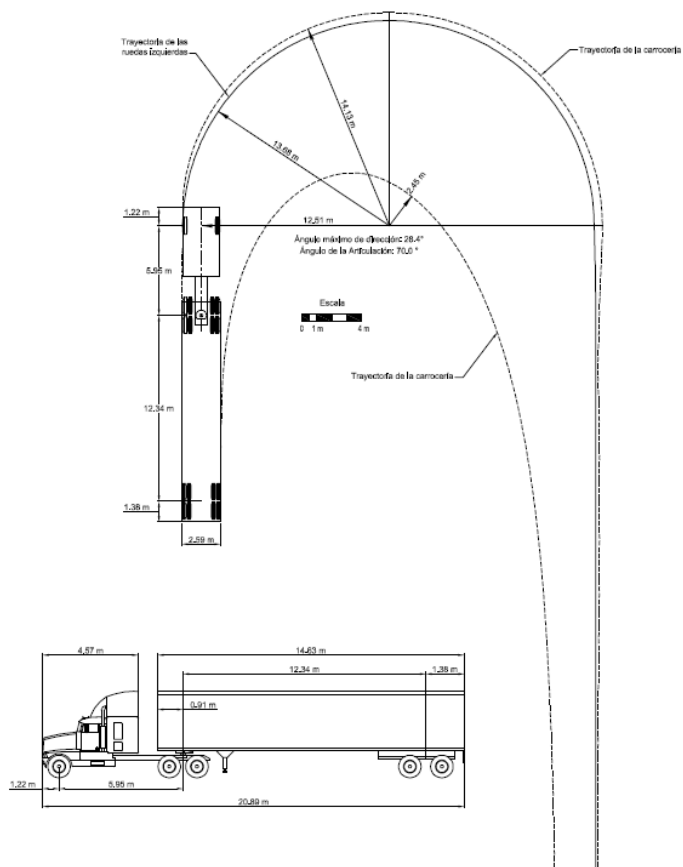
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
Vehículo liviano	-
Bus mediano	-
Bus grande	-
2	Camión de dos (2) ejes - Camión sencillo
3	Camión de tres (3) ejes - Dobletroque
3S2	Tractocamión de tres (3) ejes con Semirremolque de dos (2) ejes

Se define el 3S2 como vehículo de diseño, teniendo en cuenta la principal actividad económica del municipio de Cucunubá. En la tabla 2.5 tomada del MDG INVIAS 2008, se presentan las dimensiones de los diferentes tipos de vehículos de diseño y en la Ilustración 26 el esquema de dimensiones y trayectorias del vehículo seleccionado.

Tabla 2.5.
Dimensiones principales de los vehículos de diseño

CATEGORÍA	LONGITUD TOTAL (m)	ANCHO (m)	LONGITUD TRACTOCAMIÓN (m)	LONGITUD SEMIRREMOLQUE (m)	FIGURA No.
Vehículo liviano	5.00	1.80	-	-	2.2.
Bus mediano	10.91	2.44	-	-	2.3.
Bus grande	13.00	2.60	-	-	2.4.
2	11.00	2.50	-	-	2.5.
3	11.40	2.50	-	-	2.6.
3S2	20.89	2.59	4.57	14.63	2.7.

Ilustración 26. Esquema de dimensiones y trayectoria de giro para un Camión 3S2.



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, INVIAS-2008, Capítulo 2 Controles para el Diseño Geométrico.

PERALTE.

En vías de categoría primaria y secundaria el MDG INVIAS 2008, estable un peralte máximo equivalente al ocho por ciento (8%). El peralte seleccionado para cada una de las curva debe cumplir con el criterio de radio mínimo, de acuerdo a la tabla 3.4 del MDG Invias 2008,

Tabla 3.4.
Radios (R_C) según Velocidad Específica (V_{CH}) y Peraltes (e) para $e_{m\acute{a}x} = 8\%$.

e (%)	$V_{CH} = 40$ km/h R (m)	$V_{CH} = 50$ km/h R (m)	$V_{CH} = 60$ km/h R (m)	$V_{CH} = 70$ km/h R (m)	$V_{CH} = 80$ km/h R (m)	$V_{CH} = 90$ km/h R (m)	$V_{CH} = 100$ km/h R (m)	$V_{CH} = 110$ km/h R (m)	$V_{CH} = 120$ km/h R (m)	$V_{CH} = 130$ km/h R (m)
1,5	784	1090	1490	1970	2440	2970	3630	4180	4900	5360
2,0	571	791	1090	1450	1790	2190	2680	3090	3640	4000
2,2	512	711	976	1300	1620	1980	2420	2790	3290	3620
2,4	463	644	885	1190	1470	1800	2200	2550	3010	3310
2,6	421	587	808	1080	1350	1650	2020	2340	2760	3050
2,8	385	539	742	992	1240	1520	1860	2160	2550	2830
3,0	354	496	684	916	1150	1410	1730	2000	2370	2630
3,2	326	458	633	849	1060	1310	1610	1870	2220	2460
3,4	302	425	588	790	988	1220	1500	1740	2080	2310
3,6	279	395	548	738	924	1140	1410	1640	1950	2180
3,8	259	368	512	690	866	1070	1320	1540	1840	2060
4,0	241	344	479	648	813	1010	1240	1450	1740	1950
4,2	224	321	449	608	766	948	1180	1380	1650	1850
4,4	208	301	421	573	722	895	1110	1300	1570	1760
4,6	192	281	395	540	682	847	1050	1240	1490	1680
4,8	178	263	371	509	645	803	996	1180	1420	1610
5,0	163	246	349	480	611	762	947	1120	1360	1540
5,2	148	229	328	454	579	724	901	1070	1300	1480
5,4	136	213	307	429	549	689	859	1020	1250	1420
5,6	125	198	288	405	521	656	819	975	1200	1360
5,8	115	185	270	382	494	625	781	933	1150	1310
6,0	106	172	253	360	469	595	746	894	1100	1260
6,2	98	161	238	340	445	567	713	857	1060	1220
6,4	91	151	224	322	422	540	681	823	1020	1180
6,6	85	141	210	304	400	514	651	789	982	1140
6,8	79	132	198	287	379	489	620	757	948	1100
7,0	73	123	185	270	358	464	591	724	914	1070
7,2	68	115	174	254	338	440	561	691	879	1040
7,4	62	107	162	237	318	415	531	657	842	998
7,6	57	99	150	221	296	389	499	621	803	962
7,8	52	90	137	202	273	359	462	579	757	919
8,0	47	83	113	168	229	304	394	501	667	832

En relación con la normativa, este corredor vial está categorizado como vía secundaria, por lo tanto se asume que el peralte máximo que actúa sobre las curvas horizontales es el 8%, tomando como referencia lo descrito en el capítulo 3 del manual de diseño geométrico.

Mediante la tabla 3.6 del manual de referencia, se determina la longitud de transición de peraltes en función de la velocidad específica de cada curva.

Tabla 3.6.
Valores máximos y mínimos de la pendiente longitudinal para rampas de peraltes

VELOCIDAD ESPECÍFICA (V _{CH}) (km/h)	PENDIENTE RELATIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA (%)	MINIMA (%)
20	1.35	0.1 x a
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	
60	0.60	
70	0.55	
80	0.50	
90	0.47	
100	0.44	
110	0.41	
120	0.38	
130	0.38	

RADIO DE CURVATURA MÍNIMO (R_{Cmin})

De acuerdo a la tabla 5.2 del MDG Invias 2008, que se encuentra en el numeral 10.1 del capítulo anterior establece que el radio de curvatura mínimo que se debe desarrollar en curvas horizontales en función de una velocidad de 60 km/h equivale a **113.0 m**, de acuerdo a este criterio las curvas horizontales existentes #1, #3, #5 y #6 no cumplen con este requerimiento.

Con la premisa de buscar una solución al cumplimiento de los requerimientos mínimos descritos en el MDG, en el anexo 1 se presenta la memoria de cálculo correspondiente la proyección del diseño geométrico. A continuación, se presenta como ejemplo el cálculo correspondiente de la curva #1, teniendo en cuenta los siguientes datos de entrada:

Tabla 24. Datos de entrada para el diseño de la curva #1

<u>Datos Entrada</u>			
Coordenadas Referencia	B.O.P	Este	1029072.387
		Norte	1077660.313
	P.I #1	Este	1029113.84
		Norte	1077628.152
Velocida Diseño		60	km/h
Cuerda		10	c/m
Peralte		8.0%	
Coeficiente de fricción Transversal (Cft)		0.17	
ANGULOS AUXILIARES		90	
		180	
Ancho de Calzada		7.3	m
Pendiente relativa de la Rampa		0.60%	
Variación de la Aceleración Centrifuga (J)		0.7	m/s ³

Fuente: Elaboración propia

A partir de los anteriores datos, se realiza el cálculo del rumbo, azimut y distancia horizontal desde el BOP y el punto de intersección #1

Tabla 25. Cálculo de elementos de la curva horizontal.

Puntos	Coordenadas		Rumbo	Formato ° ' "						Rumbos	Azimut	Distancia Horizontal (m)		
	Norte	Este	Centesimal	G°	m'	s"	°	'	"					
B.O.P.	1077660.313	1029072.387												
			52.1942	52	11.6542	11	39.2502	39	°	'	"	S 52°11'39" E	127°48'21"	52.466
P.I. # 1	1077628.152	1029113.840												

ELEMENTOS DE LA CURVA HORIZONTAL													
No. DE CURVA	SENTIDO	Δ	RADIO				T (m)	Gc	LC (m)	CL (m)	EXT (m)	M (m)	Verificación
			Rc _{min}	Rad. Actual	Rad. Cal.	Verificación							
#1	DER	19°29'45"	113.000	72.766	113.386	Cumple	19.413	5°04'19"	38.438	38.265	1.655	1.631	SI DEFLECTA

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo de los cálculos respectivos de los elementos de la curva horizontal #1, Tabla 25, se tiene en cuenta el criterio de velocidad de diseño de 60 km/h, de acuerdo a lo anterior, el radio actual de la curva no cumple con el requerimiento del radio mínimo, por lo tanto se emplea la ecuación de equilibrio para calcular el valor del radio y comparar con el valor de referencia de la tabla 3.2 del MDG Invias 2008, como resultado el radio de curva mínimo por ecuación de 113.366m y el valor por tabla es de 113.00m, con base al anterior procedimiento en el cálculo de los demás elementos se toma como valor de referencia un radio de curva de **113.0m**.

A partir de los cálculos anteriores se procede hacer el cálculo del Abscisado correspondiente a la curva #1, en primer lugar, se determina la abscisa del PI#1, el cual corresponde a la distancia horizontal desde el BOP al PI#1, con este valor de se calcula la abscisa del PC#1, restando del PI#1 la tangente de la curva (T), y por último la abscisa del PT#1 se halla sumando las abscisas del PC#1 con la longitud de curva (LC).

Tabla 26. Abscisado curva #1

ABSCISADOS GENERALES		
Elemento	PUNTO	ABSCISADO
BOP	Absc. B.O.P	K0+000.000
Curva #1	Absc. PC#1	K0+033.053
	Absc. PI#1	K0+052.466
	Absc. PT#1	K0+071.491

Fuente: Elaboración propia

Con la información anterior se procede a realizar el cálculo de las coordenadas por el método de deflexión metro, presente en la siguiente tabla

Tabla 27. Cálculo de coordenadas por el método de deflexiones metro.

METODO DEFLEXIONES METRO							
PUNTOS	ABSC.	CUERDA	DEFLEXIÓN	DEFLEXIÓN ACUMULADA	CL	COORDENADA NORTE	COORDENADA ESTE
BOP	K0+000.000					1077660.313	1029072.3870
RECTA							
PC#1	K0+033.053	0.0000	0°00'00"			1077640.052	1029098.5023
CURVA 1	K0+040.000	6.9466	1°45'42"	1°45'42"	6.95	1077635.6261	1029103.8581
	K0+050.000	10.0000	2°32'10"	4°17'52"	16.94	1077628.6964	1029111.0679
	K0+060.000	10.0000	2°32'10"	6°50'02"	26.89	1077621.1565	1029117.6367
	K0+070.000	10.0000	2°32'10"	9°22'11"	36.79	1077613.0654	1029123.5132
PT#1	K0+071.491	1.4909	0°22'41"	9°44'52"	38.265	1077611.8157	1029124.3272
RECTA							

Fuente: Elaboración propia

Por medio del software AutoCAD Civil 3D, se realiza una comparación de la información presentada en la memoria de cálculo, y se presentan diferencias en centímetros en los Abscisados de cada curva, esto se debe al grado de exactitud que posee el software.

11.2. DISEÑO DEL PERFIL DEL EJE DE LA VÍA.

De acuerdo al diagnóstico del perfil longitudinal del terreno elaborado en el capítulo anterior, se realiza la proyección del perfil longitudinal de la vía sobre el trazado del nuevo del eje horizontal, con el objetivo de cumplir con los siguientes parámetros establecidos en el capítulo 4 procedente manual de diseño geométrico de INVIAS 2008:

PENDIENTE MÍNIMA.

De acuerdo a las condiciones topográficas de la zona, es necesario adoptar para el desarrollo del perfil longitudinal, una pendiente mínima del **0.30%**, la cual permita un adecuado manejo de la escorrentía del agua lluvia.

LONGITUD MÍNIMA

“Las tangentes verticales con Velocidad Específica mayor a cuarenta kilómetros por hora ($VTV > 40 \text{ km/h}$) no podrán tener una longitud menor a la distancia recorrida en diez segundos (10 s) a dicha velocidad, longitud que debe ser medida como proyección horizontal entre PIV y PIV” (Instituto Nacional de Vías INVIAS 2008).

De acuerdo al anterior párrafo y tomando como referencia la tabla 4.3 del manual de referencia, para una velocidad de 60 km/h, la longitud mínima de la tangente vertical es equivalente a **170.0m**.

Tabla 4.3.
Longitud mínima de la tangente vertical

VELOCIDAD ESPECÍFICA DE LA TANGENTE VERTICAL V_{TV} (km/h)	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
LONGITUD MÍNIMA DE LA TANGENTE VERTICAL (m)	40	60	80	140	170	195	225	250	280	305	335	360

PARAMETROS DE LAS CURVAS VERTICALES

En función de la velocidad de diseño adoptada, se toma de referencia los valores de la tabla 4.4 del MDG INVIA 2008, los criterios de operación para el desarrollo de las curvas verticales asumidas para este modelo teórico.

Tabla 4.4.
Valores de K_{min} para el control de la distancia de visibilidad de parada y longitudes mínimas según criterio de operación en curvas verticales

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_{cv} (km/h)	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA (m)	VALORES DE K_{min}				LONGITUD MÍNIMA SEGÚN CRITERIO DE OPERACIÓN (m)
		CURVA CONVEXA		CURVA CÓNCAVA		
		CALCULADO	REDONDEADO	CALCULADO	REDONDEADO	
20	20	0.6	1.0	2.1	3.0	20 ⁽¹⁾
30	35	1.9	2.0	5.1	6.0	20 ⁽¹⁾
40	50	3.8	4.0	8.5	9.0	24
50	65	6.4	7.0	12.2	13.0	30
60	85	11.0	11.0	17.3	18.0	36
70	105	16.8	17.0	22.6	23.0	42
80	130	25.7	26.0	29.4	30.0	48
90	160	38.9	39.0	37.6	38.0	54
100	185	52.0	52.0	44.6	45.0	60
110	220	73.6	74.0	54.4	55.0	66
120	250	95.0	95.0	62.8	63.0	72
130	285	123.4	124.0	72.7	73.0	78

⁽¹⁾ La adopción de este valor tiene como finalidad garantizar unas mínimas condiciones de estética a las carreteras, y por consiguiente de comodidad para los usuarios.

De la tabla anterior se determina que los valores de K_{min} para curvas convexas de **11**, para curvas cóncavas de **18** y una longitud de curva mínima por criterio de operación de **36.0m**

Para el desarrollo de las curvas verticales propuestas, se toma como referencia las estructuras hidráulicas como puntos intermedios o bajos, y a partir de estos la proyección de puntos altos de acuerdo al desarrollo de la pendiente mínima.

De este modo se presenta una solución con criterios mínimos para el desarrollo de este perfil, en el anexo 2 se presenta la correspondiente memoria de cálculo de la proyección del diseño del eje vertical. De un modo similar a lo presentado en el diseño geométrico del eje proyectado, a modo de ejemplo se procede con la

explicación de los cálculos tomando como referencia la curva vertical #1, de acuerdo con los siguientes datos de entrada:

Tabla 28. Datos de entrada para el diseño de curvas verticales.

Datos de Entrada		
Velocidad Diseño	60	km/h
Distancia de Visibilidad	82.99	m
Distancia de Visibilidad	85.00	m
Kmin	Convexa	11
	Concava	18

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el cálculo de la distancia de visibilidad de parada con la ecuación de la siguiente ecuación:

$$Dp = 0.695 \times V_e + \frac{V_e^2}{87.18}$$

Se realiza una comparación entre este resultado con el valor establecido en la tabla 2.6 del MDG Invias 2008, de acuerdo con esto se toma el valor referenciado en la tabla, para realizar los cálculos respectivos de longitud mínima y el parámetro K, ver Tabla 29.

Tabla 2.6.
Distancias de visibilidad de parada en tramos a nivel

VELOCIDAD ESPECÍFICA V_e	DISTANCIA PERCEPCIÓN-REACCIÓN	DISTANCIA DURANTE EL FRENADO A NIVEL	DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA	
			CALCULADA	REDONDEADA
(km/h)	(m)	(m)	(m)	(m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	83.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

Teniendo en cuenta el perfil topográfico generado en el software AutoCAD Civil 3D, se procede a realizar el trazado del perfil longitudinal de la vía proyectada, a partir de este paso, se extrae la información correspondiente al No. PVI (Point Vertical

Intersection), la abscisa y elevación del PVI, la pendiente de entrada y salida, y el tipo de curva, como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla 29. Cálculo de elementos de la curva vertical #1.

Curvas Verticales																	
No. PVI	No. Curva	PVI Abscisa	Distancia Horizontal PVI	PVI Elevación	S1	S2	A= S1-S2	Tipo de curva	Criterio de la Longitud Vertical				L _{min} (m)	K _{min}	K	K _{max}	E (m)
									Dp<L (m)	Dp>L (m)	Criterio de Drenaje (m)	Criterio de Operación (m)					
1	BOP	K0+000.000	0.000	2558.890	--	-2.07%	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2	1	K0+326.740	326.740	2552.117	-2.07%	-0.50%	1.57%	Convexa	0.263	-1.415	0.785	36.000	17.239	22.930	11.000	50	0.034

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se calcula A que es el valor absoluto de la diferencia entre pendientes, luego se procede a determinar los criterios de la longitud vertical, de acuerdo a lo descrito en capítulo 4 del manual de referencia, para determinar el valor de la longitud mínima y el K_{min}, se calculan por medio de las siguientes ecuaciones para curvas convexas:

$$L_{min} = \frac{A \times Dp^2}{658} \quad K_{min} = \frac{L}{A}$$

Y por último se calcula el valor de la externa (E) de la curva vertical, teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$E = \frac{A \times L}{800}$$

Por medio del software AutoCAD Civil 3D, se realiza una comparación de la información presentada en la memoria de cálculo, se presentan diferencias en cuanto a la longitud mínima, debido al grado de exactitud del software, además se tiene en cuenta que en el software la proyección de las curvas se realiza en función del parámetro K, si por el contrario se realiza la proyección a partir del criterio de operación, el parámetro K sobre pasa el valor de 50 definido como K_{max} en el manual de diseño geométrico, esto es debido a que en el desarrollo del eje vertical se está trabajando con pendientes mínimas.

En el modelo se procede hacer una corrección de la longitud de cada curva, con la finalidad de que cada valor este redondeado a un valor entero.

11.3. SECCIÓN TRANSVERSAL.

De acuerdo a los criterios evaluados de la sección transversal existente, en el numeral 10.3 del capítulo anterior, se define los elementos y dimensiones que hacen

parte de esta propuesta teórica, la cual busca cumplir con los criterios mínimos para el adecuado cumplimiento del manual de diseño geométrico del INVIAS, se toma como referencia los tres tipos de secciones evaluadas anteriormente, pero presentando modificaciones en el ancho de calzada, de acuerdo con el criterio establecido tanto por el INVIAS como por el Plan Vial de Departamental de Cundinamarca, el cual establece un ancho de calzada de **7.30m**, proyección de bermas en ambos costados de **1.00m** de ancho y un bombeo o pendiente transversal de dos por ciento (**2%**). Con base a lo anterior a continuación se presentan los esquemas de las secciones tipo:

Tabla 30. Secciones Transversales Teóricas.

SECCIONES TRANSVERSALES		
Tipo de sección	Tipo 1	
Tipo de calzada	Bidireccional	
Características de la Sección	Ancho de sección (m)	9.30
	Ancho de carril (m)	3.65
	Berma (m)	1.00
	Cuneta (m)	No Aplica
	Bombeo (%)	2
Abscisado	Inicio	Final
	K0+000.00	K4+560.00
	K5+060.00	K6+680.00
Tipo de sección	Tipo 2	
Tipo de calzada	Bidireccional	
Características de la Sección	Ancho de sección (m)	9.30
	Ancho de carril (m)	3.65
	Berma (m)	1.00
	Cuneta (m)	No Aplica

SECCIONES TRANSVERSALES		
	Bombeo (%)	2
Abscisado	Inicio	Final
	K4+560.00	K5+060.00
Observaciones	Muro de contención sobre el borde izquierdo	
Tipo de sección	Tipo 3	
Tipo de calzada	Bidireccional	
Características de la Sección	Ancho de sección (m)	9.30
	Ancho de carril (m)	3.65
	Berma (m)	1.00
	Cuneta (m)	No Aplica
	Bombeo (%)	2
Abscisado	Inicio	Final
	K6+680.00	K7+400.00
	K7+520.00	K7+975.62
Observaciones	Andén peatonal sobre el borde izquierdo	

Fuente: Elaboración propia

A partir del modelo digital en tres dimensiones, en el anexo 4, se presentan las secciones transversales correspondientes al diseño proyectado, en el cual se presenta una sectorización de la estructura de pavimento la cual es asumida y por lo tanto para su definición requiere un estudio detallado del suelo y el tránsito de la zona, taludes de corte y relleno generados con referencia al modelo topográfico, por lo tanto, al realizar un estudio de mayor detalle puede presentarse variaciones tanto en volúmenes como en área de corte y relleno.

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- A partir de la anterior evaluación y tomando como referencia los criterios de diseño establecidos por el manual de diseño geométrico, cabe resaltar que de acuerdo a la funcionalidad de la vía sea categorizada como de segundo orden, ante la normativa del municipio de Ubaté y el MDG, esta vía posee parámetros de diseño referenciados para una vía terciaria.
- Debido a la emergencia sanitaria que se afronta el país, no fue posible el cumplimiento de uno del objetivo de evaluar las pendientes longitudinales y niveles de la vía en función de la cota de inundación de la zona.
- Se debe realizar un análisis detallado del nivel de tránsito sobre este corredor vial, ya que por medio de la información que se recolecte mediante aforos, y de acuerdo a lo resultados y el análisis, se puede determinar si la capacidad de vehicular que transita por esta vía, está acorde con el ancho de carril establecido por la normativa, o en su defecto debe proponerse un ancho que sea efectivo para una adecuada circulación.
- De acuerdo a la principal actividad económica del municipio de Cucunubá y pertenecer al grupo de municipios mineros que conforman la denominada troncal del carbón, se deben establecer programas más estrictos referidos al mantenimiento vial en la zona.
- Con un programa más riguroso del mantenimiento de la vial, se pueden optimizar los tiempos de desplazamiento entre estos dos centros urbanos, actualmente por las condiciones de la vía afecta directamente la velocidad de los vehículos y por ende el tiempo de recorrido, esto trae implicaciones cuando se trate de atender emergencias en las zonas urbanas o en las veredas.
- Cuando las condiciones de la zona impiden físicamente generar sobre anchos en una curva horizontal, la cual no cumpla con el criterio de radio mínimo, operativamente se puede solucionar con la instalación adecuada de señalización vertical
- Es de vital importancia y para un adecuado cumplimiento de la normativa, realizar un análisis del perfil longitudinal de la vía a través de un detallado levantamiento topográfico, con la finalidad verificar exactamente en qué sectores la vía debe aumentar su nivel de rasante, para el cumplimiento de la pendiente longitudinal, además de verificar si la separación entre estructuras hidráulicas es suficiente para el drenaje de aguas lluvias o por el contrario es necesario la construcción de alcantarillas adicionales.
- Para un adecuado manejo de las aguas lluvias de la calzada como las que provienen de los predios adyacentes, se recomienda la instalación de

cunetas, o generar puntos de conexión con los canales naturales, para un adecuado drenaje de la escorrentía.

- Se recomienda que, en la sección de la vía, se realice la instalación de bermas sobre los bordes, con la finalidad de generar una zona para algún evento de mantenimiento vehicular, el cual no afecte la circulación sobre este corredor, además esta franja cumple la función de dar un espacio en la vía para el libre y seguro tránsito de ciclistas y peatones.
- Se recomienda hacer trabajos de rehabilitación en las estructuras hidráulicas (alcantarillas) en donde los guarda ruedas sean pintados y que la vegetación adyacente sea removida para que sean fácilmente identificables, debido a que la vía no presenta iluminación en horas de la noche, buscando prevenir accidentes.
- Se recomienda instalar barandas de seguridad sobre los bordes de los pontones en función de prevenir accidentes sobretodo en horas de la noche, debido a que el corredor vial presenta deficiencias en tema de iluminación.

13. BIBLIOGRAFÍA.

Agudelo Ospina, J. J. 2002. Diseño Geométrico de Vías (Ajustado al Manual Colombiano). Medellín. Universidad Nacional de Colombia Fecha de consulta el 20 de marzo de 2020

Alcaldía de Cucunubá. 2000. Decreto N°016/2000 Esquema de Ordenamiento Territorial. Municipio de Cucunubá, Ubaté. Fecha de consulta el 20 de marzo de 2020

Alcaldía del Municipio de Ubaté. 2003. Acuerdo N°017/2003 Por Medio Del Cual Se Ajusta El Plan De Ordenamiento Territorial Y Se Ajusta Como Plan Básico De Ordenamiento Territorial. Municipio de Ubaté, Ubaté. Fecha de consulta el 20 de marzo de 2020

American Association of State Highway and Transportation Officials. 2001. A policy on geometric design of highways and streets. Washington DC: American Association of State Highway and Transportation Officials. Fecha de consulta el 21 de marzo de 2020

California Department of Transportation. 2017. Highway design manual. Sacramento, California, Estados Unidos: Sexta. Fecha de consulta el 21 de marzo de 2020

New York Department of Transportation. 2018.. Highway design manual, Chapter 2. www.dot.ny.gov. Obtenido de https://www.dot.ny.gov/divisions/engineering/design/dqab/hdm/hdmrepository/c_hapt_02.pdf#page=18&zoom=100,0,569 Fecha de consulta el 21 de marzo de 2020

Cámara de Comercio de Bogotá. 2008. Cámara de Comercio de Bogotá. Fecha de consulta el 21 de marzo de 2020, de Caracterización económica y empresarial Provincia de Ubaté: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/2889>

Cárdenas Grisales, J. 2013. Diseño Geométrico de Carreteras (2 ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones. Fecha de consulta el 17 de marzo de 2020

Instituto Nacional de Vías - INVIAS. 2008. Glosario de Manual de diseño geométrico de carreteras. Fecha de consulta el 21 de marzo de 2020, de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/glosarios/1017->

Instituto Nacional de Vías - INVIAS. 2008. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Colombia. Fecha de consulta el 20 de marzo de 2020 <https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/documentos-tecnicos1>

Instituto Nacional de Vías - INVIAS. 2009. Manual de Drenaje para Carreteras. Colombia. Fecha de consulta el 19 de marzo de 2020

Instituto Nacional de Vías - INVIAS. 2016. Manual de Mantenimiento de Carreteras. Colombia. Fecha de consulta el 21 de marzo de 2020 <https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/documentos-tecnicos1>

Mannering, F. L., & Washburn, S. S. 2016. Principles of Highway Engineering and Traffic Analysis (Fifth Edition ed.). Estados Unidos. Fecha de consulta el 21 de marzo de 2020

Revista Semana. 4 de abril de 2012. Nuevas emergencias en Cundinamarca a cuenta de las lluvias. Fecha de consulta el 28 de febrero de 2020. Obtenido de Semana.com: <https://www.semana.com/nacion/articulo/nuevas-emergencias-cundinamarca-cuenta-lluvias/256699-3>

Pérez V., G. J. octubre de 2005. Banco de la Republica de Colombia. Fecha de consulta el 21 de marzo de 2020, de La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia: https://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-64.pdf

Osorio Baquero, I. 18 de enero de 2014. Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de Breve reseña histórica de las vías en Colombia: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/issue/view/73>

Departamento Administrativo Nacional de Estado - DANE. 30 de agosto de 2011. DANE. Obtenido de Reporte final de áreas afectadas por inundaciones 2010 – 2011:

https://www.dane.gov.co/files/noticias/Reunidos_presentacion_final_areas.pdf
Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Geoportal Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Planchas escala 1:10.000 de los municipios de la Villa de San Diego de Ubaté y Cucunubá Obtenido de <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/consulta-de-planchas>

Google. Google Earth. Obtenido de <https://earth.google.com/web/@5.28085402,->

73.80204283,2554.00479606a,11644.37474221d,35y,0.00005231h,1.98016055t,0r

Duque Torres Luis E. 2012. Pontificia universidad católica del ecuador. Obtenido de diseño geométrico de la vía de acceso al parque nacional Cotopaxi: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6394> Fecha de consulta 22 de marzo de 2020

Parra Ushca Cristian F. 2012. Universidad Técnica De Ambato. Obtenido de Análisis de la estructura y del diseño geométrico de la vía las Américas – Santa Martha del cantón Pastaza, provincia de Pastaza para facilitar el tráfico vehicular y optimizar la producción agrícola: <https://repositorio.uta.edu.ec/> Fecha de consulta 22 de marzo de 2020

Castaño Patiño Julio F. & Varela Giraldo Mauricio. Agosto de 2015. Universidad Libre Seccional Pereira. Obtenido de Diagnóstico del estado actual de la vía que comunica el corregimiento de Boquía a la entrada del municipio de Salento en el departamento del Quindío: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17133/DIAGNOSTICO%20DEL%20ESTADO%20ACTUAL%20DE%20LA%20VIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Fecha de consulta 22 de marzo de 2020

Rey Caraballo Néstor C. febrero de 2018. Universidad Santo Tomás sede Villavicencio. Obtenido de Diagnóstico de la vía antigua al municipio de Restrepo-Meta, km 1, sector Ranchón del Maporal y estación de servicio Cimarrón y propuesta de la estructura del pavimento flexible: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12357/2018n%C3%A9storrey.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Fecha de consulta 22 de marzo de 2020

Zea Bueno José L. & Ortiz Moreno Gustavo A. & Zamudio Maldonado Pablo A. 2009. Universidad La Salle. Obtenido de Diagnóstico de la vía actual y propuesta de diseño geométrico del tramo comprendido entre el k0+000 hasta el k3+000 de la vía municipio de tena - los Alpes (Cundinamarca): https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1188&context=ing_civil Fecha de consulta 22 de marzo de 2020

Zamora Fandiño Nélide & Barrera Reyes Oscar L. octubre de 2012. Escuela De Administración Y Negocios - EAN. Obtenido de Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia:

<https://repository.ean.edu.co/bitstream/handle/10882/3405/ZamoraNelida2012.pdf?sequence=5&isAllowed=y> Fecha de consulta 22 de marzo de 2020

Cárdenas Rodríguez Leidy M. 2018. Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de Diagnóstico de la geometría de la autopista norte entre la calle 81 y la diagonal 83–intersección calle 82 en la ciudad de Bogotá: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/21266> Fecha de consulta 22 de marzo de 2020

Carrión Rincón Camilo A. & Ramírez Cardona Ingrid E. octubre de 2018. Universidad Católica de Colombia. Obtenido de Diagnóstico para el mejoramiento de la vía terciaria, que comunica la vereda puente piedra y el municipio de Madrid, Cundinamarca: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24150/1/DIAGN%c3%93STICO%20PARA%20EL%20MEJORAMIENTO%20DE%20LA%20V%c3%8dA%20TERCIARIA%2c%20QUE%20COMUNICA%20PUENTE%20PIEDRA%20Y%20EL%20MUNICIPIO%20D.pdf> Fecha de consulta 22 de marzo de 2020

Valero Bernal Leidy V. & Malagón Garzón Laura A. 2018. Universidad Católica de Colombia. Obtenido de Diagnóstico para el mejoramiento del tramo de la vía Úmbita – juncal localizado en el departamento de Boyacá, Colombia: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/22824/1/DIAGNOSTICO%20PARA%20EL%20MEJORAMIENTO%20DEL%20TRAMO%20DE%20LA%20V%c3%8dA%20%c3%9AMBITA%20%E2%80%93%20JUNCAL%20LOCALIZADO%20EN%20EL%20DEPARTAMEN2.pdf> Fecha de consulta 22 de marzo de 2020

Coronado Ortiz Paula A. & Rozo Mendoza Angélica M. 2019. Universidad Católica de Colombia. Obtenido de Diagnóstico para el mejoramiento de la vía terciaria, que comunica las veredas el tesoro, santa marta y villa del prado en el municipio de Facatativá, Cundinamarca: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23872/1/DIAGN%c3%93STICO%20PARA%20EL%20MEJORAMIENTO%20DE%20LA%20V%c3%8dA%20TERCIARIA%2c%20QUE%20COMUNICA%20LAS%20VEREDAS%20EL%20TESORO%2c%20SANTA%20M.pdf> Fecha de consulta 22 de marzo de 2020

Sowmya, N., Ravi Shankar, A. U., & Anjaneyulu M.V.L.R. (s.f.). Modelling Operating Speed and Speed Differential On Intermediate Lane Rural Roads. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/287282131_Modelling_operating_spe

ed_and_speed_differential_on_intermediate_lane_rural_roads Fecha de consulta 22 de marzo de 2020

Especiales Semana. ¿Cómo las vías terciarias de Cundinamarca conectan las zonas rurales con la urbe? Obtenido de especiales.semana.com: <https://especiales.semana.com/regionales/cundinamarca/vias-terciarias.html>

Revista Semana. 9 de octubre de 2017. Mejores vías y más desarrollo. Fecha de consulta el 28 de febrero de 2020. Obtenido de Semana.com: <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/cundinamarca-por-ruta-correcta/articulo/el-instituto-de-infraestructura-y-concesiones-de-cundinamarca-le-apuesta-al-desarrollo/540149>

FEDESARROLLO. Marzo de 2013. Infraestructura de Transporte en Colombia. Fecha de Consulta 10 de mayo de 2020.

Instituto Nacional de Vías – INVIAS. Serié histórica de Tránsito (TPD) 1997 – 2018 Fecha de consulta 14 de Julio de 2020. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/informacion-institucional/9197-serie-historica-de-transito-tpd-1997-2018>.

Gobernación de Cundinamarca. 2018. Mapas y estadísticas de Ubaté - Cundinamarca. Fecha de Consulta. 5 de septiembre de 2020. Obtenido de <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/datasets/132069054f274433be65eb6a89d147e2>

Gobernación de Cundinamarca. 2018. Mapas y estadísticas de Cucunubá - Cundinamarca. Fecha de Consulta. 5 de septiembre de 2020. <https://mapasyestadisticas-cundinamarca-map.opendata.arcgis.com/datasets/municipio-de-cucunuba>

14. ANEXOS.

ANEXO 1. MEMORIA DE CÁLCULO DE CURVAS HORIZONTALES.

ANEXO 2. MEMORIA DE CALCULO DE CURVAS VERTICALES.

ANEXO 3. PLANOS DE PLANTA-PERFIL DEL DISEÑO GEOMÉTRICO TEÓRICO.

ANEXO 4. PLANOS DE SECCIONES TRANSVERSALES.