

ANÁLISIS INTEGRAL DE LAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA EL  
MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS Terciarias EN LAS ZONAS DE LADERA DE LOS  
MUNICIPIOS DE LA ANTIGUA ZONA DE DISTENCIÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL  
META.



ANDREA CAMILA VERA HERNANDEZ



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
VILLAVICENCIO

2021

ANÁLISIS INTEGRAL DE LAS ALTERNATIVAS TÉCNICAS PARA EL  
MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS TERCIARIAS EN LAS ZONAS DE LADERA DE LOS  
MUNICIPIOS DE LA ANTIGUA ZONA DE DISTENCIÓN EN EL DEPARTAMENTO DEL  
META

ANDREA CAMILA VERA HERNANDEZ

Documento final presentado como opción de grado para optar al título profesional de ingeniero  
Civil

Aprobado por:

Ing. YENY NATALIA MANCIPE CRISTIANO

Esp. Infraestructura Vial

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
VILLAVICENCIO

2021

**Autoridades académicas**

**P. José Gabriel MESA ANGULO, O. P.**

Rector General

**P. Eduardo GONZÁLEZ GIL, O. P.**

Vicerrector Académico General

**P. José Antonio BALAGUERA CEPEDA, O.P.**

Rector Sede Villavicencio

**P. Rodrigo GARCÍA JARA, O.P.**

Vicerrector Académico Sede Villavicencio

**Mg. JULIETH ANDREA SIERRA TOBÓN**

Secretaria de División Sede Villavicencio

**MANUEL EDUARDO HERRERA PABÓN**

Decano Facultad de Ingeniería Civil

### **Agradecimientos**

En el presente trabajo quiero agradecerle a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas, por colocar en mi vida angelitos que me ayudaron a nunca desfallecer a pesar de las circunstancias y obstáculos que se presentan en el camino.

Gracias a mis papás, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado a lo largo de mi vida.

De igual forma, agradezco a mi Directora de Tesis, la ingeniera Yeny Natalia Mancipe Cristiano, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo y a los todos docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Santo Tomás.

## Tabla de Contenido

	Pág.
Alcance .....	10
Resumen.....	11
Abstract .....	12
Glosario.....	13
Introducción .....	15
Formulación del Problema.....	16
Objetivos.....	18
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	18
Justificación .....	19
Estado del Arte.....	20
Marco Teórico Conceptual .....	21
Estabilización con asfalto .....	25
Estabilización con enzimas .....	25
Estabilización con cal .....	26
Pavimento Flexible .....	26
Pavimento Rígido.....	27
Pavimentos Semirrígidos .....	28
Placa Huella .....	29
Método Ivanov .....	30
Metodología .....	31
Desarrollo.....	34
Localización.....	34
Población Beneficiada .....	35
Estructura Poblacional .....	36
Aspectos Socio Económicos .....	36

Aspectos Económicos .....	36
Agricultura .....	37
Caracterización de la zona de estudio .....	38
Estudio De Suelos .....	38
Resultados estudio de suelos.....	38
Registro Fotográfico .....	41
Levantamiento Topográfico.....	43
Estudio Hidrológico .....	46
Estratigrafía.....	46
Características Geomorfológicas .....	48
Climatología.....	50
Hidrografía.....	56
Estudio De Tránsito .....	57
Alternativas De Mejoramiento.....	61
Mejoramiento de la Subrasante por El Método de Ivanov .....	61
Pavimento Flexible .....	62
Pavimento Rígido.....	64
Alternativa Adecuada para la Zona de Estudio.....	65
Resultados e impacto .....	73
Conclusiones .....	75
Trabajos Futuros .....	76
Referencias.....	77
Anexos .....	79

**Lista de Tablas**

	Pág.
Tabla 1. Soluciones generales de mejoramiento.....	22
Tabla 2. Alternativas propuestas por la DNP.....	23
Tabla 3. Metodología de desarrollo .....	31
Tabla 4. Localización de la zona de estudio .....	34
Tabla 5. Datos población veredal.....	35
Tabla 6. Precipitación (mm) .....	51
Tabla 7. Precipitación media anual municipio de Uribe.....	52
Tabla 8. Temperatura media (°C) .....	54
Tabla 9. Temperatura media anual ponderada y temperatura de diseño.....	55
Tabla 10. Resumen proyección tránsito con iteración de tasas de crecimiento.....	58
Tabla 11. Composición vehicular .....	59
Tabla 12. Datos Ejes Equivalentes 8.2 Ton .....	60
Tabla 13. Resultados de Estudio de Suelos (apiques).....	61
Tabla 14. Mejoramiento Apique No.1 por Método de Ivanov .....	61
Tabla 15. Mejoramiento Apique No. 3 por Método de Ivanov .....	62
Tabla 16. Resultados.....	73
Tabla 17. Impactos.....	74

### **Lista de Ecuaciones**

	Pág.
Ecuación 1. Temperatura media mensual .....	54
Ecuación 2. Formula Ejes Equivalentes.....	58

## Listado de Figura

	Pág.
Figura 1. Árbol de problemas del proyecto .....	17
Figura 2. Estabilización con asfalto en vías terciarias .....	25
Figura 3. Estabilización con cal .....	26
Figura 4. Estructura Pavimento Flexible .....	27
Figura 5. Estructura Pavimento Rígido.....	28
Figura 6. Sección de Pavimento Semirrígido .....	29
Figura 7. Placa huella.....	30
Figura 8. Paso a paso para la ejecución del proyecto de grado.....	31
Figura 9. Ubicación geográfica Uribe – Meta .....	34
<i>Figura 10. Coordenadas iniciales y final vía al Paraíso .....</i>	<i>35</i>
Figura 11. Ubicación apiques vía hacia centro poblado El Paraíso. ....	38
Figura 12. Resultados CBR.....	39
Figura 13 Perfil estratigráfico del Subsuelo.....	40
Figura 14 Registro fotográfico toma de muestras para Apiques.....	41
Figura 15 Registro fotográfico Levantamiento Topográfico .....	44
Figura 16 Unidades geomorfológicas Uribe – Meta, plancha 304 .....	47
Figura 17. Formaciones montañosas ubicadas en Uribe – Meta .....	48
Figura 18. Colinas ubicadas en Uribe – Meta.....	49
Figura 19. Vegas aluviales ubicada en Uribe - Meta .....	49
Figura 20. Precipitación media anual.....	52
Figura 21. Grafica Precipitación media anual.....	53
Figura 22. Temperatura media mensual.....	55
Figura 23. Temperatura media anual ponderada.....	56
Figura 24. Composición vehicular.....	59
Figura 25 Estructuras de Pavimentos con Subrasante Mejorado.....	62
Figura 26. Estructura de Pavimento Flexible.....	63
Figura 27. Estructura Pavimento Rígido.....	64
Figura 28. Esquema del procedimiento a seguir para la selección del tipo de solución general. .	66
Figura 29 Paso a paso selección de pavimento aplicación Invias.....	67
Figura 30. Perfil de estructura en pavimento rígido .....	72

## **Alcance**

La presente investigación tiene una incidencia directa sobre la comunidad del centro poblado El Paraíso, y en general sobre la población del municipio de Uribe, Meta. Así mismo, se estructura como un proceso de carácter explorativo-correlativo, y aunque se desarrolla como un estudio de caso, pretende generar soluciones viables extrapolables a otras poblaciones con vías terciarias en condiciones técnicas similares.

Para dar un alcance a lo anteriormente mencionado, se plantean los siguientes estudios:

- Estudio de tránsito
- Estudio de suelos
- Levantamiento topográfico
- Estudio hidrológico

Con los estudios anteriormente mencionados se quiere lograr implementar una alternativa adecuada para poder llegar a implementar en la zona a intervenir.

## **Resumen**

En los últimos años el gobierno nacional busca fortalecer los métodos o alternativas para los mejoramientos en las vías terciarias, los cuales permitan establecer de manera adecuada el uso óptimo de los recursos naturales y materiales, generando un balance económico, técnico y ambiental; generando así soluciones pertinentes para el desarrollo de la región. Por lo anterior, se realizan los estudios necesarios para encontrar la mejor alternativa de acuerdo a las necesidades encontradas en la zona de estudio y así plantear distintas soluciones en las cuales se llegará a escoger la mejor y en un futuro la entidad encargada podrá ejecutarla.

De acuerdo con lo anterior se realizan los estudios básicos necesarios para obtener las distintas variables de los estudios de tránsito, suelos, topográficos e hidrológicos. De modo que el diseño del pavimento sea el indicado dependiendo de las condiciones del suelo.

**Palabras Clave:** Alternativas, CBR, Mejoramiento, Pavimentos, Vías Terciarias.

### **Abstract**

In recent years, the government seeks to strengthen the methods or alternatives for improvements in tertiary roads, which allow to establish in an adequate way an optimal use of natural and material resources, generating an economic, technical and environmental balance; thus generating relevant solutions for the development of the region. Therefore, the necessary studies are carried out to find the best alternative according to the needs found in the study area and thus propose different solutions in which the best one will be chosen and in the future the entity in charge will be able to execute it.

In accordance with the above, the basic studies necessary to obtain the different variables of the traffic, soil, topographic and hydrological studies are carried out. So that the design of the pavement is indicated depending on the soil conditions.

**Key Words:** Improvement, Tertiary Roads, Pavements, CBR, Alternatives.

## Glosario

**Vía Primaria:** son las vías principales que cumplen la función de conectar las principales zonas de producción y consumos del país y demás fronteras de comercio exterior (“Clasificación de las carreteras”, 2016).

Este tipo de carreteras pueden ser de calzada dividida según las exigencias particulares del proyecto.

**Vía Secundaria:** Son aquellas vías que unen las 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 (“Clasificación de las carreteras”, 2016).

**Vía Terciaria:** Corresponde a la Red Vial Terciaria, son vías que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. La mayoría se encuentran en afirmado. Si se pavimentan deben cumplir con las condiciones geométricas fijadas para las vías secundarias (“Clasificación de las carreteras”, 2016).

**Terreno Plano:** Tiene pendientes transversales al eje de la vía menores de cinco grados ( $5^\circ$ ). Este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos. Sus pendientes longitudinales son normalmente menores de tres por ciento (3%) (“Clasificación de las carreteras”, 2016).

**Terreno Ondulado:** Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre seis y trece grados ( $6^\circ$  -  $13^\circ$ ), obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos livianos, sin que esto los lleve a operar a velocidades sostenidas en rampa por tiempo prolongado. Sus pendientes longitudinales se encuentran entre tres y seis por ciento (3% - 6%) (“Clasificación de las carreteras”, 2016).

**Terreno Montañoso:** Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre trece y cuarenta grados ( $13^\circ$  -  $40^\circ$ ), obliga a los vehículos pesados a operar a velocidades sostenidas en rampa durante distancias considerables y en oportunidades frecuentes. Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre seis y ocho por ciento (6% - 8%) (“Clasificación de las carreteras”, 2016).

**Terreno Escarpado:** Tiene pendientes transversales al eje de la vía generalmente superiores a cuarenta grados (40°). Este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades. Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores a ocho por ciento (8%) (“Clasificación de las carreteras”, 2016).

**Alternativas:** Es la opción que existe entre dos o más cosas; es decir, es cuando se tiene la posibilidad de poder seleccionar, preferir, optar, escoger o elegir entre dos o varias cosas o situaciones diferentes (“Concepto Definición”, 2021).

**CBR:** Ensayo de Relación de Soporte de California, mide la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y para poder evaluar la calidad del terreno para subrasante, sub base y base de pavimentos (“Construmatica”).

**Pavimento:** Las vías de comunicación terrestre conocidas normalmente como carreteras son estructuras que se conforman por capas de diferentes materiales, entre ellos asfalto, cemento, concreto y madera. Se colocan sobre una extensión de terreno previamente preparado, y una vez endurecidos conforman un manto liso, fuerte y resistente que se denomina pavimento (“Rocas y Minerales”, 2019).

**Mejoramiento vial:** Es el cambio en una infraestructura de transporte con el propósito de mejorar sus especificaciones técnicas iniciales. Comprende entre otras, las actividades de: ampliación de calzada, construcción de nuevos carriles, rectificación, construcción de obras de drenaje y sub-drenaje, construcción de estructura del pavimento, estabilización de afirmados, tratamientos superficiales o riego, señalización vertical, demarcación lineal, construcción de afirmado (“Departamento Nacional de Planeación”, 2018).

## **Introducción**

Una de las principales causas por lo que un país crece económicamente es gracias al desarrollo de su infraestructura vial, permitiendo un crecimiento socioeconómico de cada región.

Las vías terciarias son fundamentales para el desarrollo del país y hasta el día de hoy no se les había dado gran importancia (Acosta & Alarcón, 2017), debido a lo anterior el gobierno y entidades encargadas, plantean proyectos gracias a los recursos del postconflicto, prometiendo mejor el bienestar, la competitividad económica de la región.

Si nos enfocamos en la red vial terciaria, encontramos que es la más afectada debido al poco presupuesto y mantenimiento que se les brinda generando un mal funcionamiento debido a las distintas causas para generar una buena movilidad como lo son el mal estado de la subrasante, fallas naturales, emergencias invernales, entre otras.

La constancia e intensidad con las cuales se reflejan los cambios climáticos, la diversidad de los suelos dadas sus condiciones naturales, hacen que el mantenimiento y conservación de estas vías sea complejo para las entidades gubernamentales, debido a esto es indispensable establecer alternativas que cumplan con las especificaciones de cada zona y así obtener un mantenimiento factible en cuanto a tiempo, costos y aprovechamiento de los recursos.

## **Formulación del Problema**

Las vías terciarias son la gran apuesta de infraestructura para el desarrollo del campo y la consolidación de la paz, dado que se ejecutan en las zonas más vulnerables y con mayor impacto en la generación de economías locales (DNP, Mejoramiento de vías terciarias Vías de tercer orden, 2020).

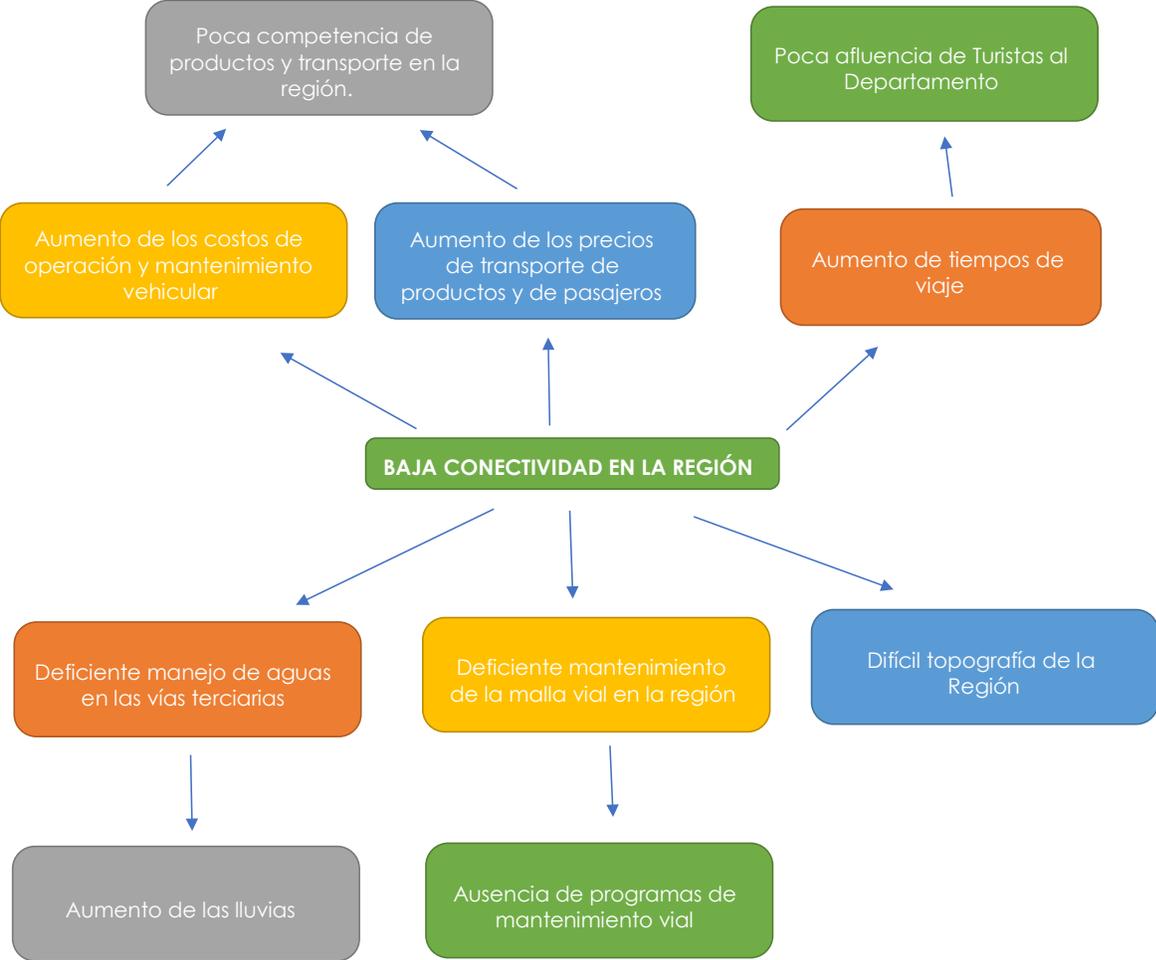
Las condiciones socio económicas particulares en especial la alta producción del sector agrícola y ganadero en estas zonas del departamento están siendo afectados teniendo en cuenta que en temporadas invernales sea imposible el paso de vehículos en donde la vía toma pendientes elevadas, haciendo que el agua superficial de las lluvias lave el material fino de las vías formando charcos, dejando a la vista el material grueso, deformaciones y lodos sobre la vía siendo así intransitable, como se puede evidenciar en la ilustración 1.

La ausencia de recursos en los municipios impide que se puedan contemplar diferentes alternativas técnicas de las cuales elegir la que mejor se adapte a las condiciones particulares para diseñar y construir de una estructura de pavimento que soporte los vehículos pesados que les permita facilitar el intercambio de productos de la región (Acosta Ariza & Alarcón Romero, 2017).

Los puntos críticos donde se presenta exceso de humedad en la vía y la carencia de obras de infraestructura vial producen un continuo deterioro y obstrucción, disminuyendo la transitabilidad de la misma, provocando con eso el aumento de los costos de producción del sector agrícola y ganadero del municipio debido a los sobrecostos del transporte, lo que implica una desventaja para los productos de la región.

Adicional, existe un aumento en los costos operativos y de mantenimiento en los vehículos, originando baja competencia de transporte de pasajeros y de carga, disminuyendo el tránsito atraído por la vía.

Figura 1. Árbol de problemas del proyecto



## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Realizar el análisis integral de las condiciones que definen el diseño de una vía terciaria, en el caso de estudio, planteando alternativas técnicas para el mejoramiento de vías terciarias en condiciones similares.

### **Objetivos Específicos**

- Identificar las zonas de influencia del proyecto.
- Definir las características de la zona de estudio hacia el centro poblado El Paraíso desde el k 0 + 000 hasta el k0 + 805.92 en el Municipio de Uribe, mediante estudio de suelos, levantamiento topográfico, estudio hidrológico y estudio de tránsito.
- Diseñar alternativas de mejoramiento del pavimento que se adecuen a la zona de estudio.
- Definir la alternativa de pavimento adecuada para la zona de estudio y vías en condiciones similares.

## **Justificación**

La finalidad de este proyecto es plantear alternativas técnicas para el mejoramiento de vías terciarias en zona de laderas ubicadas en el Municipio de Uribe que une a las distintas veredas en el Plan de Desarrollo y para sus habitantes, toda vez que la movilidad y los desplazamientos actualmente presentan grandes dificultades entre ellas: inseguridad, insuficiencia de la comunicación terrestre, los efectos negativos en la productividad y competitividad de estos sectores, aumento de los tiempos de traslado y aumento significativo en los costos de operación a todos los usuarios.

Adicionalmente con este proyecto se verá beneficiada toda la comunidad del centro urbano y de las veredas aledaños del Municipio de Uribe - Meta, los cuales se intercomunican entre sí, motivo por el cual se quiso proponer solución para que el tránsito sea seguro.

También se pretende que este análisis para el mejoramiento de las vías que actualmente intercomunica las veredas en zonas de ladera se adicione dentro del Plan de desarrollo Municipal del Municipio y de esta manera se pueda ofrecer oportunidades de empleo con la ejecución de estas (Plan de Desarrollo 2020 – 2023, Uribe – Meta).

La vía que conduce desde la vereda La Libertad a centro poblado el Paraíso del municipio de Uribe Meta se encuentra conformada con material de río, pero debido al uso frecuente y al desgaste natural se han ido deteriorando, el difícil mantenimiento de estas vías hace que cada vez se haga más intransitable sobre todo en los tramos de las vías que por su característica topográfica tiene pendientes mayores al 10% que durante época invernal el paso queda obstruido, haciendo que el transporte de productos agrícolas de la región sea escaso o nulo en muchos casos, y solo algunos habitantes transporten limitados productos por trochas y pasos alternos haciendo necesario el uso de animales de carga.

Dentro de la población afectada hace parte los dueños de vehículos que transportan los productos agrícolas y ganaderos de la región, así como los que prestan el servicio de transporte de pasajeros, puesto que las personas se abstienen de viajar continuamente, debido a las difíciles condiciones de la vía, afectando a su vez de manera directa a los estudiantes, al no contar con una vía en buenas condiciones, restringiendo así la facilidad para visitar a sus familias en el campo, lo que en muchos casos puede concluir en la deserción escolar por dificultad presentada en el servicio de transporte hacía las sedes educativas a estudiar.

## Estado del Arte

La Federal Highway Administration de Estados Unidos de América (FHWA) define las carreteras de BVT como aquellas por las cuales transita un promedio de menos de 400 vehículos al día. Aunque este valor es, en líneas generales, el umbral que se considera en muchos países para las vías de bajos volúmenes de tránsito, en otras naciones el tránsito se limita a 200 o 250 vehículos diarios para este tipo de caminos (CAF, Soluciones e innovaciones tecnológicas de mejoramiento de vías de bajo tránsito, 2010).

Actualmente es difícil la intercomunicación terrestre de la población rural de la entidad territorial (municipio, distrito o departamento), debido a que por un lado las vías están en mal estado, intransitables o con restricciones de tránsito y por otro hay deficiente mantenimiento. Algunas de las vías tienen deterioro de la superficie para la circulación de vehículos o no han sido atendidos los puntos críticos. Hay situaciones que aportan al deterioro, como algunos tratamientos anteriores que se hicieron con deficiencias, o la falta de mantenimiento (DNP, Mejoramiento de vías terciarias – vías de tercer orden, 2018).

Dentro de las especificaciones encontradas para un diseño pavimento, se puede dimensionar la estructura de acuerdo a las necesidades o condiciones en las que se encuentra el terreno haciendo que su durabilidad sea la adecuada, adicionalmente se realiza un análisis en el cual se estudian las necesidades de las comunidades, buscando beneficiar a todos los sectores productivos y a su vez ayudar con el desarrollo a largo plazo (Coronado & Roza, 2019).

Al momento de diseñar y construir una estructura de pavimento encontramos que, en su mayoría los suelos que soportan las capas de dicha estructura presentan una capacidad portante baja, debido a esto, si no se realiza una estabilización o mejoramiento acorde a las características del terreno, puede ocasionar que las vías presenten ahuellamiento a corto plazo o se fatiguen, lo cual conlleva a costos elevados de las obras y más demoras en la construcción (Escarraga Miller & Mejia Maria, 2019).

Las condiciones en la mayoría de las vías terciarias en el departamento del Meta se encuentran en material afirmado lo cual hace que las condiciones de movilidad se vean afectadas dependiendo de las condiciones climáticas en especial en épocas de invierno haciendo que sea vea afectado tanto la economía como la calidad de vida de la población (Carrascal & Cuervo, 2019).

## **Marco Teórico Conceptual**

Dado el rol que actualmente están tomando las vías terciarias en nuestro país, se dará a conocer las distintas alternativas técnicas, con las cuales actualmente las entidades tanto públicas como privadas se rigen bajo un estándar básico para implementación de diseños dando cumplimiento a las distintas especificaciones obtenidas de acuerdo a los estudios realizados en la zona a intervenir y así facilitar la estructuración de cualquier proyecto y a su vez generar los recursos pertinentes para su ejecución.

Para dar cumplimiento a las especificaciones de diseño se deben cumplir unas condiciones mínimas, en este caso se hablan de las vías terciarias las cuales “son vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado” (INVIAS, 2016).

De acuerdo a las especificaciones del DNP, propone dos tipos de intervenciones de acuerdo al tipo de mejoramiento que requiera la vía, las cuales son de tipo lineal o de tipo puntual.

En las de tipo lineal se pueden apreciar dos posibles soluciones para el mejoramiento de las vías, las estructurales las cuales se enfocan en los resultados obtenidos en los estudios de tránsito e hidrológicos de la zona mientras que las soluciones funcionales se basan en mejorar la transitabilidad haciéndola más segura.

Y las de tipo puntual optan por dar soluciones a problemáticas puntuales o complementarias a puntos críticos establecidos en una vía dando soluciones para el manejo del terreno, como por ejemplo la realización de muros de contención, alcantarillas y/o box culvert (DNP, 2018).

De acuerdo a lo descrito anteriormente, se toma como referencia las intervenciones de tipo lineal ya que se adecuan al medio de investigación al cual se quiere lograr. De acuerdo al documento de la CAF (Soluciones e innovaciones tecnológicas de mejoramiento de vías de bajo tránsito, 2010), enuncia dos tipos de soluciones según a los problemas presentados en los ámbitos de movilidad.

Tabla 1. Soluciones generales de mejoramiento

Grado de conocimiento y nivel de uso	Soluciones estructurales	Soluciones funcionales
<b>Tecnologías universales</b>	<b>Estabilizaciones</b>	<b>Tratamientos superficiales y sellos asfálticos</b>
	Estabilización con cal	Sellos de arena
	Estabilización con cemento	Lechadas asfálticas
	Estabilización con emulsión asfáltica	Tratamiento superficial simple
	Adición de capas estructurales	Tratamiento superficial doble
	Adición de capas estructurales de material granular	Tratamiento superficial múltiple
	Hormigones asfálticos y hormigones de cemento portland	Supresores de polvo
	Adoquines de hormigón o de arcilla cocida	Fog Seal (riego neblina)
<b>Tecnologías innovadoras</b>	<b>Estabilizaciones</b>	<b>tratamientos superficiales</b>
	Estabilización con asfalto espumado	sello del Cabo
	Estabilización con sales/cloruros	sello de Otta
	Estabilización con cenizas	
	Utilización de escorias de procesos industriales	supresores de polvo
	Refuerzos con geomallas o geotextiles, geoceldas	sales
	Material de reciclaje de pavimentos	empedrado**
		placa huella
<b>Tecnologías experimentales</b>	<b>Estabilizaciones</b>	<b>supresores de polvo</b>
	Estabilizaciones químicas con aditivos especiales	crudos pesados y productos

Tabla 1. Continuación

<p>Asfaltos naturales</p> <p>Adición de capas estructurales</p> <p>Empleo de residuos sólidos o de residuos industriales</p> <p>Utilización de materiales no estándar (bagazo de caña de azúcar, fibra de cáscara de coco, celulosa, etc.)</p> <p>Otras</p> <p>— Refuerzo de hormigón no tradicional (p.ej. bambú)</p>
<p>* Este cuadro no pretende ser una clasificación rígida y se presenta simplemente con propósitos de orientación.</p> <p>** Aun cuando son tecnologías artesanales milenarias, en la actualidad no se aplican universalmente, no se conocen registros formales de su desempeño y las especificaciones están limitadas a ambientes específicos.</p>

Nota: Adaptado de ( CAF, 2010).

El DNP nos plantea nueve (9) alternativas para dar solución a los diferentes tipos de terreno que se puedan encontrar en este tipo de vía.

Tabla 2. Alternativas propuestas por la DNP

Alternativa	Descripción solución	Especificación INVIAS
Alternativa 1	Base estabilizada con cemento Lechada asfáltica	Base estabilizada con cemento artículo 341 - 07 lechada asfáltica artículo 433 - 13
Alternativa 2	Base estabilizada con cemento + Tratamiento superficial doble	Base estabilizada con cemento artículo 341 - 07 tratamiento superficial doble artículo 431 - 13

Tabla 2. Continuación

Alternativa	Descripción solución	Especificación INVIAS
Alternativa 3	Base estabilizada con emulsión asfáltica + Lechada asfáltica	Base estabilizada con emulsión asfáltica artículo 340 - 13 lechada asfáltica artículo 433 - 13  Base estabilizada con una mezcla asfáltica natural. (Especificación particular INVIAS Resolución 10099 del 27 de diciembre de 2017)
Alternativa 4	Base estabilizada con emulsión asfáltica + Tratamiento superficial doble	Base estabilizada con emulsión asfáltica artículo 340 - 13 tratamiento superficial doble artículo 431 - 13  Base estabilizada con una mezcla asfáltica natural. (Especificación particular INVIAS Resolución 10099 del 27 de diciembre de 2017)
Alternativa 5	Base estabilizada mecánicamente + Lechada asfáltica	Base granular artículo 330 - 13 lechada asfáltica artículo 433 - 13
Alternativa 6	Base estabilizada mecánicamente + Tratamiento superficial doble	Base granular artículo 330 - 13 tratamiento superficial doble 433 - 13
Alternativa 7	Vía existente + Lechada asfáltica	lechada asfáltica artículo 433 - 13
Alternativa 8	Vía existente Tratamiento superficial doble	tratamiento superficial doble artículo 431 - 13
Alternativa 9	Placa huella	Guía de diseño de pavimentos con placa huella. (Resolución INVIAS 04401 del 17 de octubre de 2017)

*Nota: Adaptado de (Elaboración DNP, Mejoramiento de vías terciarias – vías de tercer orden, 2018).*

A continuación, se nombran algunos métodos con los cuales se puede llegar a estabilizar las distintas estratificaciones de la vía:

## **Estabilización con asfalto**

Entre estos podemos encontrar la base estabilizada con mezcla asfáltica natural este compuesto en su mayoría por arenas finas y conglomerado impregnado de asfalto lo cual ayuda a que el material granular tenga una mejor cohesión.

El comportamiento que tiene este estabilizador en un material grueso es que, al ser cohesivo le incrementa la resistencia y durabilidad al material; mientras que con un material fino y de baja plasticidad para dar permeabilidad haciendo que disminuya la susceptibilidad al agua. (INVIAS, Art. 340 – 13, 2012).

*Figura 2. Estabilización con asfalto en vías terciarias*



Nota: Aplicación de emulsión asfáltica en vía terciaria. Adaptado de (*SilicondpoX*, 2021)

## **Estabilización con enzimas**

La función de las enzimas es de estabilizar los suelos y darle una mayor resistencia, a diferencia de los estabilizadores tradicionales, generando una mayor prevención en la erosión y permeabilidad del suelo, lo que indica, una mayor durabilidad de las vías; permitiendo así una significativa reducción en costos de construcción y mantenimiento (EnviRemed, 2017).

## **Estabilización con cal**

La cal viva o cal hidrolizada es uno de los estabilizadores más comunes en Colombia ya que cuenta con una variedad de terrenos tropicales, cálidos y templados, en los cuales se puede presenciar la existencia de suelos arcillosos o limosos, permitiendo generar la estabilización de la superficie y así alcanzar de forma permanente y poco reversible una estructura impermeable con una mayor capacidad de carga (Tratamiento de suelos con cal, Caltek, 2019).

*Figura 3. Estabilización con cal*



Nota: adoptado de (Caltek, 2021)

Teniendo en cuenta las especificaciones que se obtengan de los distintos estudios competentes para la implementación de un tipo de pavimento del cual el Invias lo define como “Conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la Subrasante de una vía y deben resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura y el efecto degradante de los agentes climáticos” (INVIAS).

Dentro del pavimento podemos encontrar una clasificación, la que se explicara a continuación:

## **Pavimento Flexible**

Como su nombre lo menciona este tipo de pavimentos se caracterizan por que son flexibles o maleables. Compuesto por tres capas la primera y la más superficial o expuesta lo conforma una

mezcla de material granular y material bituminoso una base y una sub-base, cada una de ellas cumpliendo una función en su composición.

La capa superficial es la que brinda seguridad al tránsito de los vehículos además que por su composición no permite que se infiltre agua a las otras capas del pavimento y que por el contrario el agua que caiga es traslade a través de escorrentía superficial a los lugares adyacentes al pavimento.

Figura 4. Estructura Pavimento Flexible



Nota: Adaptado de (Barajas & Buitrago, 2017)

## Pavimento Rígido

Está compuesto por una losa de concreto hidráulico, apoyado sobre la sub-rasante o sobre una capa de material seleccionado, la losa de concreto también tiene dos variaciones o tipos: losas de concreto separadas por juntas transversales y longitudinales o una losa continua de concreto armado.

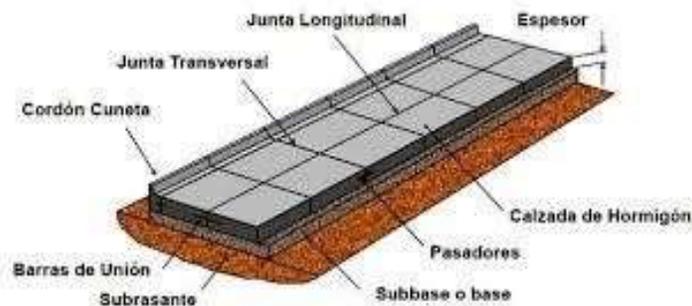
Debido a esta primera capa que lo compone hace que los esfuerzos a los cuales está sometido la base sean muy bajos, distribuyendo todo el esfuerzo en la primera capa. Este tipo de pavimento tiene la característica de poderse construir en una sola etapa lo cual hace que no sea incierto su comportamiento a largo plazo manteniendo su servicio en un nivel adecuado.

Las ventajas que tiene estos tipos de pavimento es su alta rigidez, esto hace que los costos de construcción compitan con otras alternativas cuando el suelo tiene baja capacidad de soporte.

Los pavimentos de concreto no se ahuecan en ninguna dirección y cuando las losas tienen menos de 5 m de longitud el efecto de la temperatura es despreciable.

Su desventaja radica en que cuando se construye sobre materiales erosionables se pueda presentar el efecto bombeo que junto con el paso de los vehículos y el agua producen este efecto, pero se presenta en vías de tránsito medio y alto, es por esto que el diseño del espesor de las losas debe ser previamente realizado con el fin de proyectar la transitabilidad del área y proporcionar un adecuado espesor de la losa (COLOMBIA. Ministerio del Transporte, 2002).

Figura 5. Estructura Pavimento Rígido



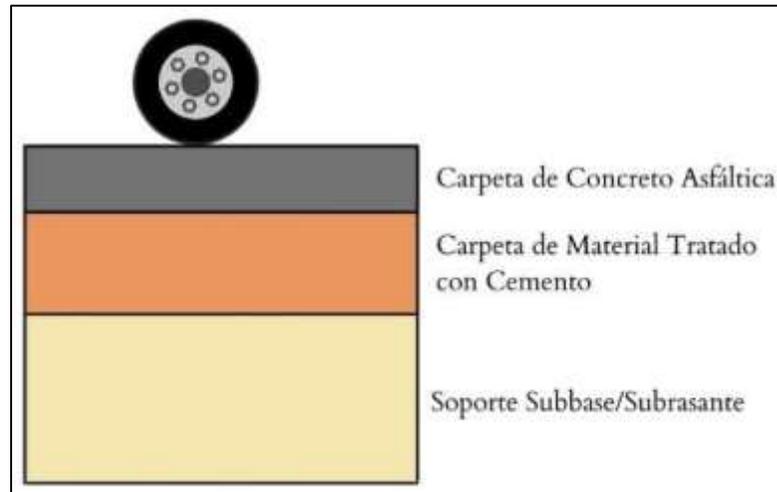
Nota: Adaptado de (C.S.S., 2016)

## Pavimentos Semirrígidos

Este tipo de pavimentos se asemeja más al flexible ya que tiene la misma composición de él, pero con un agregado adicional, este tipo de pavimento tiene la base y sub-base estabilizada con un aglomerante hidráulico (cemento ejemplo) o aquellos que sin tener ni una o a otra tratada poseen un espesor de superficie bituminosa mayor de 15 cm (Mantenimiento y conservación de carreteras, pág. 30).

Con el agregado o aditivo que hace su diferencia del pavimento flexible lo que busca es modificar algunas propiedades que no cumplen con las características requeridas en los materiales que pueden ser usados en las capas posiblemente por la dificultad de la obtención de los materiales necesarios a lo que se opta por esta alternativa.

Figura 6. Sección de Pavimento Semirrígido



Nota: Adaptado de (Guía para el diseño de vías de alto volumen).

### Placa Huella

Tiene la particularidad de ser un tipo de pavimento usado en tramos de vía con poco tránsito y con pendientes iguales o mayores al 10%, esta alternativa de pavimentación consta exclusivamente la huella por la cual las llantas de los vehículos transitan y la separación o espacios adyacentes se le realiza un relleno con piedra pegada, las piedras están confinadas por viguetas reforzadas y dependiendo de la vía se construyen cunetas y bordillos.

Las ventajas que presenta este tipo de pavimento es que no varía la geometría de la vía existente, ya que por sus mismas condiciones de esta no lo requiere, su mantenimiento es sencillo y sus costos de construcción son bajos en comparación con los otros tipos de pavimentos flexible y rígido (Supervisión a la construcción de placa huella y obras de drenaje vial, municipio de Togüí, 2018).

Figura 7. Placa huella



Nota: Adaptado de (Secretaría de agricultura y desarrollo rural de Ibagué, 2017).

### Método Ivanov

Esta metodología permite establecer el espesor de mejoramiento en una estructura de pavimento, proporcionados por una ecuación para el cálculo de la capacidad portante equivalente del material de apoyo de la estructura, para lo cual podemos utilizar la siguiente ecuación, con el cual podemos determinar el valor de capacidad equivalente (Escarraga López Miller & Melo Romero María Paula, 2019).

$$E_{1-2} = \frac{E_{sg}}{1 - \frac{\pi}{2} \left(1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right) \tan^{-1} \left(\frac{n \cdot hg}{2a}\right)} \quad n = \sqrt[2.5]{\frac{E_1}{E_2}}$$

Donde:

**a:** radio del área cargada (15 cm)

**hg:** espesor de mejoramiento

**Eeq:** modulo equivalente

**Esg:** módulo subrasante

### Metodología

Para el desarrollo del proyecto se proyectan los siguientes pasos:

Figura 8. Paso a paso para la ejecución del proyecto de grado



Al momento de realizar cada uno de los pasos establecidos para el desarrollo de la metodología del proyecto se está dando cumplimiento a cada uno de los objetos establecidos.

Tabla 3. Metodología de desarrollo

Objetivo	Actividad	Descripción	Actores
Identificar las zonas de influencia del proyecto y los beneficios obtendrían las comunidades veredales.	Recopilación de información, selección de vías terciarias.	Solicitud de información a las diferentes entidades gubernamentales, características socioeconómicas del municipio de Uribe.	Alcaldías del municipio

Tabla 3. Continuación

	Análisis de información, características de las zonas.	de las	Analizar la información del municipio y veredas de la zona de estudio	Andrea Camila Vera Hernández
Determinar y conocer las características de suelo en la vía cruce Ye Vereda La Libertad – La Julia, hacia el centro poblado El Paraíso desde el k 0 + 000 hasta el k 0 + 805.92 en el Municipio de Uribe, mediante estudio de suelos, levantamiento topográfico, estudio hidrológico y estudio de tránsito	Estudio de suelos, topográfico, hidrológico y de tránsito en la vía ubicada en el municipio de Uribe.	de	Realizar los estudios pertinentes, para poder conocer las características del de la zona de estudio y así poder dar posibles alternativas de solución.	Andrea Camila Vera Hernández
Definir los parámetros necesarios existentes y a emplear para los diseños de la estructura actual para las vías terciarias	Parámetros para establecer diseños para pavimento	de	Dar a conocer las diferentes alternativas técnicas, análisis del suelo con ensayos, análisis socioeconómico.	Andrea Camila Vera Hernández
	Selección de pavimento para cada zona	de	Fuentes de materia, tipo de material, costo.	Andrea Camila Vera Hernández
Diseñar alternativas de pavimento que se adecuen a las zonas de estudios.	Diseño y especificaciones para pavimentos	y	Alternativas de diseño y especificaciones técnicas de cada uno	Andrea Camila Vera Hernández
Analizar la alternativa adecuada para la zona de estudio.	Selección de pavimento para zona de estudio	de	Seleccionar la alternativa optima de acuerdo con las	Andrea Camila Vera Hernández

Tabla 3. Continuación

especificaciones necesarias en la zona de estudio.
--

**Nota:** Descripción de la metodología a implementar, por Andrea Vera, 2021.

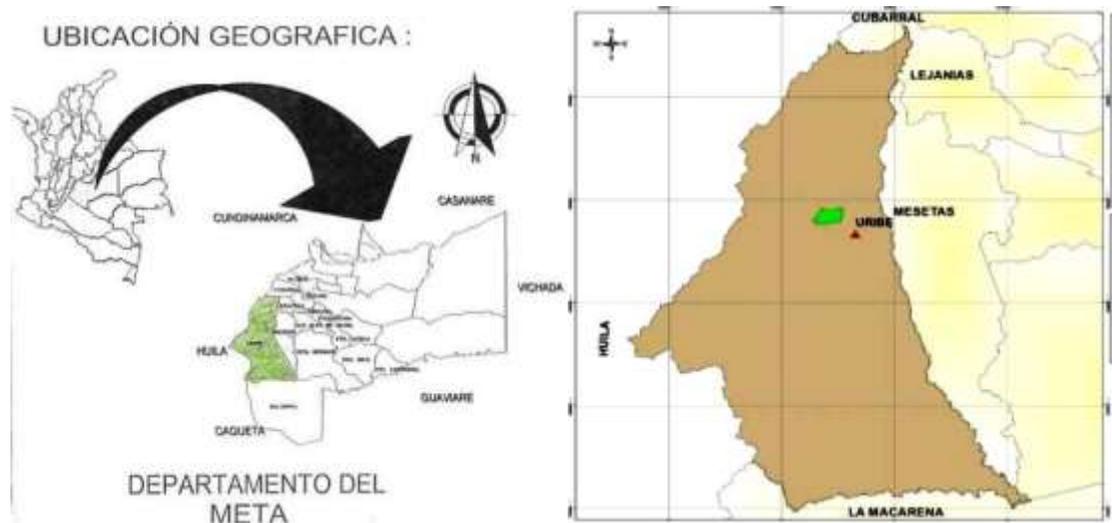
## Desarrollo

Para darle cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos de este proyecto, se llevará a cabo un proceso en el cual se busca enfatizar cada una de las características de la zona a intervenir.

### Localización

La zona de donde se realizarán los respectivos estudios es en la vía que conduce desde el cruce y vereda La Libertad – La Julia hacia el centro poblado El Paraíso en el Municipio de Uribe - Meta, con dimensiones y abscisas de ubicación descrita a continuación:

Figura 9. Ubicación geográfica Uribe – Meta



Nota: Adaptado de (Alcaldía Municipal de Uribe – Meta, 2020)

Las coordenadas geográficas tanto iniciales como finales de la vía son:

Tabla 4. Localización de la zona de estudio

ABSCISAS	COORDENADAS	
	N	O
<b>K 0+000</b>	3° 13' 4.56776"	74° 21' 1.94009"
<b>K 0+880</b>	3° 12' 38.82609"	74° 20' 59.90838"

Nota: Abscisado con coordenadas de ubicación de la zona de estudio, por Andrea Vera, 2021.

Figura 10. Coordenadas iniciales y final vía al Paraíso



### Población Beneficiada

El número de habitantes beneficiados con este estudio es de 2039 personas, distribuidas en los siguientes grupos poblacionales:

Tabla 5. Datos población veredal

NOMB	GENERO			POBLACION POR EDAD
	P	H	M	DISCAPA
CASC	1	75	7	51
PARA	1	90	7	4
TIGR	5	29	2	0
CAND	1	77	5	1
LIBE	5	31	2	2
EXPL	6	35	3	3
EXPE	5	33	2	1
PUER	4	24	2	0
TOTA	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>62</b>

**Nota:** Adaptado de (Base de datos Sisbén Alcaldía de Uribe – Meta)

Los datos poblacionales antes relacionados son una aproximación al grupo de población que resultará beneficiada por el proyecto de grado, fueron tomados de la base de datos del Sisbén del

Municipio de Uribe Meta en el mes de enero de 2016 y sus características se describen a continuación:

### **Estructura Poblacional**

- Edad y Sexo:

La población en el municipio se clasifica en su mayoría entre joven y adulta debido a que la mayoría se ubica por debajo de los 50 años.

La población del municipio está dividida en 7615 hombres (52%) y 7029 mujeres (48%).

- Grupos específicos de la población:

Existen en el municipio un total de 2050 infantes de los cuales 1025 son hombres y 1025 son mujeres.

- Grupos Étnicos, Afros e Indígenas:

En el municipio Uribe existen entre 322 indígenas legalmente constituidos y 74 habitantes pertenecientes a otros grupos étnicos, de la cual el 2.2 % de la población residente en la Uribe se reconoce como indígena y el 0.5% como afro.

- Población en condición de vulnerabilidad y discriminación manifiesta:

En el municipio de Uribe existen 194 personas con discapacidad, que corresponde al 1.32% de la población del municipio (Base de datos del Sisbén, 2016).

### **Aspectos Socio Económicos**

#### ***Aspectos Económicos***

En los aspectos generales de este capítulo resaltamos el potencial agroecológico que posee el municipio. La diversidad de climas y de suelos, supone sin lugar a dudas, el medio propicio para explotar numerosos renglones del sector Agrícola. Teniendo en cuenta la riqueza ambiental y ecológica que representa el Municipio para el Departamento, el País y el mundo, nuestra economía campesina debería orientarse prioritariamente a la explotación agrícola y utilizar preferiblemente sistemas agroforestales.

Del diagnóstico anterior podemos analizar que el municipio de Uribe cuenta con un potencial económico muy importante y es el sector agrícola su principal fuente de desarrollo. La localización del municipio en las estribaciones de la Cordillera Oriental le permite contar con distintos niveles climáticos lo que facilita el cultivo de diversos productos de alta comercialización pues son de consumo diario de la población de los principales centros urbanos del país.

Sin embargo, la consideración anterior supone la concurrencia de otros factores del desarrollo relacionados principalmente con el mejoramiento y la estabilización de la vía principal de acceso al Municipio y la construcción de una red vial intermunicipal que faciliten el establecimiento de una dinámica de intercambios y comercialización de productos sin mayores costos adicionales por deficiencias en el transporte terrestre (Plan de Desarrollo 2016 – 2020, Uribe – Meta)

### ***Agricultura***

En los aspectos generales de este capítulo resaltamos el potencial agroecológico que posee nuestro territorio. La diversidad de climas y de suelos, supone sin lugar a dudas el medio propicio para explotar numerosos renglones del sector Agrícola.

Las mayores oportunidades de mercado están en los cultivos de plátano, maíz, yuca, fríjol y caña panelera. Les siguen en importancia, el café, el cacao y en la parte alta tiene singular importancia el cultivo de hortalizas, verduras y frutas, propias de clima frío.

El Municipio de Uribe Meta, en el área agrícola, cuenta con: cultivos permanentes de cacao (129 hectáreas. Productivas), café (45 hectáreas productivas), caña (40 hectáreas productivas); cultivos transitorios como maíz tecnificado (200 hectáreas productivas), maíz tradicional (850 hectáreas productivas); cultivos anuales como yuca (100 hectáreas. Productivas), cítricos (12 hectáreas productivas.), papaya (12 hectáreas productivas) y aguacate (2 hectáreas productivas).

Del total de hectáreas cultivadas en Uribe Meta, 1378, el equivalente al 61.68 %, están dedicadas a la producción de maíz tradicional y el 14.51 % al cultivo de maíz tecnificado; le siguen en su volumen de producción el cacao con 9.36 % y la yuca 7.25 % del total de hectáreas cultivadas. La caña y el café representan el 2.90 % y 3.26 % respectivamente.

## Caracterización de la zona de estudio

Para dar a conocer cada una de las características de la zona a intervenir, se hace recopilación de la zona como su actividad económica principal y la población actual, como complemento se realizaron los siguientes estudios de suelos, levantamiento topográfico, estudio hidrológico y estudio de tránsito con el fin de dar una información más detallada.

### Estudio De Suelos

Se realizaron cuatro apiques ubicados cada 200m a partir del kilómetro 0+000, estos se hicieron con la empresa CSA Ingeniería LTDA a una profundidad de 1.50 metros con el fin de obtener la granulometría, humedad natural y CBR de la zona a intervenir, determinando la capacidad con la que cuenta el suelo para su respectivo mejoramiento.

*Figura 11. Ubicación apiques vía hacia centro poblado El Paraíso.*



### **Resultados estudio de suelos**

Una vez realizados los ensayos de campo y laboratorio se determinó que el suelo de estudio comprende arcilla de muy alta plasticidad, color café claro con pintas amarillas y grises - arcilla de muy alta plasticidad, color café claro.

Figura 12. Resultados CBR

APIQUES	CBR DE LAB 3 PUNTOS	CBR INALTERADO	CBR INALT EN INMERSION	DCP EN CAMPO
	%	%	%	%
No. 1	N.A	4,81	4,10	4,93
No. 2	N.A	7,60	6,37	5,82
No. 3	N.A	7,01	6,25	8,57
No. 4	N.A	6,28	3,64	8,94

Nota: Resultados de ensayos de suelos realizados en la zona de estudio. Adaptado de (CSA Ingeniería LTDA, 2020).

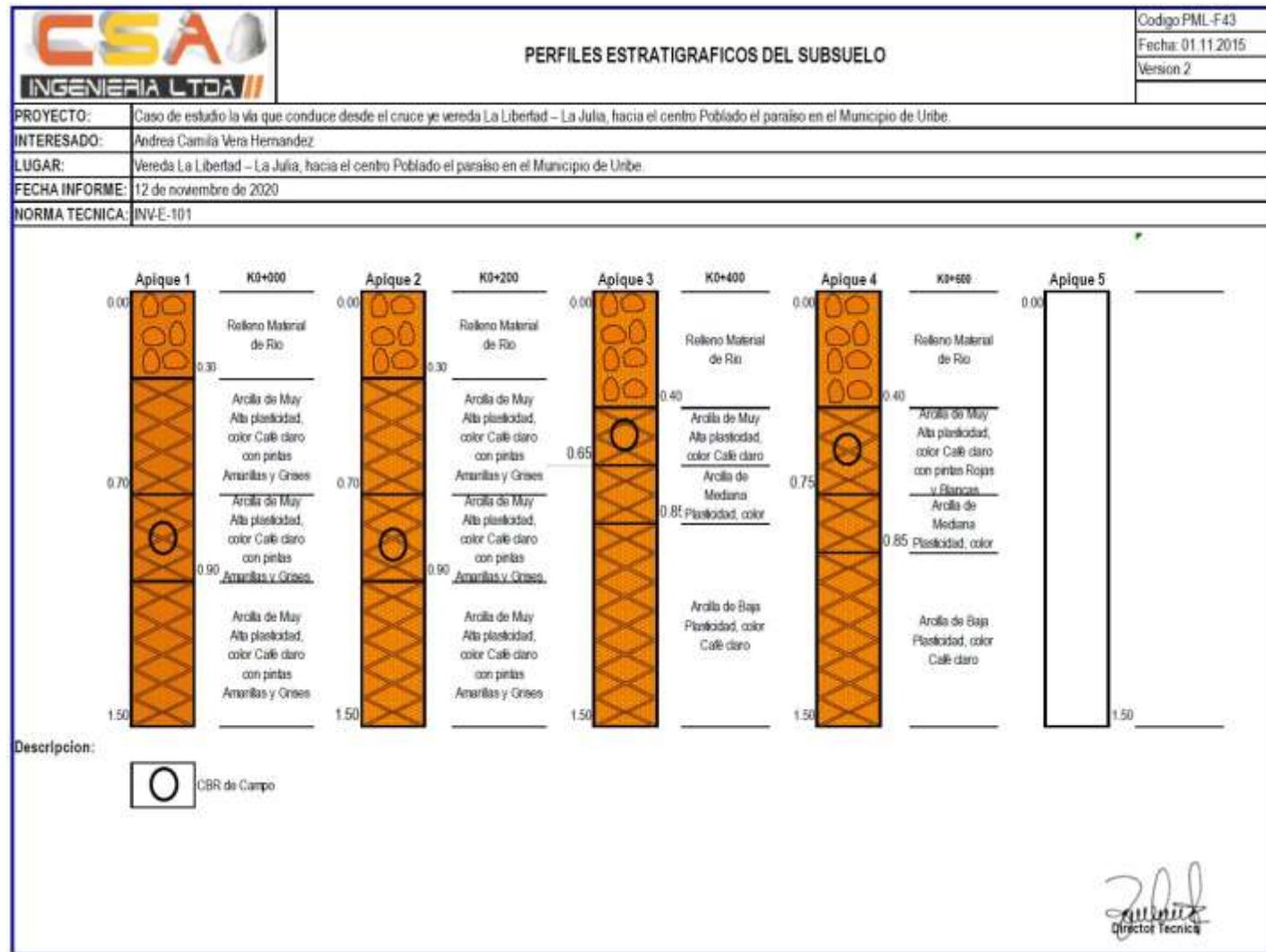
Cabe resaltar que los resultados de los CBR, están dados después de mantenerlos 4 días en inmersión, como lo describe la norma y para simular las condiciones más críticas a las que podría estar sometido el suelo, los resultados de CBR sin inmersión pueden arrojar resultados mayores, pero por las características y tipo el de material podemos evidenciar que es un suelo susceptible a sufrir pérdidas en su resistencia debido al agua el Apique No. 4.

Se recomienda remover material hasta la profundidad de estrato firme, por el cual se emplea un mejoramiento en la subrasante por el método de Ivanov.

Los suelos analizados presentan índice de expansión promedio de 0,09745%

Como soporte se anexa el resultado del estudio realizado por la empresa CSA Ingeniería.

Figura 13 Perfil estratigráfico del Subsuelo



Nota: Adaptado de (CSA Ingeniería LTDA, 2020).

**Registro Fotográfico**

*Figura 14 Registro fotográfico toma de muestras para Apiques.*





Apique No. 3 K0 + 400 Ensayo CBR en campo



Apique No. 4 K0 + 600 Ensayo de Penetración Dinámica

## **Levantamiento Topográfico**

Para la elaboración del levantamiento topográfico se realiza la localización de los diferentes puntos de apoyo para el uso de la estación total y un nivel, los diferentes resultados obtenidos de esta se podrán evidenciar en los anexos.

La topografía del lugar ha sido moldeada por los mismos fenómenos geológicos propios de los Continentes. El Municipio cuenta con dos cordilleras: la Cordillera de Plegamiento y la Mega cuenca de Sedimentación, en estas se encuentran las provincias fisiográficas, el gran paisaje, el paisaje y el sub-paisaje.

Los sectores en análisis están conformados por complejos aluviales formados por los principales ríos que conforman la red hídrica del municipio de Uribe, caracterizado por una geomorfología plana a ligeramente ondulada, disectada por una red de pequeños drenajes. En épocas de alta precipitación en gran parte de estas llanuras aluviales es posible que se presenten algunas inundaciones.

En general, el paisaje presenta un equilibrio entre procesos de erosión y sedimentación. Su cualidad principal es la presencia de meandros y complejos de orillares abandonados, localizados principalmente en los ríos Duda y Losada.

Las veredas se localizan en Terrazas Disectadas (TD) las cuales son fajas planas a ligeramente planas, relativamente angostas, labradas por los ríos antes mencionados, sobre materiales terciarios predominantemente arcillosos de color rojizo.

En este sector hay presencia de erosión reticular, formando un micro relieve especial caracterizado por zanjas y depresiones. Su origen se debe a que, durante las épocas de verano, las capas de textura fina se agrietan, lo que permite durante el invierno el curso de agua a través de ellas, llegando a enroscar las partículas gruesas, transportándola por conductos subterráneos, provocando hundimientos.

Por tanto, el área del proyecto se compone de una topografía con pendientes que pasan de moderadamente inclinadas a suaves (14% a 4%) que varían en la zona de servicio del proyecto en evaluación.

En general se da a la formación de valles, terrazas y vegas. Es el sistema más reciente de formación y comprende todos los depósitos aluviales que se observan a lo largo de red hídrica del municipio de Uribe.

*Figura 15 Registro fotográfico Levantamiento Topográfico*



Levantamiento topografico abscisa  
K0+480



Levantamiento topografico abscisa  
K0+510



Levantamiento topografico abscisa  
K0+720



Levantamiento topografico abscisa  
K0+840



Levantamiento topografico abscisa  
K0+120



Levantamiento topografico abscisa  
K0+180



Levantamiento topografico abscisa  
K0+260



Levantamiento topografico abscisa  
K0+200



Levantamiento topografico abscisa K0+040

## **Estudio Hidrológico**

En el presente estudio se consultaron bases de datos del Servicio Geológico Colombiano, con el fin de conocer las características geológicas de la zona y a su vez las fuentes hídricas cercanas, con las estaciones meteorológicas del IDEAM, se logró obtener información de precipitación y temperatura con el fin de analizar las condiciones particulares de estas en los últimos 10 años y así poder determinar factores climatológicos e hídricos para el diseño de las alternativas.

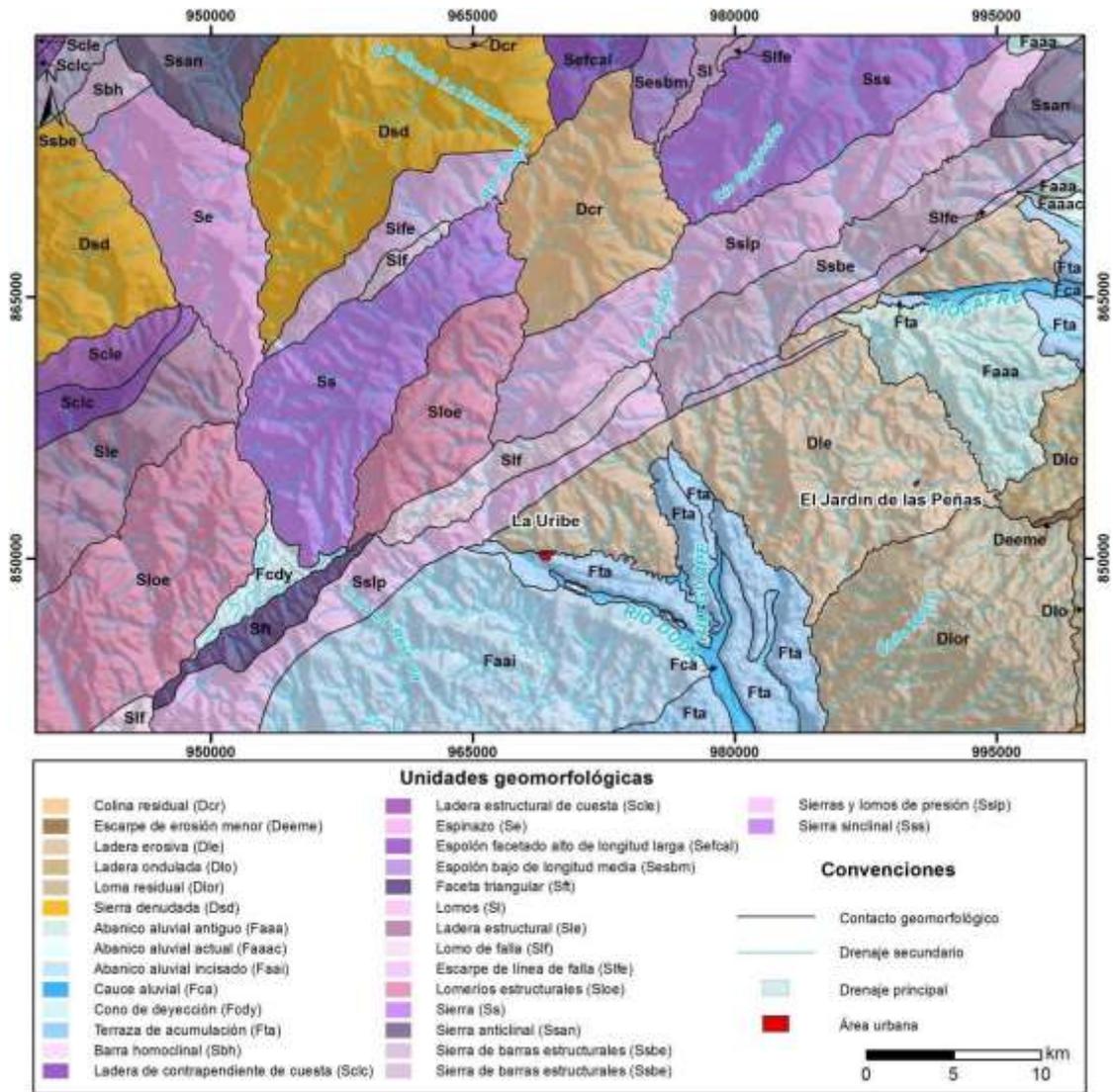
## ***Estratigrafía***

El Municipio se localiza en zona donde se pueden identificar las formaciones de La Macarena o Pie de Monte Llanero (Terciario Inferior) y abanicos pluviales del Cuaternario.

La primera formación corresponde al cretácico la cual se caracteriza por contener cuarzoarenitas de grano fino y grueso y lodolitas silíceas de colores rojizos.

La Macarena del Terciario Inferior o Piedemonte Llanero, compuesto por arcillolita fisil, intercalaciones de cuarzoarenitas de grano fino y estratificación gruesa. En el siguiente mapa se puede observar que esta formación es la predominante en la zona de intervención y se identifica con la sigla Qab (Servicio Geológico Colombiano, 2015).

Figura 16 Unidades geomorfológicas Uribe – Meta, plancha 304



Nota: Adaptado de (Servicio Geológico Colombiano, 2015)

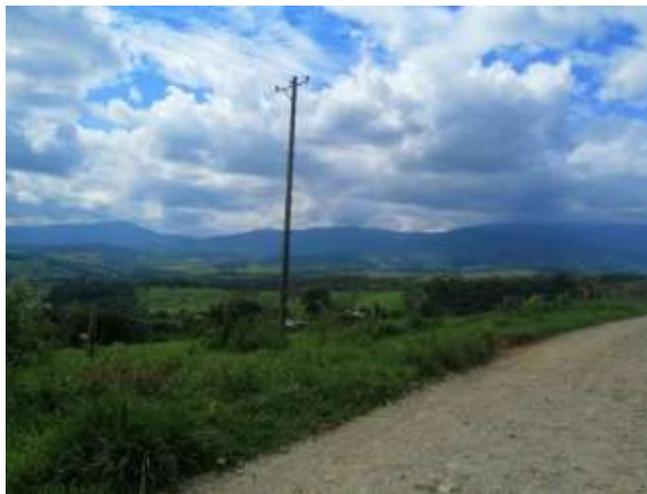
La formación denominada Abanicos Aluviales del Piedemonte, con origen en el Cuaternario y caracterizada por la presencia de areniscas con intercalaciones de arcillolitas. Por último, se localiza el Cuaternario Aluvial que se identifica por terrazas de arena y grava o llanuras de inundación con lutitas grises y amarillentas (EOT, Municipio de Uribe).

### *Características Geomorfológicas*

En el territorio de Uribe se pueden apreciar tres grandes geoformas que proceden de eventos aluviales tectónicos fuertes (plegamiento y ruptura de grandes bloques con impacto regional) y meteorización - ésta última derivada de cambios climáticos a lo largo de un gradiente altitudinal variado, así como una alta precipitación (de 2000 a 3000 mm anuales) afectando materiales de diversa composición. A continuación, se describen someramente la unidad es geomorfológicas existentes en Uribe son:

**Montañoso Estructural.** Comprende todo el territorio de cordillera, que se extiende desde el piedemonte pasando por la falla Guaicáramo hacia el norte del municipio y la parte correspondiente a la cordillera de los Picachos.

*Figura 17. Formaciones montañosas ubicadas en Uribe – Meta*



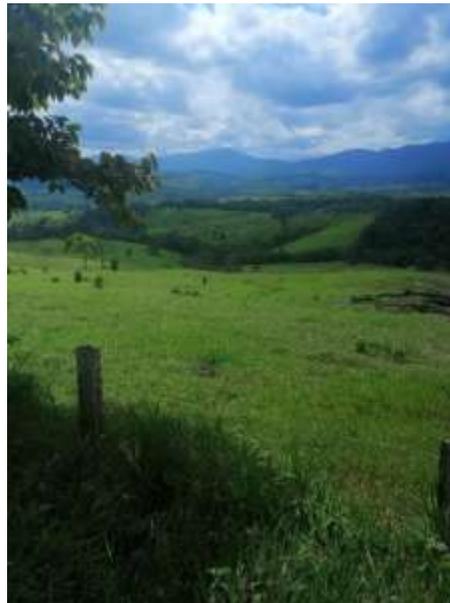
**Colinas Erosionables y estructurales: Ocupan** una amplia parte del territorio municipal comprendida entre el piedemonte hacia el sur entre los ríos La Reserva y el Dantas, en el que se encuentran áreas de pendientes suaves.

*Figura 18. Colinas ubicadas en Uribe – Meta*



**Terrazas y vegas aluviales:** Contempla aquellos terrenos de origen aluvial, con una forma plana, en posición baja y que se caracteriza por recibir aportes de la cordillera.

*Figura 19. Vegas aluviales ubicada en Uribe - Meta*



### *Climatología*

De acuerdo con las diferencias altitudinales, el Municipio presenta cuatro climas bien diferenciados: cálido entre 400 y 1000 m.s.n.m, subandino entre 1000 y 2000 m.s.n.m, andino entre 2000 y 3000 m.s.n.m y páramo entre los 3000 y 4000 m.s.n.m.

En la zona del proyecto se identifican dos estratos climáticos que dominan la región de influencia directa del proyecto que son:

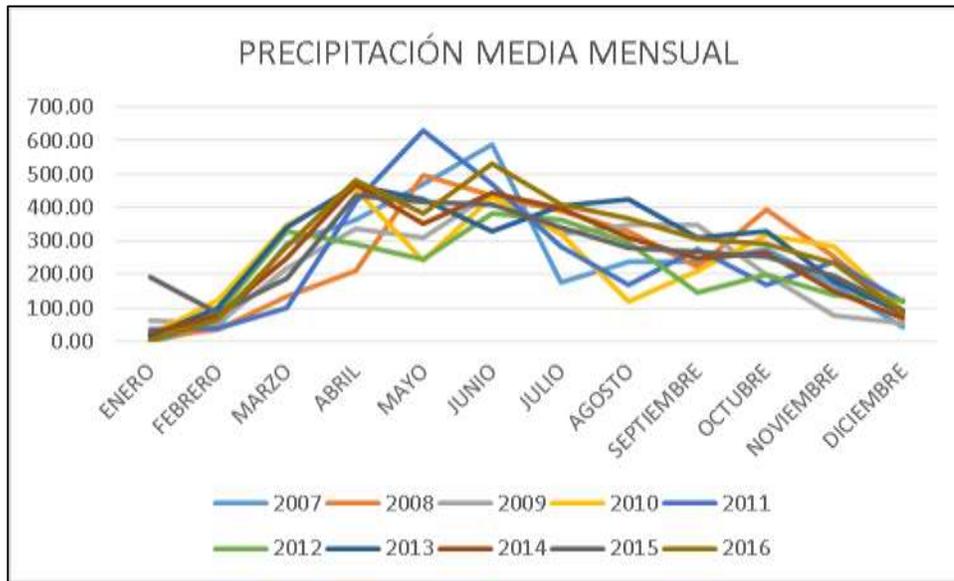
- Precipitación

Tabla 6. Precipitación (mm)

PRE SIPITACIÓN (mm) E STACIÓN URIBE LA												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2007	0.8	43.22	289.87	362.6	468.25	588.77	178.09	236.55	236.85	274.43	166.95	43.75
2008	12.1	34.3	133.1	211.32	496.93	434.43	391.22	327.15	223.95	394.42	251.82	87.58
2009	61.45	54.48	217.12	335.58	309.23	441.78	321.03	347.97	346.25	198.52	78.15	54.45
2010	19.18	124.68	346.82	453.25	242.18	433.48	321.83	119.3	210.82	315.88	282.6	91.87
2011	35.87	38.23	99.27	414.82	632.03	471.08	281.74	167.6	277.35	167.29	236.33	120.44
2012	1.1	83.77	329.43	289.37	243.89	381	362.87	295.53	144.43	200.72	138.6	121.8
2013	14.83	99.4	339.1	465.2	423.17	327.98	404.77	424.98	309.4	327.83	180.67	84
2014	22	77.47	247.83	471.6	352.7	443.48	398.12	309.42	248.1	262.67	149.53	69.83
2015	191.72	83.73	186.88	437.55	417.8	410.07	339.7	281	268.78	252.53	196.68	93
2016	0.33	65.88	283.46	480.55	382.88	532.63	407.5	368.62	304.38	291.38	232.59	85.17

Nota: Estación meteorológica IDEAM, con la aplicación Clima, por Andrea Vera, 2021.

Figura 20. Precipitación media anual



Se puede evidenciar una regularidad a través de los últimos 10 años, en el último año se muestra que los meses con mayor precipitación son de abril a noviembre, en especial el mes de mayo que puede alcanzar los 632.03 mm y tiempo seco de diciembre a marzo considerando el mes de enero como el tiempo de mayor sequía llegando a los 0.80 mm.

Tabla 7. Precipitación media anual municipio de Uribe

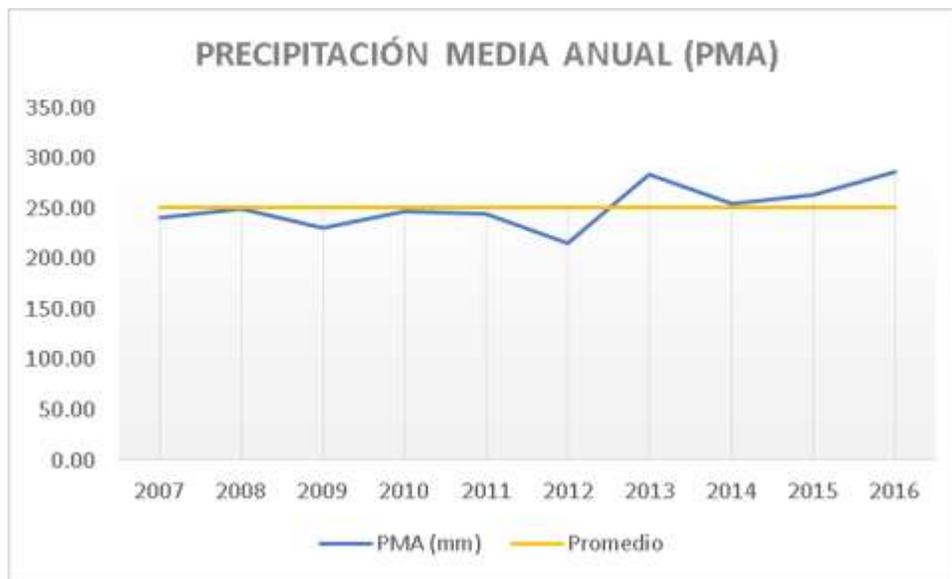
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (PMA) DEL MUNICIPIO DE URIBE META ENTRE LOS AÑOS 2007 A 2016		
AÑO	PMA (mm)	Promedio
2007	240.84	251.665
2008	249.86	251.665
2009	230.50	251.665
2010	246.82	251.665
2011	245.17	251.665
2012	216.04	251.665

Tabla 7. Continuación

<b>2013</b>	283.44	251.665
<b>2014</b>	254.40	251.665
<b>2015</b>	263.29	251.665
<b>2016</b>	286.28	251.665
<b>TOTAL</b>	2516.65	
<b>PMA de Diseño</b>	251.67	

(mm)

Figura 21. Grafica Precipitación media anual



De acuerdo al promedio calculado, se puede evidenciar que los años con mayor precipitación fueron desde el año 2013 y 2016, y los años con épocas de lluvia más bajos fueron 2009 y 2012, de acuerdo a estos datos se promedia una precipitación media anual de diseño de 251.67 mm.

- Temperatura

Tabla 8. Temperatura media (°C)

TEMPERATURA MEDIA (°C) ESTACIÓN LA URIBE												
AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2007	25.96	26.07	25.67	24.34	24.82	23.61	24.2	23.74	24.55	24.78	25.39	25.53
2008	26.2	26.45	26.35	25.29	24.19	23.91	23.8	24.9	24.48	24.38	25.08	25.12
2009	25.13	25.15	25.75	24.99	25.02	24.65	24.3	24.93	25.42	25.55	26.14	26.52
2010	26.4	26.27	26.1	25.58	25.27	24.71	24.62	24.88	25.41	25.27	25.06	25.35
2011	25.62	25.1	25.51	25.32	24.65	24.69	24.47	25.28	24.57	25.5	25.36	25.48
2012	26.22	25.65	24.96	25.04	25.03	24.12	23.93	24.33	24.92	25.43	25.21	26.43
2013	26.72	25.63	25.58	25.34	25.06	25.21	24.16	24.29	25.02	25.51	25.28	25.56
2014	26.24	26.06	25.68	25.27	25.58	24.42	24.23	24.21	25.3	24.90	23.96	25.27
2015	25.45	25.09	25.93	25.38	25.15	24.38	24.76	24.85	25.98	25.63	25.47	25.66
2016	27.17	26.73	25.97	25.32	25.2	24.63	24.25	24.99	25.18	25.6	25.48	24.86

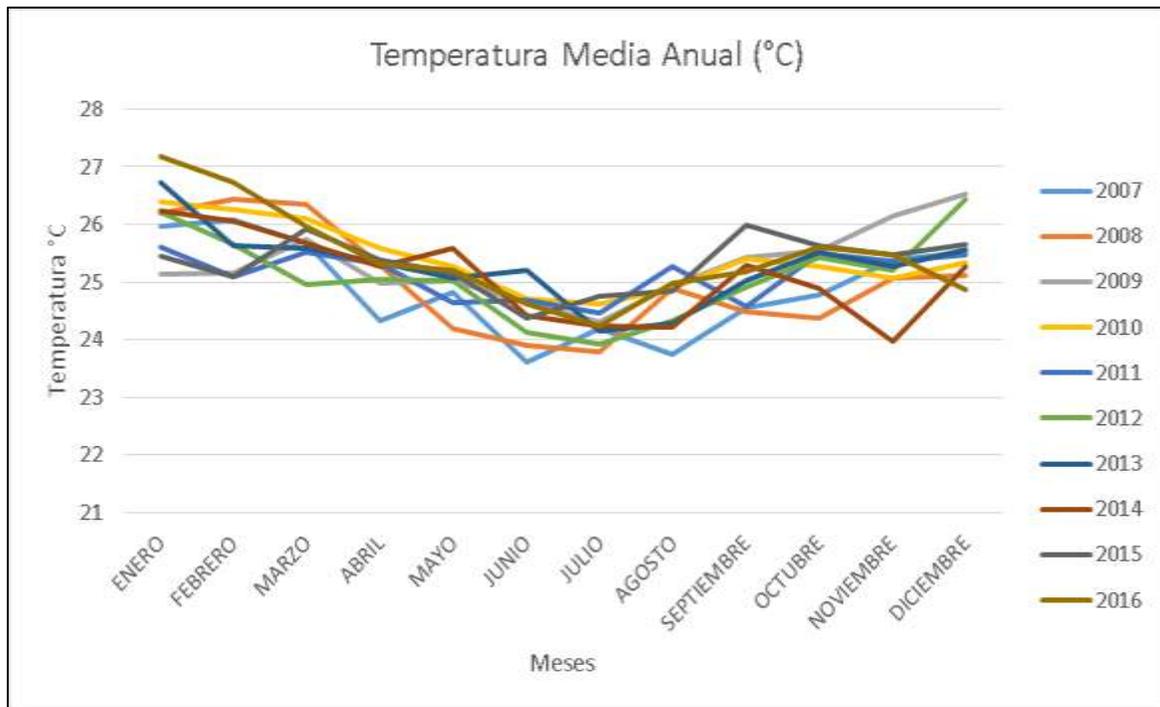
Nota: Estación meteorológica IDEAM, con la aplicación Clima, por Andrea Vera, 2021.

Ecuación 1. Temperatura media mensual

$$TMM = 20.348 + 17.5683 \times \log Fg$$

:

Figura 22. Temperatura media mensual



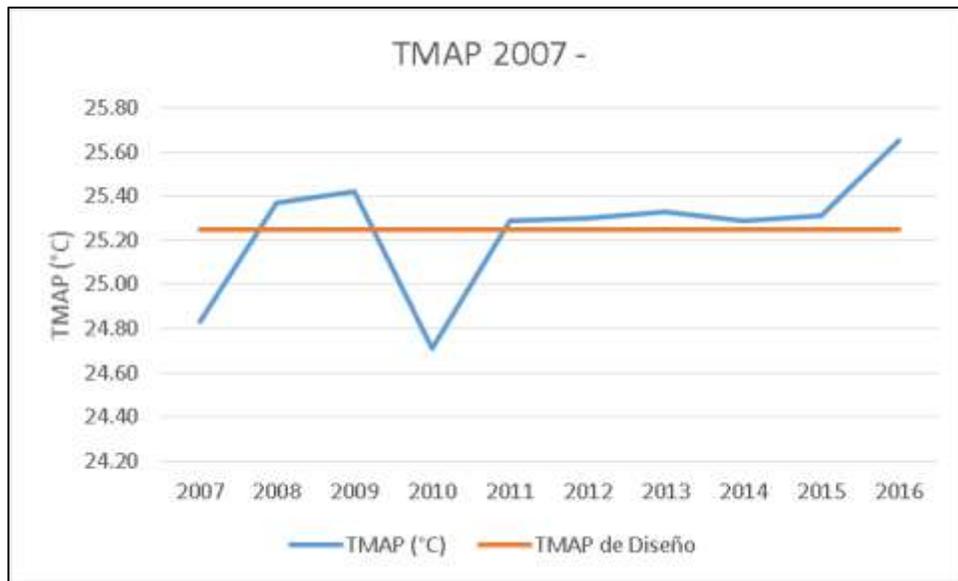
Se puede evidenciar que durante los últimos 10 años la variación de temperatura es similar, solo en el año 2016 se alcanza una temperatura máxima en el mes de enero de 27.17°C, entre los meses de abril a agosto se evidencian temperaturas bajas alcanzando los 23.61°C.

Tabla 9. Temperatura media anual ponderada y temperatura de diseño

**TEMPERATURA MEDIA ANUAL PONDERADA Y TEMPERATURA DE DISEÑO**

AÑO	TMAP (°C)	Fp Promedio	TMAP de Diseño
2007	24.83	1.82	25.25
2008	25.37	1.89	25.25
2009	25.42	1.91	25.25
2010	24.71	1.79	25.25
2011	25.29	1.86	25.25
2012	25.30	1.88	25.25
2013	25.33	1.89	25.25
2014	25.29	1.86	25.25
2015	25.31	1.88	25.25
2016	25.65	1.97	25.25

Figura 23. Temperatura media anual ponderada



Con la información anterior se determina una temperatura promedio anual de 25.25°C, de acuerdo con los datos suministrados de la base de datos del IDEAM y la aplicación Clima, se obtiene el TMAP de diseño.

### ***Hidrografía***

El territorio Municipal, pertenece en su totalidad a la cuenca del río Guayabero. A su vez se encuentran las siguientes subcuencas:

- **Subcuenca del río Duda:** Atraviesa el municipio de norte a sur y junto con el río Guayabero, constituyen las arterias fluviales más representativas del municipio tanto por su caudal e importancia para el transporte.
- **Subcuenca del río Losada:** Se encuentra al occidente municipal y se constituye en una de las subcuencas más importantes de la Cordillera de los Picachos.

El municipio en términos regionales cumple con una función reguladora del recurso hídrico porque recoge las aguas producidas en el páramo de Sumapaz y las transporta por la cordillera hacia el río Guaviare y de ahí a toda la Amazonia (EOT del Municipio de Uribe – Meta).

Dentro de la subcuenca del río Duda, se encuentra que por debajo de los 2.500 m.s.n.m la zona presenta problemas de erosión severa por intervención antrópica que han afectado la función

reguladora del ciclo hídrico regional. Las consecuencias son aportes de sedimentos, generación de riesgo por inundación en el invierno y escasez de agua en verano (EOT del Municipio de Uribe – Meta).

### ***Estudio De Tránsito***

Para realizar una proyección de tránsito en una vía terciaria como la vía en estudio, Se usan valores de tasas de crecimiento de tránsito de 2% según Invias.

- El valor del número de ejes equivalentes (N) en un período de diseño de 10 años. **Por lo cual se adopta una tasa de crecimiento de 2.0%.**

Los parámetros de tránsito como, tasa de crecimiento, factor direccional, factor carril, tráfico generado y tráfico atraído entre otros se deben elegir con un criterio sano de ingeniería. Lo anterior debido a que no hay estudios previos donde apoyarse como datos de aforos realizados en años anteriores en el sector de influencia, o en vías con características semejantes de la zona. Además, las entidades gubernamentales de nuestro país como son INVIAS o ANI no cuentan con la información actualizada ni siquiera de las vías principales que recorren el país.

Debido a que no hay datos de aforos anteriores en la zona de estudio, por la baja categoría de la vía (vías terciarias o camino vereda) y que no se cuenta con un corredor vial construido

“llámese estructura de pavimento” se realiza la estimación de la tasa de crecimiento con base en otras variables como son:

- Crecimiento poblacional de las ciudades en Colombia estimado de 1.09%
- Crecimiento de la economía nacional que para el año 2020 se estimó en el 5.5%.

Otro criterio establecido en el Manual de Diseño de Pavimentos del INVIAS para Vías con bajos volúmenes de tránsito propone porcentajes de crecimiento anual entre 1.0% y 2.0%.

Como se puede observar existen muchos criterios para la determinación de la tasa de crecimiento del proyecto. Por lo cual en el área de influencia de este solo se cuenta con una vía con las características presentes en ella. Por esta condición, se consideró, con un criterio sano de ingeniería, tomar valores del 2%.

En resumen, se eligen estos valores pues concuerdan con las tasas de crecimiento económico del país, el crecimiento poblacional y el crecimiento histórico del parque automotor y

de las proyecciones urbanísticas y la evolución de la densificación del área de influencia del proyecto.

Tabla 10. Resumen proyección tránsito con iteración de tasas de crecimiento

Tasa de Crecimiento (%)	NEE 8.2 T a 10 años	NEE 8.2 T a 10 años
<b>2.0</b>	<b>278.462</b>	<b>2.78E+08</b>

Nota: Resultado ejes equivalentes, por Andrea Vera, 2021.

Como se observa en el cuadro resumen, la sensibilización realizada con los valores de TPD determinados es muy bajo. Con lo cual se concluye que la tasa de crecimiento para este caso en particular no incide en el valor de N ya que el volumen de tránsito está entre el rango de 0 a 500000 ejes equivalentes de 8.2 T.

Se reitera el uso de un valor de 4.0% de tasa de crecimiento para asegurar más el diseño de la estructura de pavimento y tener un nivel de confiabilidad mayor.

A continuación, se muestran los cuadros para el cálculo del valor N (ejes equivalentes de 8.2 T) para los tres casos de sensibilización.

*Ecuación 2. Formula Ejes Equivalentes*

$$N = TPD \times \frac{A}{100} \times \frac{B}{100} \times 365 \times \frac{(1+r)^n - 1}{Ln(1+r)} \times F.C.$$

Nota. Ingeniería de pavimentos para carreteras, 2002

TPD: Tránsito promedio diario inicial.

A: porcentaje estimado de vehículos pesados (buses y camiones). B: porcentaje de vehículos pesados que emplean el carril de diseño.

r: rata anual de crecimiento del tránsito.

n: período de diseño

F.C: Factor camión

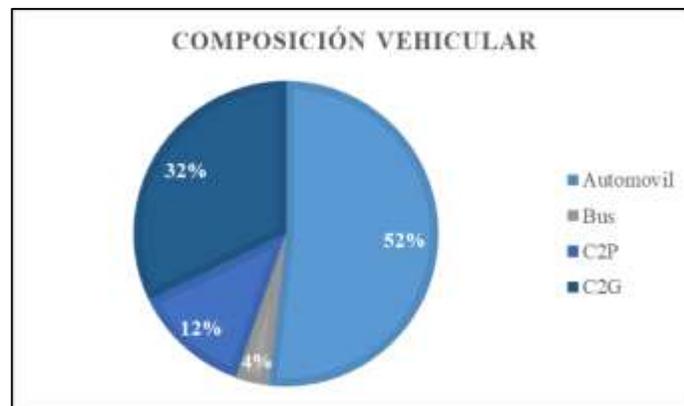
Composición Vehicular de la zona de estudio

Tabla 11. Composición vehicular

<b>RESUMEN COMPOSICIÓN VEHICULAR</b>					
<b>FECHA</b>	<b>AUTOMOVIL</b>	<b>BUS</b>	<b>C2P</b>	<b>C2G</b>	<b>MOTOS</b>
17 de diciembre de 2020	10	1	2	5	15
19 de diciembre de 2020	7	0	3	7	18
7 de enero de 2021	12	1	2	6	14
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>18</b>	<b>47</b>
<b>TPD</b>	<b>9.67</b>	<b>0.67</b>	<b>2.33</b>	<b>6.00</b>	<b>15.67</b>
<b>TPDs</b>	<b>18.67</b>				
<b>Composición Vehicular</b>	<b>51.79</b>	<b>3.57</b>	<b>12.50</b>	<b>32.14</b>	

Nota: Conteo vehicular en la zona de estudio, por Andrea Vera, 2021.

Figura 24. Composición vehicular.



De acuerdo a los resultados obtenidos con el aforo vehicular realizado, se evidencia que la composición vehicular está compuesta generalmente por automóviles con un 51.79% que se caracterizan por ser camperos usados para el transporte público y los camiones C2G con un 32.14% usados para el transporte agrícola y ganadero. en la siguiente tabla se observan los datos necesarios para calcular los ejes equivalentes de la vía.

Tabla 12. Datos Ejes Equivalentes 8.2 Ton

<b>Tasa de crecimiento %</b>	r	2
<b>Período de diseño años</b>	n	10
<b>Factor Camión</b>	Fc	2.56
<b>A = (%B + %C) %</b>	A	48
<b>Factor Direccional B %</b>	B	50
<b>Factor de Crecimiento</b>	Fn	27.27
<b>Porcentaje Tto atraído y Generado %</b>	G	10

*Nota: Resultados de estudio de tránsito, por el método de ejes equivalentes, por Andrea Vera, 2021.*

De los resultados expuestos anteriormente al estudio de tránsito se pudo concluir que:

- Se evidencia que debido al poco desarrollo del municipio se tiene un nivel de tránsito bajo tan solo de 278.462 ejes equivalentes de 8.2 toneladas en el carril de diseño para el período de diseño de 10 años, adoptando como se explicó anteriormente el valor de la mayor tasa de crecimiento para disminuir el valor de confiabilidad y error de pronóstico al momento de diseñar la estructura de pavimento.
- Se estimaron valores como tasa de generación y atracción de viajes del 10% para esta vía veredal ya que se espera que, con la construcción y mantenimiento de las vías terciarias, se produzca un aumento en la economía del municipio de su parque automotor.
- Los valores de aforo se tomaron un día típico (Jueves) y día de mercado (Sábado) para así poder generar una proyección acertada con el método de tasa de crecimiento exponencial.
- El tránsito pronosticado está entre el rango de NT1 para bajos volúmenes de Tránsito el cual está entre  $0 < 278.462 < 500.000$  ejes equivalentes de 8.2 toneladas, con lo cual se puede realizar un mejoramiento vial.

***Alternativas De Mejoramiento***

Mejoramiento de la Subrasante por El Método de Ivanov

Para el mejoramiento de la subrasante se emplea el Método de Ivanov en los apiques número 1 y 3, debido a que sus valores se encuentran con un CBR por debajo de 5.

*Tabla 13. Resultados de Estudio de Suelos (apiques)*

<b>APIQUES</b>	<b>CBR INALT EN INMERSION (%)</b>
<b>No. 1</b>	4.1
<b>No. 2</b>	6.37
<b>No. 3</b>	6.25
<b>No. 4</b>	3.64

*Nota: Resumen de datos obtenidos en ensayo de CBR, por Andrea Vera, adaptado por (CSA Ingeniería, 2020)*

De acuerdo a lo anterior se calculan un nuevo CBR equivalente, como se muestra a continuación:

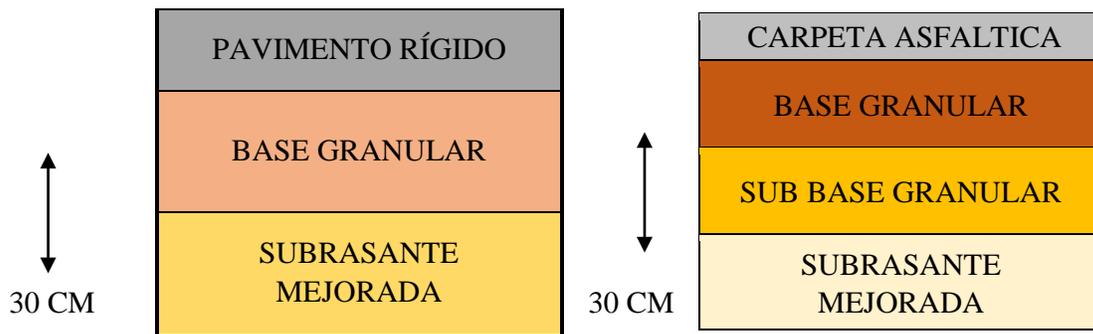
*Tabla 14. Mejoramiento Apique No.1 por Método de Ivanov*

<b>APIQUE No. 1</b>	
<b>CBR inferior</b>	4.1
<b>CBR superior</b>	10
<b>ESR</b>	410
<b>Erajon</b>	673
<b>hrajon</b>	30
<b>a</b>	15
<b>n</b>	1.22
<b>Eeq.</b>	<b>570.60</b>
<b>CBReq.</b>	5.71

Tabla 15. Mejoramiento Apique No. 3 por Método de Ivanov

<b>APIQUE No. 3</b>	
<b>CBR inferior</b>	3.64
<b>CBR superior</b>	10
<b>ESR</b>	364
<b>Erajon</b>	673
<b>hrajon</b>	30
<b>a</b>	15
<b>n</b>	1.28
<hr/>	
<b>Eeq.</b>	<b>545.85</b>
<b>CBReq.</b>	<b>5.46</b>

Figura 25 Estructuras de Pavimentos con Subrasante Mejorado

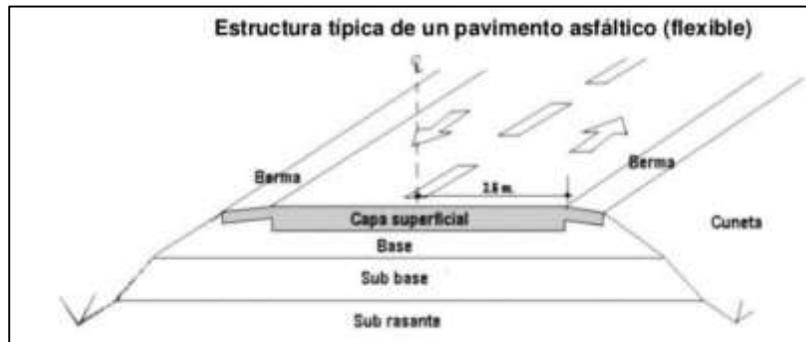


Para el mejoramiento de la subrasante se puede usar material de la zona, que cumpla con las especificaciones necesarias.

### ***Pavimento Flexible***

Este tipo de pavimento se caracteriza por estar conformado por distintas capas las cuales están compuestas por una capa de rodadura o carpeta asfáltica que está elaborada con concreto asfáltico y dos capas elaboradas con agregados las cuales son la base y sub base.

Figura 26. Estructura de Pavimento Flexible



Nota: Adaptado por ( *Martinez, 2020* )

En la sub base se debe encontrar distintos factores que permitan una buena resistencia para llegar a soportar las cargas recibidas por los vehículos y a su vez generar un buen drenaje el agua recibida por las capas superficiales o las bermas generando un impacto mínimo en la deformación del pavimento a causa de los cambios de temperatura o épocas invernales.

A nivel económico esta capa puede variar ya que el espesor total que se requiere para que el nivel de resistencia sea el óptimo de puede generar con material de alta calidad, sin embargo, es preferible que las capas superiores contengan un mejor material y este con una menor calidad sin afectar el diseño de esta, haciendo de manera óptima la parte económica.

La base está construida por agregados y se encarga de transmitir la resistencia hacia la sub base y la subrasante, esta puede estar estabilizada o sin estabilizar y ya por último la carpeta asfáltica se caracteriza por ser una capa uniforme y estable generando una alta impermeabilidad hacia las distintas capas.

Entre las ventajas de utilizar este pavimento se encuentran:

1. Recomendable para cargas vehiculares bajas.
2. Es el pavimento que resulta más económico de los tres.
3. Facilidad de intervención a las capas del pavimento.
4. Permite una impermeabilización completa de la superficie de ruedo.
5. La falla por fatiga se genera en la carpeta de ruedo, por lo que se puede intervenir la carpeta con facilidad.
6. No es necesario diseñar acero de refuerzo o dovelas.

Las desventajas del pavimento flexible son las siguientes:

1. No es recomendable para altas cargas vehiculares.
2. Es un pavimento menos durable.
3. Requiere mayor mantenimiento o intervención.
4. Es un pavimento que posee menor capacidad estructural que el pavimento rígido.

### ***Pavimento Rígido***

La estructura del pavimento rígido consta normalmente de dos capas, la capa superior de concreto y la inferior con base, sin embargo, dependiendo de las condiciones del terreno puede llegar a existir una tercera capa de subbase

*Figura 27.* Estructura Pavimento Rígido



Nota: Adaptado de (Pacuara Rojas, 2020)

La capa superior puede ser de dos tipos: una compuesta por losas de concreto separadas por juntas transversales y longitudinales o una losa continua de concreto armado.

Gracias a la alta rigidez que tiene el concreto hidráulico, así como su alto coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se genera a lo largo de la zona. Además, este es capaz de resistir hasta cierto punto el esfuerzo a la tensión, sin importar las condiciones en las que se encuentre.

Las ventajas que proporciona el pavimento rígido son las siguientes:

1. Posee mayor capacidad estructural que el pavimento flexible.

2. Recomendable para cargas vehiculares altas.
3. Pavimento más durable.
4. Requiere menos mantenimiento del pavimento durante su vida útil.

Las desventajas de este pavimento son las siguientes:

1. No es recomendable para cargas vehiculares bajas porque se vuelve una solución muy costosa económicamente.
2. Es posible que se genere bombeo de materiales finos por las juntas hacia la superficie de la losa, cuando no existe sub-base.
3. Se requiere el diseño de acero y/o dovelas, a excepción de algunos pavimentos rígidos que no los tienen.

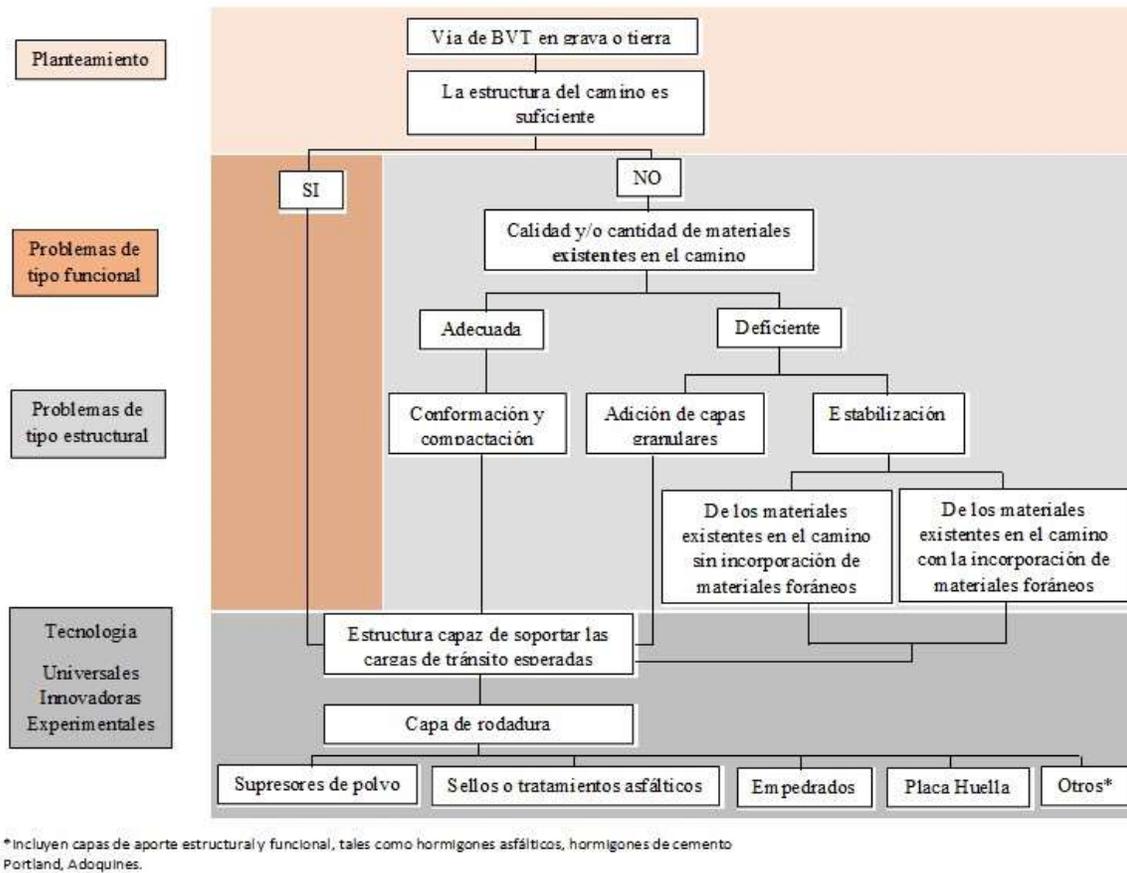
### ***Alternativa Adecuada para la Zona de Estudio***

Ya identificado las alternativas y las características de la zona de estudio a intervenir, se debe proceder a analizar de manera minuciosa cuál de las opciones es la adecuada teniendo en cuenta los siguientes atributos:

- Durabilidad y desempeño: durabilidad de la solución, vida útil, calidad de rodado, seguridad.
- Construcción y sostenibilidad: se evalúan características de competencia y capacitación del personal requerido, requerimiento y disponibilidad de equipos, necesidades de material importado, uso de recursos no renovables, requerimientos de mantenimiento.
- Económicos, sociales y ambientales: costos del ciclo de vida, oportunidades de empleo, impacto ambiental, calidad visual y compatibilidad con el entorno.

Para poder llegar a una selección óptima, se debe tener en cuenta distintos factores para llegar a determinar la técnica más adecuada para dar cumplimiento al proyecto.

Figura 28. Esquema del procedimiento a seguir para la selección del tipo de solución general.



Nota: Adaptado por Soluciones e Innovaciones Tecnológicas de Mejoramiento de Vías de Tránsito bajo, 2010

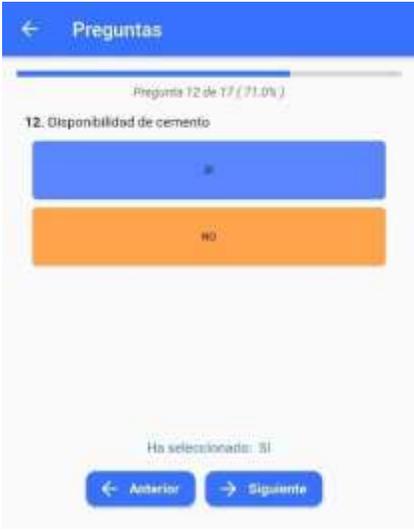
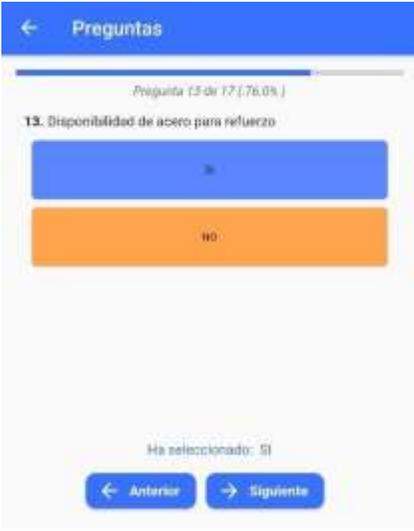
Con la aplicación del INVIAS “Invias Rural”, se realiza un análisis de acuerdo a las especificaciones mínimas expuestas por la institución para dar a conocer el tipo de pavimento conveniente para vía terciaria a intervenir.

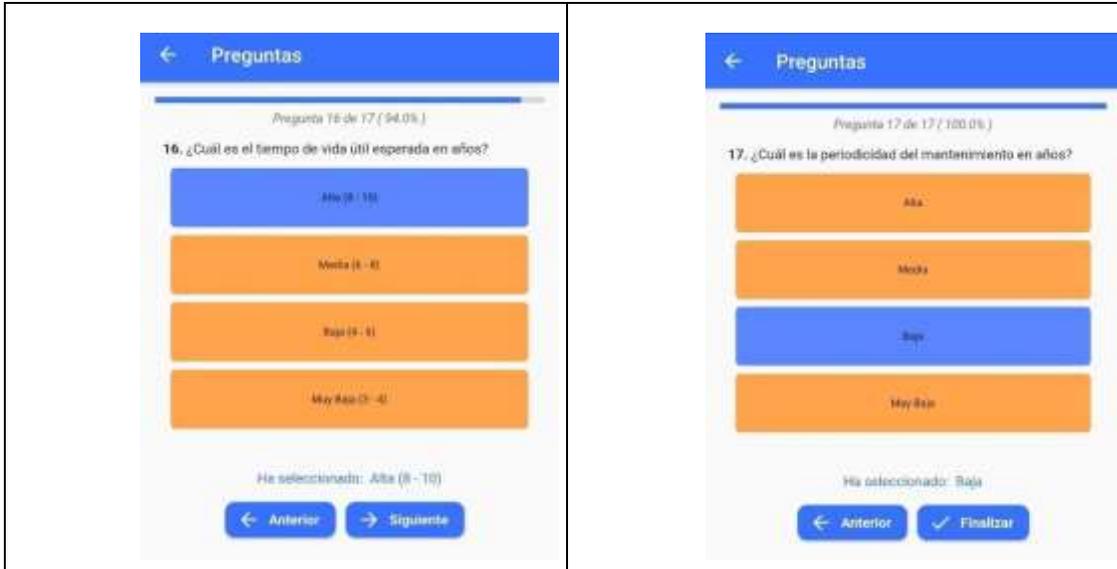
Figura 29 Paso a paso selección de pavimento aplicación Invias.

	
<p>Página de inicio de la aplicación</p>	<p>Paso 1: de acuerdo al estudio de transito nos da un valor 128.406 EE 8.2t, el rango en el cual están los ejes equivalentes obtenidos se encuentra en Muy Bajo.</p>
	
<p>Paso 2: De acuerdo a las especificaciones obtenidas en el estudio de suelo</p>	<p>Paso 3: En la precipitación media anual se selecciona que es baja.</p>

<p>Paso 4: La temperatura promedio de la zona de estudio ubicada en Uribe – Meta s de 27.5°C</p>	<p>Paso 5: La vía no cuenta con ninguna especificación vial.</p>
<p>Paso 6: según el levantamiento topográfico, se encuentran pendientes entre 4 y 14%</p>	<p>Paso 7: la vía no cuenta con ningún tipo de drenaje.</p>

<p>← Preguntas</p> <p>Pregunta 8 de 17 (47.0%)</p> <p>8. ¿Presenta sistema de drenaje subterráneo (Filtros)?</p> <p>SI</p> <p>NO</p> <p>Ha seleccionado: NO</p> <p>← Anterior → Siguiente</p>	<p>← Preguntas</p> <p>Pregunta 9 de 17 (53.0%)</p> <p>9. ¿Cuál es el tipo de economía?</p> <p>Residencial</p> <p>Turístico</p> <p>Comercial</p> <p>Industrial (Agrícola y pecuaria)</p> <p>Ha seleccionado: Industrial (Agrícola y pecuaria)</p> <p>← Anterior → Siguiente</p>
<p>Paso 8: La vía no cuenta con ninguna especificación vial.</p>	<p>Paso 9: La zona se caracteriza por ser agrícola y ganadera.</p>
<p>← Preguntas</p> <p>Pregunta 10 de 17 (59.0%)</p> <p>10. Disponibilidad de Materiales Granulares</p> <p>SI</p> <p>NO</p> <p>Ha seleccionado: SI</p> <p>← Anterior → Siguiente</p>	<p>← Preguntas</p> <p>Pregunta 11 de 17 (65.0%)</p> <p>11. Disponibilidad de cal</p> <p>SI</p> <p>NO</p> <p>Ha seleccionado: SI</p> <p>← Anterior → Siguiente</p>
<p>Paso 10: Si se encuentra material de extracción en la zona</p>	<p>Paso 11: Disponibilidad de cal</p>

	
<p>Paso 12: si hay disponibilidad de cemento</p>	<p>Paso 13: si hay disponibilidad de acero</p>
	
<p>Paso 14: No es viable ya que las zonas de abastecimiento de asfalto se encuentran lejos y las vías de acceso no están en óptimas condiciones para el transporte de este.</p>	<p>Paso 15: Zonas lejanas para acceder al concreto asfáltico</p>



Paso 16: El diseño se hace con un tiempo de vida útil Alto

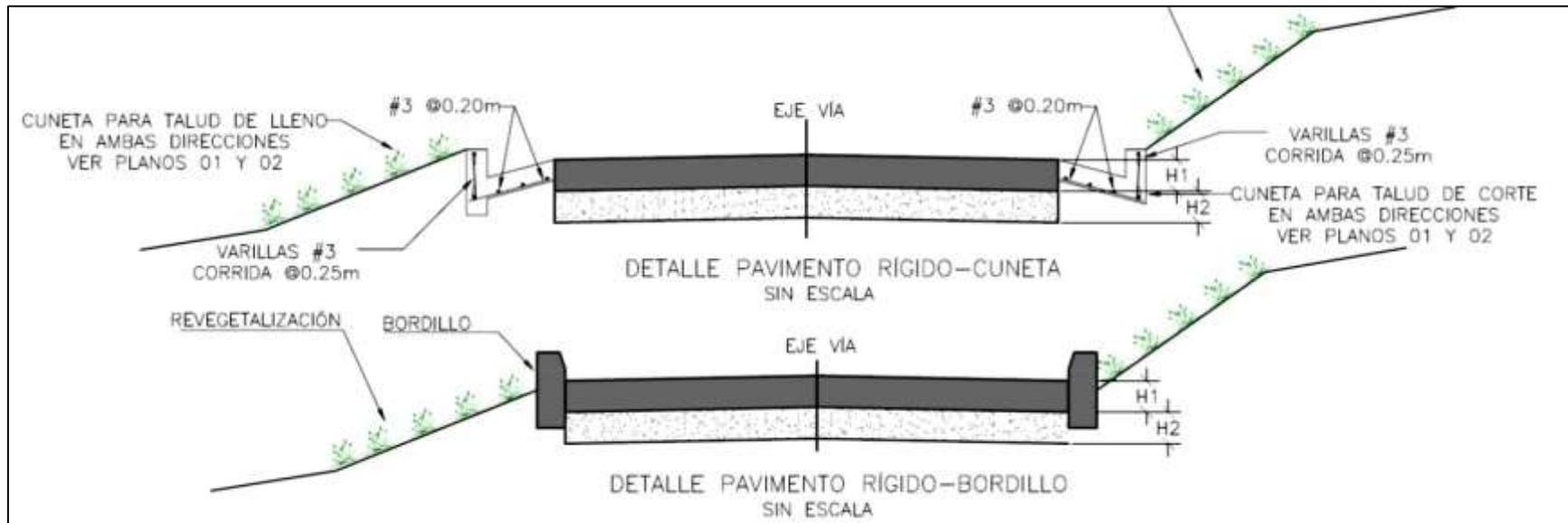
Paso 17: Un bajo periodo de mantenimiento.



Como resultado nos muestra que es viable una construcción de pavimento rígido sobre la subrasante

*Nota: Guia de elección para diseño y construcción de pavimentos pa vías terciarias con la aplicación INVIAS Rural, por Andrea Vera, adaptado por (Invias Rural App).*

Figura 30. Perfil de estructura en pavimento rígido



Nota: Esquema para diseño de pavimento rígido. Adaptado por (Aplicación INVIAS Rural, 2021)

## Resultados e impacto

En la Tabla 15 se evidencia los resultados obtenidos, de acuerdo a lo planteado en los objetivos específicos, dando cumplimiento a cada uno de ellos.

*Tabla 16. Resultados*

<b>RESULTADO</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>OBJETIVO RELACIONADO</b>
Características de la zona de estudio	Inspección en campo, recopilación de información	Identificar las zonas de influencia del proyecto.
Caracterización del suelo CBR de diseño Número de ejes equivalentes de 8.2 Ton Temperatura Precipitación Niveles	Estudios de suelos, tránsito, hidrológicos, levantamiento topográfico	Definir las características de la zona de estudio hacia el centro poblado El Paraíso desde el k 0 + 000 hasta el k0 + 805.92 en el Municipio de Uribe, mediante estudio de suelos, levantamiento topográfico, estudio hidrológico y estudio de tránsito.
Alternativas de mejoramiento de pavimento	DNP, INVIAS, ASHTO	Diseñar alternativas de mejoramiento del pavimento que se adecuen a la zona de estudio.
Selección de pavimento	App Invias Rural	Definir la alternativa de pavimento adecuada para la zona de estudio y vías en condiciones similares.

De acuerdo a los resultados obtenidos, los impactos que se pueden generar en su mayoría serán positivos, ya que el estado actual de las vías en este municipio son de difícil acceso lo cual genera un índice de desarrollo bajo.

Tabla 17. Impactos

ASPECTO	IMPACTO	AFECTACIÓN	PLAZO
Social	Mejorar la vía existente	Reduce los tiempos de viaje, generando una mayor accesibilidad a la zona.	Corto
	Beneficia el desarrollo productivo.	Incremento en la productividad agrícola y ganadera	Mediano
Económico	Aumento del desarrollo de la región.	Crecimiento en la población, generando así más empleo, turismo y actividad agrícola.	Largo
Ambiental	Uso de materiales existentes o de la zona	Genera una reducción de costos en el presupuesto en cuanto a transporte.	Mediano

## Conclusiones

Las vías terciarias son las estructuras viales más afectadas desde hace muchos años, la ausencia de mantenimiento, rehabilitación, mejoramientos o construcciones hacen que los accesos a una gran parte de comunidades sean limitados y a su vez el desarrollo social y económico se vea en su mayoría afectado.

En este caso la zona de estudio que se está interviniendo, es una zona con oportunidad de desarrollo gracias a los distintos tipos de suelos que maneja hace que su producción sea variada y de buena calidad.

Es importante resaltar que la técnica utilizada o la unión de éstas, debe solucionar la problemática de movilidad en su totalidad; en otras palabras, de nada sirve que exista capacidad estructural si no se garantiza la funcionalidad deseada en la vía.

Para la elección de la alternativa de mejoramiento, se debe tener en cuenta no solo los aspectos económicos, sino sociales, que involucren no solo el tránsito, sino todos los elementos ambientales, económicos técnicos y sociales; de la zona donde se ubica la vía priorizada, ofreciendo la posibilidad de encontrar soluciones generales y específicas para los puntos críticos de la vía a mejorar.

De acuerdo a los estudios realizados en la zona de estudio, se logro identificar cada una de las características de la vía a intervenir con lo cual se encontró que cuenta con inclinaciones entre el 4% y el 14% a lo largo del eje vial, con los ensayos de suelos se detectaron CBR entre el 3% y 5%, lo cual lleva a que en el diseño se implemente un mejoramiento de la subrasante por el método de IVANOV y con el estudio de tránsito se calculan los ejes equivalentes de 8.2 Ton.

Al momento de seleccionar la alternativa correcta se tuvo en cuenta, costos, tiempo de entrega, accesibilidad para la entrega de material, ya que la zona a la cual se quiere llegar su acceso el limitado, por ende, cualquier tipo de material no es viable económicamente.

De acuerdo a los estudios realizados, se presentan dos alternativas las cuales están compuestas por las siguientes características un pavimento rígido con 30 cm de subrasante mejorada o un pavimento flexible con 30 cm de subrasante mejorada.

Con la ayuda de la aplicación INVIAS Rural y los resultados obtenidos en los distintos estudios realizados, nos muestra que la alternativa adecuada para implementar en la zona de estudio es un pavimento rígido con una subrasante mejorada.

### **Trabajos Futuros**

Este proyecto se realiza como guía para proyectos de diseño para el mejoramiento de las vías terciarias en las zonas de ladera, que conlleven a implementar nuevas metodologías INVIAS o AASHTO garantizando diseños viables tanto económicamente como estructuralmente.

La alternativa seleccionada hace referencia a las condiciones encontradas a través de los diversos estudios realizados, con la cual se puede llegar a ejecutar de manera adecuada obteniendo un desarrollo en la zona a intervenir.

## Referencias

- Alcaldía municipal de Uribe - Meta. (9 de marzo de 2020). Mapas. <http://www.uribe-meta.gov.co/tema/mapas>
- C.A.F. (Ed.). (2010). Soluciones e innovaciones tecnológicas de mejoramiento de vías de bajo tránsito. <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/401>
- C.S.S., S. (5 de febrero de 2016). La Estructura del Pavimento. <https://civilgeeks.com/2016/02/05/la-estructura-del-pavimento/>
- Caltex. (2021). Tratamiento de suelos con cal. <http://caltex.com.co/tratamiento-desuelos-con-cal/>
- Carrascal Pérez, L., & Cuervo Guerrero, C. C. (2019). Diagnóstico de la condición de movilidad en vías de conexión veredal en el departamento del Meta. [Trabajo de grado, Universidad de la Salle]. Repositorio. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/520](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/520)
- Departamento Nacional de Planeación. (2018). Mejoramiento de vías terciarias-vías de tercer orden. <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/viasterciarias/ptviasterciarias.pdf>
- Escarraga, M., & Mejía, M. (2019). Diseño de la estructura de pavimento, implementando geoceldas para mejorar la capacidad portante del suelo de la vía ubicada entre k10+500 y k11+500 en San José del Guaviare–Guaviare [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/18418/2019millerescarraga?sequence=8&isAllowed=y>
- Instituto Nacional de Vías, INVIAS (2016). Clasificación de las carreteras. <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/2-principal/2706clasificacion-de-las-carreteras>.
- Martínez, G. (2 de abril de 2020). Tipos de pavimento. Conoce sus características y clasificación. <https://www.ingenieria-y-construccion-colombia.com/tipos-de-pavimento/>
- Montejo, A. M. F. (2002). Ingeniería de Pavimentos para Carreteras (segunda edición ed.) [Libro electrónico]. Universidad Católica de Colombia. <https://es.slideshare.net/carlonchosuicida/alfonso-montejo-fonseca-ingenieria-de-pavimentos>

Pacuara Rojas, M. (2020). Deformaciones y Esfuerzos en pavimentos Rígidos y Flexibles.

<https://bookcivil.com/vias/deformaciones-y-esfuerzos-en-pavimentos-rigidos-y-flexibles>

Rozo Mendoza & Coronado Ortiz (Eds.). (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.

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23872/1/DIAGN%C3%93STICO%20PARA%20EL%20MEJORAMIENTO%20DE%20LA%20V%C3%8DA%20TERCIARIA%20QUE%20COMUNICA%20LAS%20VEREDAS%20EL%20TESORO%20SANTA%20M.pdf>

Servicio Geológico Colombiano, (2015). Elaboración de la cartografía geológica de un conjunto de planchas a escala 1:100.000 ubicadas en cuatro bloques del territorio nacional identificados por el servicio geológico colombiano grupo 2: zonas sur A y sur B. <http://recordcenter.sgc.gov.co/B15/23008010024811/Documento/Pdf/2105248111101000.pdf>

SilicondpoX. (2021). Proceso de ejecución de la metodología.

<https://www.silicondpoX.com/metodologia/>

## **Anexos**

Los anexos se encuentran adjuntos en formato pdf en la plataforma CRAI de la Universidad Santo Tomas sede Villavicencio.

1. Anexo 1 Localización topográfica
2. Anexo 2 Curvas de nivel