



PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIAARIA ALTERNA QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE CÁQUEZA AL MUNICIPIO DE UBAQUE, COMENZANDO EN LA VARIANTE GIRÓN DE BLANCOS HASTA EL SECTOR CONOCIDO COMO EL ALTO DE LA VIRGEN.

CRISTHIAN LEANDRO ROMERO CELIS

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTA D.C

2022

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DE LA VÍA Terciaria ALTERNA
QUE CONDUCE DEL MUNICIPIO DE CÁQUEZA AL MUNICIPIO DE
UBAQUE, COMENZANDO EN LA VARIANTE GIRÓN DE BLANCOS
HASTA EL SECTOR CONOCIDO COMO EL ALTO DE LA VIRGEN.

CRISTHIAN LEANDRO ROMERO CELIS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de:

INGENIERO CIVIL

Director (a):

I. C. M. Sc. ALEXANDRA MORALES

Línea de Investigación:

Ingeniería de Transporte y vías

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ D.C

2022

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado _____ Cumple con
los requisitos para optar

Al título de _____.

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

DIA MES AÑO
17 - 11 - 2022

BOGOTA D. C

DEDICATORIA

A Dios por regalarme mucha sabiduría y fortaleza para sacar mi profesión adelante.

Este trabajo es dedicado a mi madre Carmen Estela Celis Celis, gracias a su apoyo incondicional, amor y esfuerzo y dedicación me han permitido formarme como profesional, mi ejemplo a seguir y mi principal pilar.

A mi hermano Helman Yesid Romero Celis que fue un apoyo incondicional para que yo lograra cumplir una de mis metas más importante en mi vida, muchas pero muchas gracias por estar a mi lado en estos momentos tan importantes, nunca lo olvidaré.

Cristhian Leandro Romero Celis

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por regalarme mucha sabiduría y fortaleza para poder realizar este logro tan importante en mi vida.

A la Ing. Alexandra Morales por su apoyo y gran orientación profesional para el desarrollo de este trabajo.

A los profesores que estuvieron presente en todo el trayecto de mi carrera universitaria, por su profesionalismo y entrega en cada clase resaltando su forma de aprendizaje y cada enseñanza tan valiosa.

Cristhian Leandro Romero Celis

Índice de contenido

1	Introducción	1
2	Objetivos	2
2.1	OBJETIVO GENERAL	2
2.1.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3	Marco conceptual.....	3
3.1	RED TERCARIA EN COLOMBIA	3
3.2	IMPORTANCIA DE MEJORAR LAS VÍAS TERCARIAS	4
3.3	CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS.....	6
3.3.1	<i>Primarias</i>	6
3.3.2	<i>Secundarias</i>	7
3.3.3	<i>Terciarias</i>	7
3.3.3.1	<i>Variante</i>	8
3.4	AFIRMADO.....	9
3.4.1	<i>Características del material para el terreno afirmado</i>	10
3.4.2	<i>Efectos del cambio climático sobre las carreteras de afirmado</i>	11
3.5	CLASIFICACIÓN DE LOS DETERIOROS EN CARRETERAS AFIRMADO	13
3.5.1	<i>Daños de una carretera en afirmado</i>	13
3.6	DEFORMACIONES	15
3.6.1	<i>Pérdida de grava o pérdida del afirmado</i>	15
3.6.2	<i>Bacheo</i>	17
3.6.3	<i>Ondulaciones</i>	18
3.6.4	<i>Surcos longitudinales</i>	18
3.6.5	<i>Ahuellamiento</i>	20
3.6.6	<i>Surcos transversales</i>	20
3.6.7	<i>Lodazales</i>	21
3.6.8	<i>Cabezas duras</i>	22
3.6.9	<i>Erosión u obstrucción del sistema de drenaje</i>	23
3.7	CONSERVACIÓN VIAL.....	24
3.8	MANTENIMIENTO EN AFIRMADO	26
3.9	MANTENIMIENTO RUTINARIO O CONSERVACIÓN RUTINARIO	26
3.10	TÉCNICAS PARA EL MANTENIMIENTO RUTINARIO DE LOS AFIRMADOS	27
3.10.1	<i>Bacheo en afirmado (actividad 1311)</i>	28
3.10.2	<i>Perfilado ligero (actividad 1312)</i>	28
3.10.3	<i>Control de polvo (actividad 1313)</i>	29
3.11	MANTENIMIENTO PERIÓDICO O CONSERVACIÓN PERIÓDICO.	30
3.11.1	<i>Perfilado pesado</i>	31
3.11.2	<i>Cunetas o canales</i>	32

3.11.3 Recarga de grava.....	33
3.11.4 Rehabilitado.....	34
4 marco geográfico.....	35
5 Marco normativo	39
6 Estado del conocimiento	40
7 Diagnóstico actual y propuesta de mejoramiento	41
7.1 ESTADO ACTUAL DE LA VÍA TERCIARIA ALTERNA CÁQUEZA - UBAQUE	41
9 Conclusiones	53
9.1 RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	55

Índice de tablas

Tabla 1. Distribución red terciaria.	3
Tabla 2. Propiedades deseables del material de afirmado	12
Tabla 3. Exposición y Consecuencia del cambio climático para las carreteras de afirmado..	13
Tabla 4. Clasificación de los deterioros del terreno afirmado	14
Tabla 5. Tipos de daños de la superficie de vías en afirmado.....	14
Tabla 6. Tipos de daño de la estructura de las vías en afirmado.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7. Pérdida típica de grava según la (Figura 9).	16
Tabla 8. Pérdida anual de grava en terreno afirmado.	17
Tabla 9. Clasificación de la gravedad de los deterioros estructurales de los afirmados.	19
Tabla 10. Influencia del mantenimiento de una carretera en los objetivos de desarrollo del milenio.	25
Tabla 11. Normativa vigente Manual de carreteras (Mantenimiento de afirmado).....	39
Tabla 12. Instrumento con el cuál se realiza la medición del recorrido en terreno	41
Tabla 13. Registro fotográfico K0+373	43
Tabla 14. Registro fotográfico K0+600	44
Tabla 15. Registro fotográfico K0+700.....	45
Tabla 16. Registro fotográfico K1+478	47
Tabla 17. Registro fotográfico K1+920.....	48
Tabla 18. Registro fotográfico K2+938.....	49
Tabla 19. Registro fotográfico K3+500.....	50
Tabla 20. Registro fotográfico K4+234.....	51
Tabla 21. Registro fotográfico K5+350.....	52

Índice de figuras

Figura 1. Panorama actual de la red vial terciaria.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2. Estado actual carreteras terciarias.	5
Figura 3. Vías nacionales.....	6
Figura 4. Vías departamentales.....	7
Figura 5. Vías municipales.	8
Figura 6. Vías alternas municipales.....	9
Figura 7. Terreno afirmado.....	10
Figura 8. Defectología comunes en las vías terciarias (pérdida de grava).....	15
Figura 9. Comportamiento previsible de un afirmado, producto de compactación vs coeficiente de gradación.	16
Figura 10. Defectología comunes en las vías terciarias (baches).	17
Figura 11. Defectología comunes en las vías terciarias (ondulaciones).	18
Figura 12. Defectología comunes en las vías terciarias (surcos longitudinales).	19
Figura 13. Defectología comunes en las vías terciarias (Ahuellamiento).	20
Figura 14. Defectología comunes en las vías terciarias (surcos transversales).	21
Figura 15. Defectología comunes en las vías terciarias (lodazales).	22
Figura 16. Defectología comunes en las vías terciarias (cabezas duras).	23
Figura 17. Defectología comunes en las vías terciarias (erosión avanzada de un sistema de drenaje).....	23
Figura 18. Conservación vial de una carretera terciaria.	24
Figura 19. Recuperación de terreno afirmado.....	26
Figura 20. Mantenimiento rutinario de una vía terciaria.	27
Figura 21. Bacheo en terreno afirmado.....	28
Figura 22. Perfilado ligero en terreno afirmado.....	29
Figura 23. Defectología comunes en las vías terciarias (formación nube de polvo).	30
Figura 24. Mantenimiento periódico de una vía terciaria.	31
Figura 25. Perfilado de un terreno afirmado.....	32
Figura 26. Limpieza de cuneta de una vía terciaria.	33
Figura 27. Recarga óptima de terreno afirmado.	34
Figura 28. Rehabilitación de una vía terciaria.	35
Figura 29. Localización municipio de Cáqueza (Cundinamarca).....	36
Figura 30. Localización vial alterna Cáqueza – Ubaque Vista de planta que cuenta con una distancia de K5+700.....	37
Figura 31. Localización vía alterna Cáqueza – Ubaque K0+000 – K2+300.	37
Figura 32. Localización vía terciaria alterna Cáqueza – Ubaque K2+300 – K4+100.	38
Figura 33. Localización vía terciaria alterna Cáqueza – Ubaque K4+100 – K5+700.	38

Resumen

Este proyecto consiste en implementar una propuesta de mejoramiento de la red vial terciaria en el municipio de Cáqueza (Cundinamarca), "VÍA TERCIARIA ALTERNA QUE COMUNICA AL MUNICIPIO DE CÁQUEZA CON MUNICIPIO DE UBAQUE, INICIANDO EN LA VARIANTE DE LA VEREDA GIRÓN DE BLANCOS HASTA EL SECTOR CONOCIDO COMO EL ALTO DE LA VIRGEN". Estudiando la normativa implementada por Instituto Nacional De Vías (INVIAS, 2016) y el Ministerio de transporte, teniendo como objetivo los aspectos en la ejecución de políticas, estrategias, planes y programas existentes plasmado en el manual técnico para el Mantenimiento De Carreteras no pavimentadas y verificando el estado actual de esta carretera alterna terciaria dando cumplimiento a los requisitos para la orientación de una propuesta de mejoramiento. De esta manera poder minimizar los impactos negativos generados por el deterioro de este corredor vial y en especial reduciendo los efectos desfavorables en contra de la economía de estos municipios y mejorando la calidad de vida de su población.

Palabras clave: Mantenimiento, técnicas, requisitos, estrategias, ejecución de políticas.

Abstract

This Project consists of implementing a proposal to improve the tertiary road network in the municipality of Cáqueza (Cundinamarca), “ALTERNATIVE TERTIARY ROAD THAT COMMUNICATES THE MUNICIPALITY OF CÁQUEZA WITH THE MUNICIPALITY OF UBAQUE, STARTING AT THE VARIANT OF THE VEREDA GIEÓN DE BLANCOS UNTIL THE SECTOR KNOWN AS EL ALTO DE LA VIRGEN”. Studying the regulations implemented by the National Institute of roads (INVIAS, 2016) and the Ministry of Transport, having as objective the aspects in the execution of existing policies, strategies, plans and programs embodied in the technical manuals for the Maintenance of unpaved roads and verifying the current state of this alternative tertiary road, complying with the requirements for the orientation of an improvement proposal. In this way, to be able to minimize the negative impacts generated by the deterioration of this tertiary road and especially reducing the unfavorable effects against the economy of these municipalities and improving the quality of life of the population.

Keywords: Maintenance, techniques, requirements, strategies, policy execut.

1 Introducción

Un pilar muy importante en la historia del hombre y su población para crecer y evolucionar ha dependido de la mayor parte a la adaptación de las necesidades producidas por los cambios de vida y una economía sostenible a favor de la población, donde un factor fundamental es el estado óptimo de sus vías nacionales, departamentales y municipales garantizando un transporte adecuado para sus habitantes. La ingeniería entra con su gran aporte en el estudio de diseño, construcción y mantenimiento de estas grandes vías ayudando al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes y garantizando un transporte adecuado para el abastecimiento de sus cultivos y su progreso. El municipio de Cáqueza se encuentra ubicado al oriente del departamento de Cundinamarca en la cordillera oriental de Colombia con una población estimada de 17.048 habitantes, su desarrollo económico depende de sus actividades agropecuarias, ganaderas y agricultura donde se resalta la producción agrícola generando grandes toneladas de alimentos al año, limita con cinco municipios los cuales son muy importantes para el progreso de su economía uno de ellos es el municipio de Ubaque donde cuenta con una vía terciaria alterna la cual ayuda a la distribución de sus alimentos y la comunicación entre su población. Esta monografía se realiza con el objetivo de presentar una propuesta de mejoramiento de esta vía alterna generando un análisis del estado actual e identificando los puntos más críticos y vulnerables para la población y conociendo los factores que han generado el mal estado de esta vía.

2 Objetivos

2.1 Objetivo general

❖ Presentar una propuesta de mejoramiento para la vía terciaria alterna que conduce del municipio de Cáqueza al municipio de Ubaque, comenzando en la variante Girón de blancos hasta el sector conocido como el alto de la virgen.

2.1.1 *Objetivos específicos*

- ❖ Realizar el diagnóstico del estado actual de esta vía terciaria alterna.
- ❖ Conocer los puntos más críticos de esta vía terciaria, donde se presenta un alto porcentaje de vulnerabilidad para el tránsito y para sus habitantes.
- ❖ Realizar un alternativa de solución para el mejoramiento de esta vía terciaria basado en los parámetros que se estipulan en el MANUAL DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS presentado por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) VOLUMEN 1 y VOLUMEN 2.

A continuación se realiza el marco conceptual del proyecto “propuesta de mejoramiento de la vía terciaria alterna que comunica al municipio de Cáqueza con municipio de Ubaque, iniciando en la variante de la vereda Girón de blancos hasta el sector conocido como el alto de virgen” con un total de recorrido de Km5+700m.

3 Marco conceptual

Esta red vial está conformada por 207.000 Km de los cuales 142.284 Km son de la red terciaria estas carreteras representan un 70% de la infraestructura vial existente, la mayoría de estas vías son trochas en tierra con un precario afirmado, donde el 70.8% se encuentra a cargo principalmente de las entidades municipales, el 19.4% está a cargo del instituto nacional de vías (INVIAS) y el 9.8% a los organismo departamentales como se observa en la (Tabla 1), (INVIAS, 2016).

Figura 1.

Panorama actual de la red vial terciaria



Nota: Imagen recuperada del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

3.1 Red terciaria en Colombia

Tabla 1.

Distribución red terciaria.

DISTRIBUCIÓN RED TERCIARIA EN COLOMBIA

Red terciaria en Colombia

142.284 Km

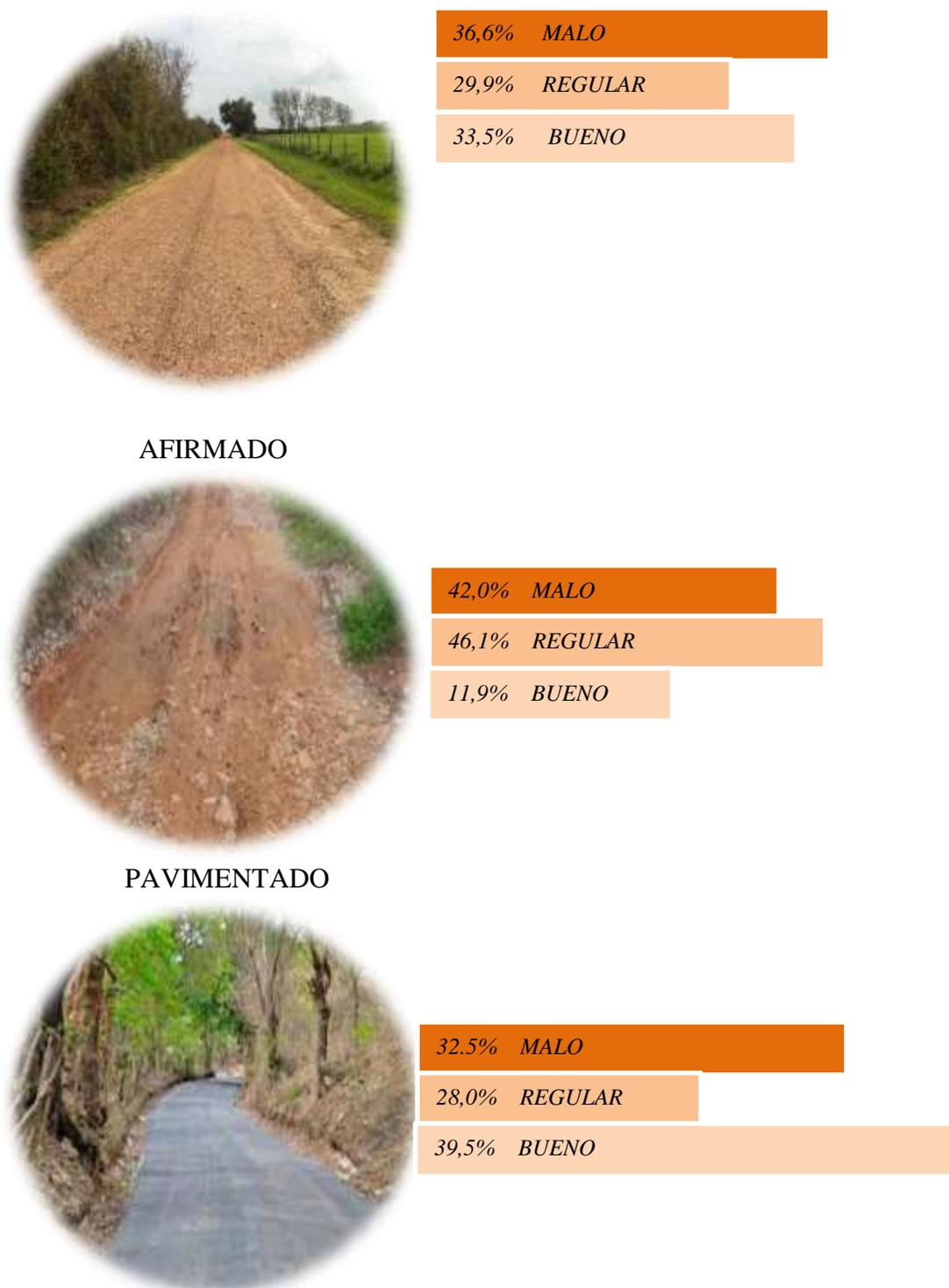
Nación	27.577 Km
Departamentos	13.959 Km
Municipios	100.748 Km

Nota: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2016).

3.2 Importancia de mejorar las vías terciarias

El mal estado de las vías terciarias o municipales afecta de gran manera el avance de un país y en especial la de sus municipios perjudicando de forma directa a su población en tema de economía, progreso, educación y salud, la mayoría de estas carreteras veredales sobre su aspecto es muy dramático y más cuanto el país no cuenta con un mapa detallado donde se pueda evidenciar el estado actual completo de las mismas. La importancia de mejorar estas vías terciarias trae con ellas una gran oportunidad de progreso para sus departamentos, municipios y veredas generando un cambio en la calidad de vida de sus habitantes, reduciendo los niveles de pobreza y es considerado un factor clave para elevar los niveles de vida (Perfetti, 2019). En la **(Figura 2)** se observa el estado actual de las vías terciarias en afirmado, este estudio se realizó con un software implementado por el (INVIAS).

Figura 2.
Estado actual carreteras terciarias.



Nota: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2016).

3.3 Clasificación de las carreteras

Esta clasificación depende de la funcionalidad según el propósito con el cuál la nación o el departamento donde fue diseñada para su necesidad operacional, otro factor importante a tener en cuenta es el tipo de material con que fue construida (OSPINA, 2002).

3.3.1 *Primarias*

Se conocen como troncales, transversales que dan acceso a capitales de departamentos que cumplen con el objetivo de integrar las principales áreas de producción y consumo del país, según a la necesidad requerida estas carreteras pueden ser diseñadas en calzadas divididas o a la exigencia del proyecto estipulado en el Manual diseño geométrico de carreteras Colombiano estas vías deben ir pavimentadas (INVIAS et al., 2016)

Figura 3.
Vías nacionales.



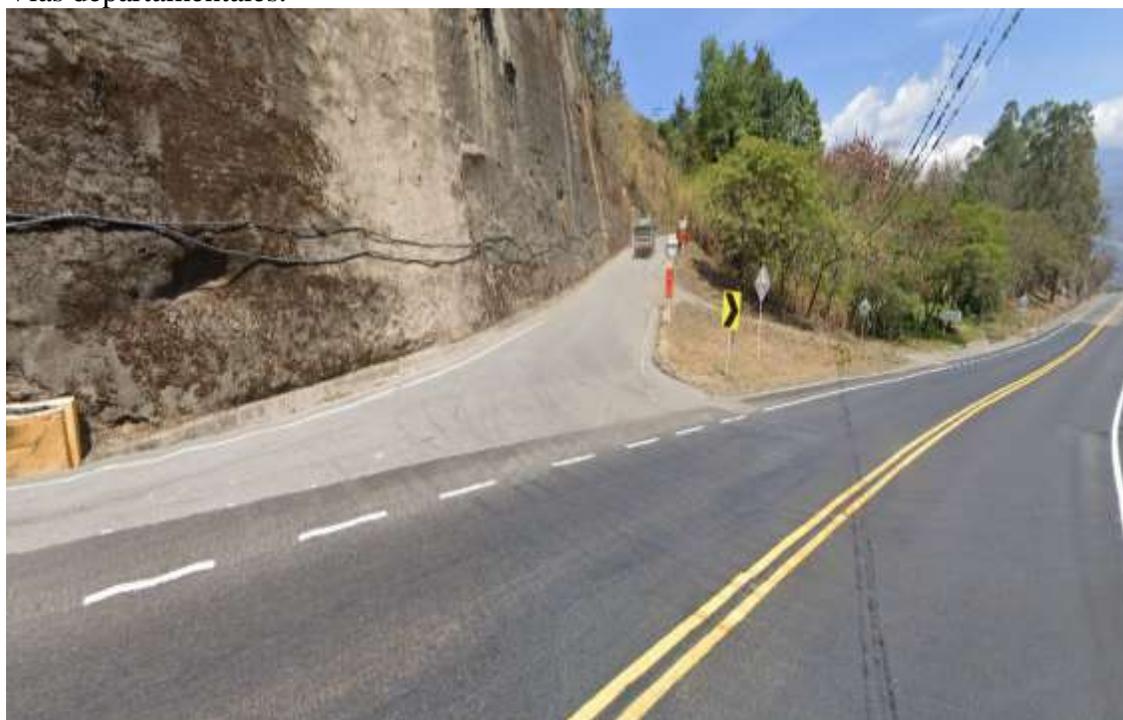
Nota: Imagen recuperada del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

3.3.2 Secundarias

Son aquellas vías que se encargan de unir dos o más municipios entre ellos y se origina de una cabecera municipal, adicionalmente sirve de conexión con la red primaria donde debe cumplir con unas especificaciones implementadas por el Manual de Diseño Geométrico de Vías lo cuales son: volumen de tránsito, diseño de vía y números de habitantes (BOLÍVAR PALOMO & CASTIBLANCO QUINTERO, 2019).

Figura 4.

Vías departamentales.



Nota: Imagen recuperada, <https://www.google.es/maps/>.

3.3.3 Terciarias

Estas vías se encargan de comunicar las cabeceras municipales con sus veredas y ayudan a conectar la población entre ellas, son consideradas como calzadas terciarias donde se evidencia en la mayoría, varias de estas vías no son diseñada de manera correcta y son construida con grava en la mayoría de estos suelos se conocen como terreno afirmado, hay casos que estas vías son pavimentadas pero esto con lleva a que deben cumplir con las condiciones geométricas implementadas en el Manual de diseño geométrico de vías Colombiano (OSPINA, 2002).

Figura 5.
Vías municipales.



Nota: Imagen tomada en terreno, Fuente propia.

3.3.3.1 Variante

Esta vía es diseñada y construida por fuera de un perímetro urbano de los municipios con el propósito de apartar el recorrido de los vehículos que transita y tengan la intención de entrar a dicho perímetro (INVIAS, 2016).

Figura 6.
Vías alternas municipales.



Nota: Imagen recuperada, <https://www.google.es/maps/>.

3.4 Afirmado

Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito, debe contener la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener adheridas todas las partículas Funcionando como superficie de rodadura en gran parte de la red vial terciaria (Buitrago Medina, 2019).

Figura 7.
Terreno afirmado.



Nota: Imagen tomada en terreno vía alterna Cáqueza - Ubaque, fuente propia.

3.4.1 Características del material para el terreno afirmado

Para las construcciones de las carreteras afirmadas los materiales deben cumplir unos requisitos implementado por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), donde se pide garantizar los siguientes ítem en este tipo de vía, Estos requisitos se pueden observar en la (**Tabla 2**), (INVIAS, 2016).

Tabla 2.

Propiedades deseables del material del afirmado.

PROPIEDADES DESEABLES
Resistencia al deslizamiento
Brindar una superficie lisa (baja rugosidad)
Propiedades cohesivas
Resistencia a la pérdida de grava y a la erosión
Estabilidad en condiciones seca y húmeda
Baja permeabilidad
Buenas capacidad de distribución de esfuerzos
Facilidad para su conformación y compactación

Nota: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

3.4.2 Efectos del cambio climático sobre las carreteras de afirmado

Se evidencia de manera rigurosa las especificaciones en cuanto la calidad y construcción de una carretera siendo un parámetro inevitable en el deterioro de las vías pavimentadas y en especial de las no pavimentadas con el transcurso del tiempo. El mal estado de estas vías se debe al volumen y al exceso de cargas de los vehículos que transita constantemente, otro factor importante es el clima por el efecto de las lluvias y los cambios de temperatura acortando el tiempo de servicio óptimo de la carretera y provocando precipitaciones las cuales producen huellas en la vía y erosión disminuyendo su capacidad portante dando lugar a deformaciones. (INVIAS, 2016). A continuación en la (**Tabla 3**), se clasifica las consecuencias que provoca el cambio climático en un terreno afirmado.

Tabla 3.*Exposición y Consecuencia del cambio climático para las carreteras de afirmado.*

PELIGRO	CAMBIO EN EL CLIMA	AFIRMADO
<p style="text-align: center;">EXCESO DE AGUA</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Lluvias de mayor intensidad, duración y frecuencia. ❖ Elevación del nivel de agua en los mares. 		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Erosión intensa de la superficie. ❖ Rápido deterioro funcional y estructural. ❖ Debilitamiento de los suelos de subrasante inestabilidad y posibilidad de colapso de los terraplenes inestabilidad de taludes.
<p style="text-align: center;">ALTAS TEMPERATURAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Aumento de la temperatura media anual. ❖ Mayor frecuencia de días muy calurosos. ❖ Mayor exposición del pavimento a la radiación ultravioleta 		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Generación excesiva de polvo. ❖ Desintegración del afirmado por pérdida de finos.
<p style="text-align: center;">DÉFICIT DE HUMEDAD EN EL SUELO</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Efecto combinado del aumento de temperatura y la disminución de la precipitación en algunas zonas. 		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Subsistencia y generación de grietas. ❖ Las construcción vecinas pueden colapsar generando deterioros en la estructura vial.

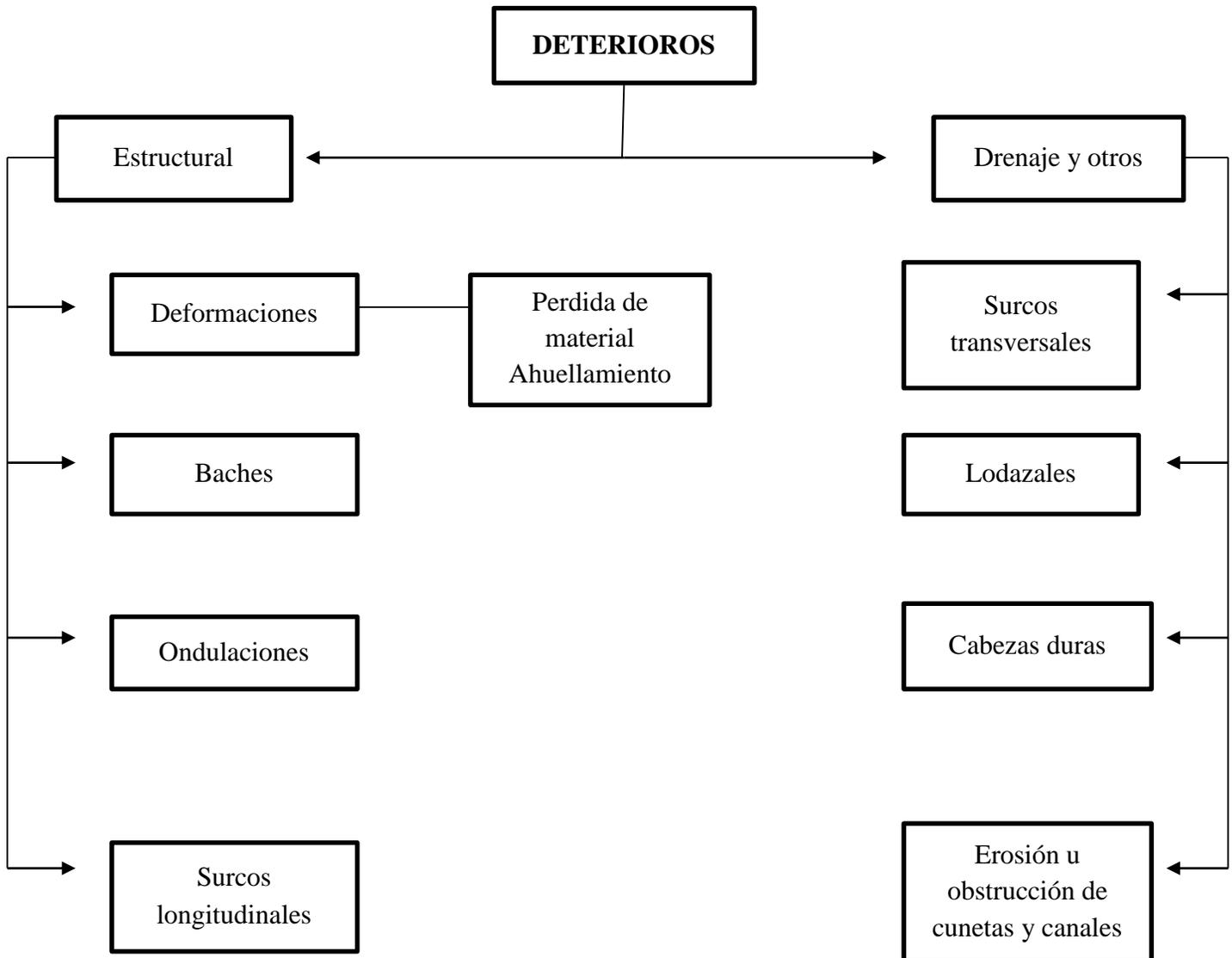
Nota: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

3.5 Clasificación de los deterioros en carreteras afirmado

Estos deterioros en este terreno se clasifican en dos ítems los cuales son: el primero estructurales y el segundo tienen que ver con el manejo no adecuado de los drenajes de alcantarillado y otros parámetros que se deben evidenciar en terreno (INVIAS, 2016).

Tabla 4.

Clasificación de los deterioros del terreno afirmado.



Nota: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

3.5.1 Daños de una carretera en afirmado

El terreno afirmado en la vías terciarias presentan daños muy comunes donde se clasifican en 2 tipos de deterioros los cuales son: superficiales como se puede observar en la

(Tabla 5) y estructura como se evidencia en la (Tabla 6), donde cada tipo de daño se reconoce por el ítem de descripción y se maneja por una siglas que se pueden diferenciar por el tipo de código (Buitrago Medina, 2019).

Tabla 5.

Tipos de daños de la superficie de vías en afirmado.

TIPO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
DEFORMACIONES	CORRUGACIONES	CO AH
	AHUELLAMIENTO	
DESPRENDIMIENTOS	PÉRDIDA DE AGREGADOS	PAG

Nota: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

Tabla 6.

Tipos de daño de la estructura de las vías en afirmado.

TIPO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
DESPRENDIMIENTOS	SECCIÓN TRANSVERSAL INADECUADA	STI
	BACHES	BA

Nota: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

3.6 Deformaciones

3.6.1 *Pérdida de grava o pérdida del afirmado*

Consiste en la pérdida de partículas con un espesor significativo de la superficie esto como consecuencia a la velocidad entandar implementada a la topografía del terreno y a las variables como el clima, los materiales de construcción y la intensidad del tránsito (INVIAS, 2016).

Figura 8.

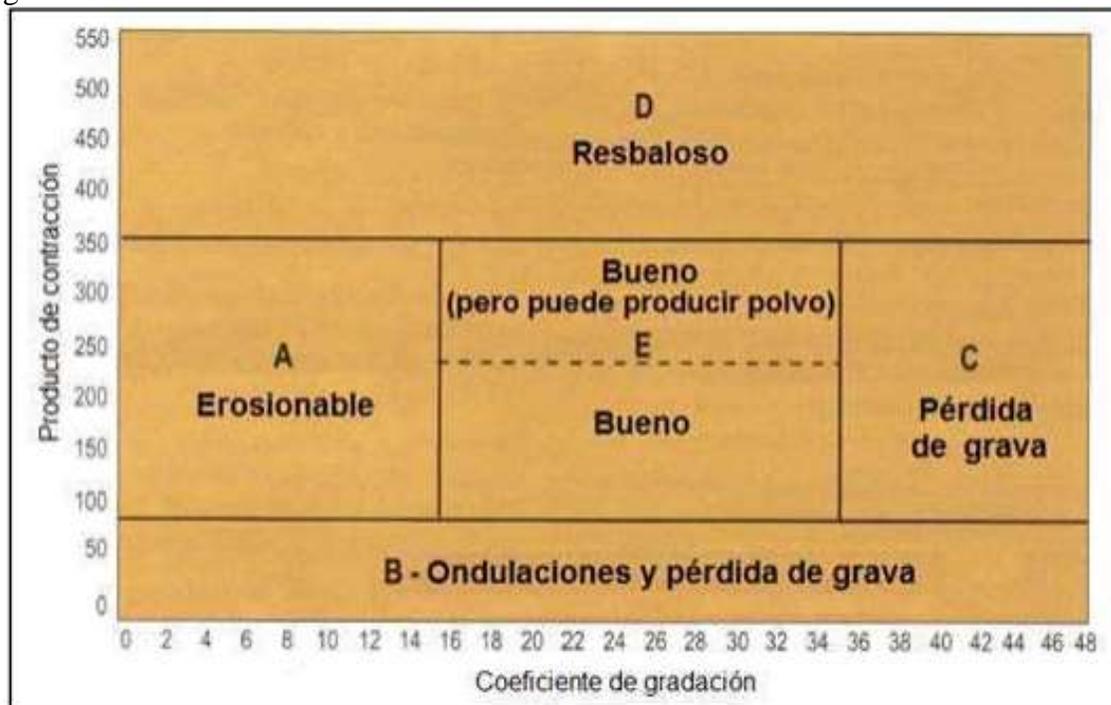
Defectología comunes en las vías terciarias (pérdida de grava).



Nota: Imagen recuperada del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

Figura 9.

Comportamiento previsible de un afirmado, producto de compactación vs coeficiente de gradación.



Nota: Imagen recuperada del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

Tabla 2.

Perdida típica de grava según la (Figura 9).

ZONA DE LA FIGURA 9	CALIDAD DEL MATERIAL	PERDIDA TÍPICA DE GRAVA POR CADA 100 VEHÍCULOS DIARIOS (MM/AÑO)
A	Satisfactoria	20
B	Pobre	45
C	Pobre	45
D	Marginal	30
E	Buena	10

Nota: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

Tabla 3.*Pérdida anual de grava en terreno afirmado.*

TRÁNSITO (VEHÍCULOS/ DÍA)	PÉRDIDAS EN SITIO PLANO Y DE BAJA PRECIPITACIÓN(MM/AÑO)
0 – 50	15
50 – 100	20
100 – 200	25
200 – 400	30
>400	35

Nota: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

3.6.2 *Bacheo*

Esta deformación de la vía consiste en la intervención de áreas localizadas en el pavimento o terreno afirmado el cuál están relacionados con un deterioro estructural de la carretera por problemas de humedad de los materiales de construcción, este tratamiento sirve como mejora en sellados de grietas siendo un parámetro muy importante a tener en cuenta en el costo del mantenimiento (INVIAS, 2016).

Figura 10.

Defectología comunes en las vías terciarias (baches).



Nota: Imagen recuperada del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

3.6.3 Ondulaciones

Esta deformación se evidencia en la parte más seca de la carretera ocurre cuando el afirmado presenta una cohesión débil, con ayuda del viento afectando la pérdida de finos del material durante el tiempo que presenta alta humedad generando problemas adicionales del mantenimiento de esta vía (GARCÍA & TORRES, 2018).

Figura 11.

Defectología comunes en las vías terciarias (ondulaciones).



Nota: Imagen recuperada del trabajo de grado (GARCÍA & TORRES, 2018).

3.6.4 Surcos longitudinales

Es un deterioro que se evidencia a la erosión debido al agua que fluye por el centro y costados de la carretera, este problema se presenta muy común en las vías que no cuenta con un sistema de drenaje óptimo, para el flujo de agua en grandes escorrentía, estas deformaciones se presenta más en las temporadas secas (GARCÍA & TORRES, 2018).

Figura 12.

Defectología comunes en las vías terciarias (surcos longitudinales).



Nota: Imagen recuperada, (Ministerio de transporte y comunicaciones de Peru., 2013).

Tabla 4.

Clasificación de la gravedad de los deterioros estructurales de los afirmados.

DETERIORO	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
Deformaciones	< 50 mm	50 – 100 mm	>100 mm
Baches	Pocos y de pequeño diámetro	Bastantes o de gran tamaño	Numerosos y de tamaño que justifica la reconstrucción
Ondulaciones (flecha)	< 20 mm	20 – 50 mm	>50 mm
Surcos longitudinales y transversales (profundidad)	< 50 mm	50 – 100 mm	>100 mm

Nota: Elaboración propia a partir del instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2016)

3.6.5 Ahuellamiento

Se conoce como una deformación longitudinal el cual se debe al tránsito constante en estas vías no pavimentadas el cuál provienen de la fuerza normal ejercida por las ruedas de los vehículos, este deterioro se reconoce en la carretera por que se evidencia un perfil en forma (W) y tiene una medida de 6 m mínimo de ancho para este tipo de deformaciones es importante realizar un reperfilado de carreteras no pavimentadas y reposición del material afirmado siguiendo las especificaciones Manual de mantenimiento de Carreteras (INVIAS, 2016) (Buitrago Medina, 2019).

Figura 13.

Defectología comunes en las vías terciarias (Ahuellamiento).



Nota: Imagen recuperada del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2016).

3.6.6 Surcos transversales

Se conocen como hundimientos repentinos en una parte de la carretera formando una escorrentía de alto flujo de aguas superficiales y atravesando la vía de un lado a otro, esto se debe a problemas que se crean en la mayoría de veces por una cuneta obstruida o un sistema de drenaje que contiene una tubería en mal estado forzando al cuerpo del agua a buscar un camino diferente y siguiendo la línea de mayor pendiente (GARCÍA & TORRES, 2018).

Figura 14.

Defectología comunes en las vías terciarias (surcos transversales).



Nota: Imagen recuperada del trabajo de grado (GARCÍA & TORRES, 2018).

3.6.7 Lodazales

Se conocen como un deterioro significativo grave en la calzada, la cual se encuentra totalmente destruida debió a las altas temporadas de lluvias y provocando altos empozamientos de agua en la carretera adicionando el alto volumen de tráfico de vehículos (GARCÍA & TORRES, 2018).

Figura 15.

Defectología comunes en las vías terciarias (lodazales).



Nota: Imagen recuperada del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2016).

3.6.8 Cabezas duras

Es una cantidad de partículas gruesas que se evidencia en la carretera sobresaliendo el nivel de grava con el cuál fue construida la vía, se aprecia en la superficie como una consecuencia que es comúnmente un deterioro en estos tipos de terreno debido al gran volumen de vehículos y a la erosión (GARCÍA & TORRES, 2018).

Figura 16.

Defectología comunes en las vías terciarias (cabezas duras).



Nota: Imagen recuperada, <https://www.sogeocol.edu.co/>.

3.6.9 Erosión u obstrucción del sistema de drenaje

Este deterioro de la calzada se crea por el alto volumen de desprendimientos y traslado de los materiales primarios constituidos en el sistema de drenaje, producido por el alto flujo de agua que recorre sobre la superficie de la carretera (AREVALO SATOQUE et al., 2015).

Figura 17.

Defectología comunes en las vías terciarias (erosión avanzada de un sistema de drenaje).



Nota: Elaboración propia, imagen tomada en terreno vía alterna Cáqueza – Ubaque, 2022.

3.7 Conservación vial

Este concepto está relacionado por un grupo de actividades que se conocen como obras de ingeniería vial, requieren realizarse de forma inmediata cada vez que se presenta y se localiza la zona vulnerable, este deterioro en la vía debe ser subsanado al instante sé pueden presentar demoras por falta de herramienta, maquinaria o material, la empresa o consorcio encargada de esta vía debe dar prioridad a este problema presentado lo más pronto posible garantizando un servicio óptimo a sus habitantes (INVIAS, 2016).

Figura 18.

Conservación vial de una carretera terciaria.



Nota: Imagen recuperada del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2016).

Tabla 5.*Influencia del mantenimiento de una carretera en los objetivos de desarrollo del milenio.*

ODJETIVO	APORTE DEL MANTENIMIENTO VIAL
Erradicar la pobreza extrema	Es necesario un transporte regional eficaz para el comercio y el crecimiento de la economía en los municipios.
Lograr la enseñanza universal	La facilidad de acceso que proporciona las carreteras vecinales influye sobre la escolarización y la asistencia a la escuela
Promover la igualdad de género en la educación.	La asistencia de las niñas a la escuela aumenta considerablemente si las carreteras son más seguras
Reducir la mortalidad infantil	El acceso adecuado a los servicios de salud se refuerza con carreteras en buen estado.
Mejorar la salud materna	
Combatir el paludismo y otras enfermedades	
Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente	El mantenimiento oportuno de las vías ahorra costos de largo plazo y reduce el consumo de recursos no renovables
Fomentar una alianza mundial para el desarrollo	Se requiere inversiones para compartir conocimientos sobre las mejores prácticas de conservación vial.

Nota: Elaboración propia a partir del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2016).

3.8 Mantenimiento en afirmado

Consiste en el restablecimiento de las condiciones primarias en la superficie del afirmado las cuales se puede generar por baches, depresiones y otras regularidades de poca extensión, esta actividad realiza modificaciones generales donde está orientado a preservar estos corredores viales con el objetivo de prestar un servicio adecuado, se puede evidenciar incomodidad o peligro para la movilidad de los vehículos (INVIAS, 2016).

Figura 19.

Recuperación de terreno afirmado.



Nota: Imagen recuperada, (guía para el mantenimiento rutinario de vías rurales (USAID)), <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/>.

3.9 Mantenimiento rutinario o Conservación rutinario

Es un conjunto de actividades que se llevan en forma constante y sistemática a lo largo de la calzada y en las zonas aledañas, este mantenimiento consiste en la restauración de pequeños deterioros en la superficie inferior del terreno de la vía, se conocen como limpieza de bermas y señalización en la parte del sistema de drenaje, limpieza de cunetas, descoles, alcantarillas y obras adecuadas a este sistema, también se resalta las remociones de pequeños derrumbes, rocería de taludes y zonas laterales o bordes (PERAFÁN, 2013).

Figura 20.

Mantenimiento rutinario de una vía terciaria.



Nota: procedimiento de limpieza de una cuneta en una vía no pavimentada, <https://www.andina.pe/>.

3.10 Técnicas para el mantenimiento rutinario de los afirmados

La situación actual de las carreteras no pavimentadas es muy diferente a la pavimentadas, la mayoría de estas vías están construidas inicialmente de manera incorrecta presentando deterioros a corto plazo como son las deformaciones suelo afirmado donde se puede evidenciar en la mayoría de estas vías que presentan ondulaciones y desplazamiento de grava superficial donde son más frecuentes por la falta de un mantenimiento de limpieza en el sistema de drenaje (cunetas) durante la temporadas secas, mientras tanto que en temporadas lluviosa el agua fluye sobre la calzada generando surcos longitudinales y transversales, presentados por cambios climáticos en las carreteras afirmadas como se puede observar en la (**Tabla 3**), esto llevando afectaciones a la movilidad de sus habitantes y poniendo en riesgo la seguridad de ellos (INVIAS, 2016, pag 254).

3.10.1 *Bacheo en afirmado (actividad 1311)*

Consiste en recuperar las condiciones primarias de la superficie del afirmado mediante eliminación de deformaciones, depresiones e irregularidades que representa incomodidad o peligro en la circulación de los vehículos. La consecuencia por el cual se presenta estos baches en las carreteras depende de varios factores, entre los que se pueden mencionar: precipitaciones, alto volumen de tránsito y la características del material con el cual fue compactado (INVIAS, 2016). La combinación adecuada a utilizar deber cumplir con los parámetros y especificaciones generales adecuadas al lugar donde se presenta estas deformaciones.

Figura 21.

Bacheo en terreno afirmado.



Nota: Imagen recuperada, <https://www.gob.pe/>.

3.10.2 *Perfilado ligero (actividad 1312)*

Esta actividad lleva a cabo la reconfiguración constante de la calzada del afirmado incluyendo las cunetas, con el fin de reducir ligeramente la superficie minimizando las

irregularidades creadas en la temporadas de lluvias y disminuyendo la circulación significativas del material afirmado desplazados que se pueden acumular en el separador vial de la carretera ocasionando ondulaciones superficiales leves (INVIAS, 2016), (pág. 256).

Figura 22.

Perfilado ligero en terreno afirmado.



Nota: Imagen recuperada, <https://www.laopinion.com.co/>.

3.10.3 Control de polvo (actividad 1313)

Este problema es muy común presentado en las vías terciarias, se debe a la circulación constante de vehículos en la parte más seca de la carretera ocasionando degradación de la capa y afectación en la visibilidad y posibles problemas ambientales a los habitantes de esta zona. Esta actividad consiste en humedecer de manera constante y cotidiana la superficie del afirmado una idea más elaborada, aplicando su preparación en la superficie donde se adjunta su escarificación en riego de un líquido apropiado para la compactación de la capa tratada (INVIAS, 2016). Según las especificaciones por INVIAS consideran el cloruro de calcio como producto paliativo apto para esta actividad.

Figura 23.

Defectología comunes en las vías terciarias (formación nube de polvo).



Nota: Imagen recuperada, <https://www.ecoconstruccion.net/>.

3.11 Mantenimiento periódico o Conservación periódico.

Son actividades que se realizan en un tiempo determinado, con el propósito de corregir defectos puntuales que se evidencia en la estructura vial, con el fin de conservar la integridad y condiciones con la cual fue diseñada y construida inicialmente. Es un pilar importante donde se ve beneficiado las actividades socio-ambientales y la atención de emergencias viales como los removimientos y deslizamientos de masa (INVIAS, 2016).

Figura 24.

Mantenimiento periódico de una vía terciaria.



Nota: Imagen recuperada (Mantenimiento de vías terciarias) del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2016).

3.11.1 Perfilado pesado

Es una intervención mecanizada con el propósito de mejorar la sección transversal y determinar la elevación del terreno mediante actividades como, la escarificación, humedecimiento, y por ultimo compactación del material del afirmado existente, este trabajo va complementado con el funcionamiento óptimo de las cunetas y de la red de desagüe (INVIAS, 2016).

Figura 25.

Perfilado de un terreno afirmado.



Nota: Imagen recuperada del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2016).

3.11.2 Cunetas o canales

Estos sistemas longitudinales facilitan el drenaje óptimo superficial que se acumulan en la mayoría de las aguas procedentes de la escorrentía de la carretera, ayudando a prevenir en las vías pavimentadas y no pavimentadas un encharcamiento, el cual puede ocasionar filtraciones en las subcapas del terreno y ocasionar deterioros superficiales en estos corredores viales (PERAFÁN, 2013).

Figura 26.

Limpieza de cuneta de una vía terciaria.



Nota: Recuperado (guía para el mantenimiento rutinario de vías rurales (USAID)), <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/>.

3.11.3 Recarga de grava

Es una actividad muy similar a la de perfilado pesado, adicionando el aporte de material que permita restablecer o superar el espesor inicial del terreno afirmado como se evidencia en la (Figura 27) es muy importante recuperar el nivel de la capa superior de la vía y luego si asentar el material de recarga, para la aplicación de estos materiales en instituto de INVIAS dispone de una especificaciones que son requisitos obligatorio que se exigen a estos materiales, uno de los factores más importantes a tener en cuenta debe estar en función de las condiciones climáticas presentadas en ese departamento o municipio como se puede observar en la (Tabla 1), (INVIAS, 2016).

Figura 28.

Recarga óptima de terreno afirmado.



Nota: Imagen recuperada del Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

3.11.4 Rehabilitado

Se refiere a la recuperación de las condiciones primarias de la vía con la que fue diseñada y construida de tal forma que se ejecute un mantenimiento necesario frente a los deterioros presentados, donde se aplicaran métodos y especificaciones garantizando la conservación física de las obras de infraestructura y logrando optimizar los recursos con que fue trazado inicialmente. (Buitrago Medina, 2019).

Figura 29.
Rehabilitación de una vía terciaria.

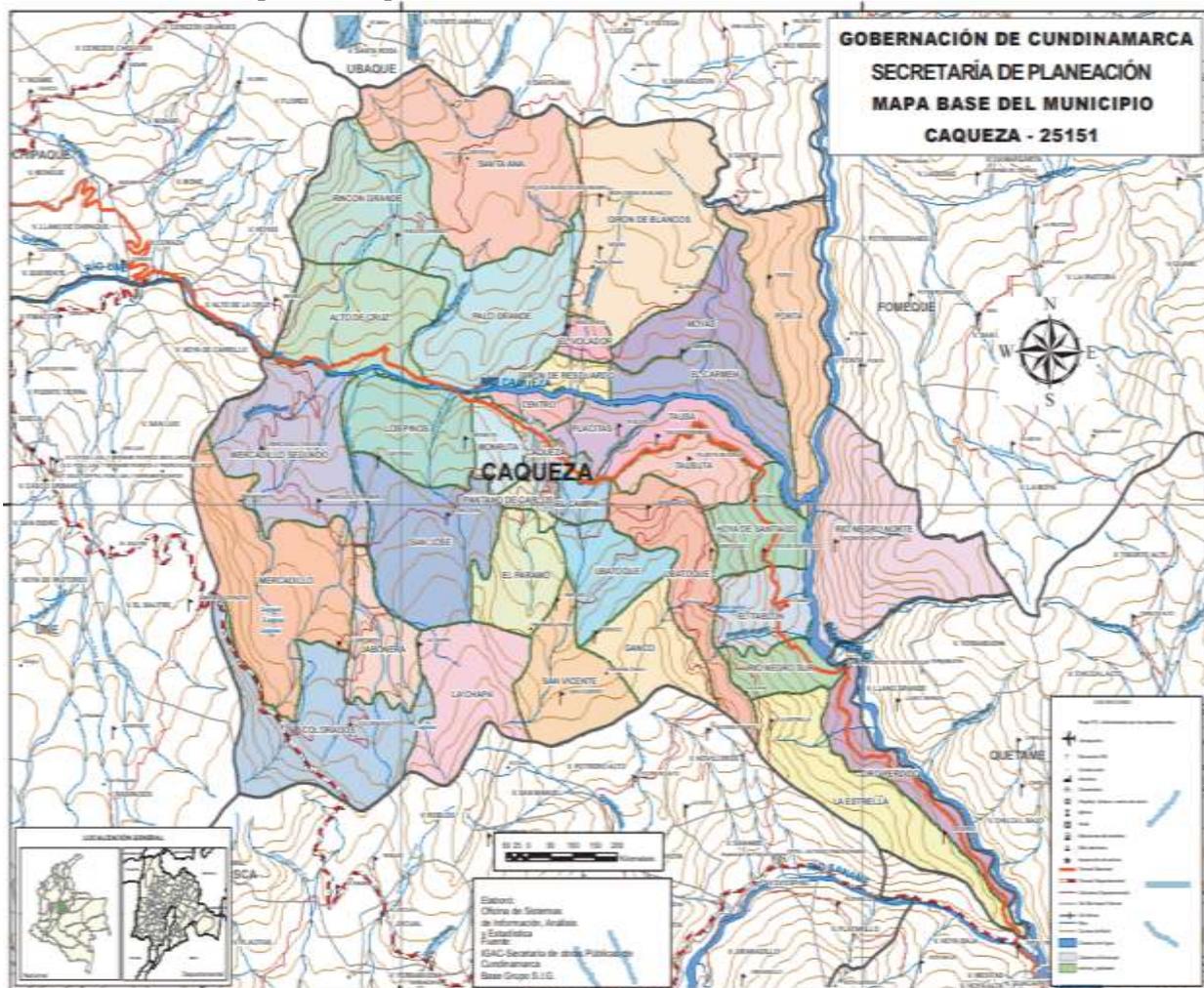


Nota: Mejoramiento y rehabilitación vías rurales, imagen recuperada de <https://alcideschamorro.home.blog/>.

4 Marco geográfico

El presente proyecto se va realizar en el municipio de Cáqueza, ubicado en el oriente del departamento de Cundinamarca, sobre la cordillera oriental de Colombia, situado a 39 Km al sur-oriente de Bogotá, ubicado $4^{\circ} 24' 18''$ al norte $73^{\circ} 56' 51''$, por donde influye la cuenca del río negro maneja una temperatura media de 20°C se encuentra localizado en una gran ladera en vecindades del río que se conoce como su nombre, altura sobre nivel del mar es de 1.746 m limita por el norte con el municipio de Ubaque, al sur con Fosca, al oriente con Quetame, al occidente con Chipaque, Conformado por 23 veredas (Mapas y Estadísticas, 2019).

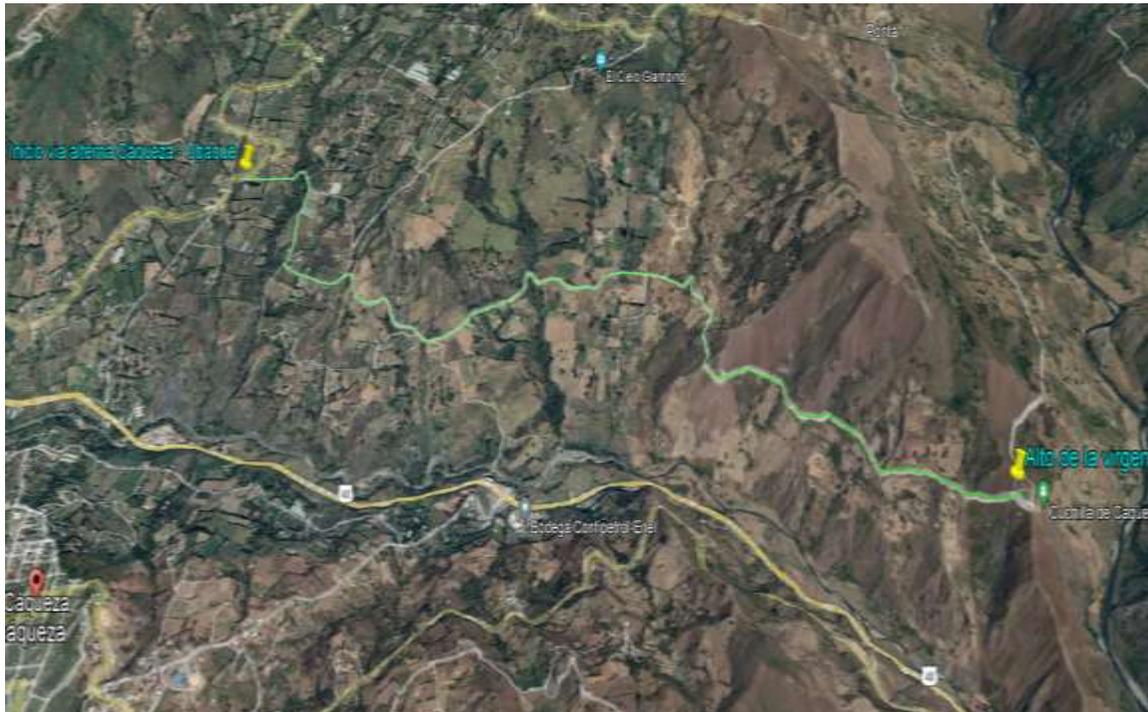
Figura 30.
Localización municipio de Cáqueza (Cundinamarca).



Nota: Alcaldía de Cáqueza, recuperado www.caqueza-cundinamarca.gov.co.

Figura 31.

Localización vial alterna Cáqueza – Ubaque Vista de planta que cuenta con una distancia de K5+700.



Nota: Recuperado de Google Earth pro (2022). No T. <https://www.google.com/search>.Elaboración propia.

Figura 32.

Localización vía alterna Cáqueza – Ubaque K0+000 – K2+300.



Nota: Recuperado de Google Earth pro (2022). No T. <https://www.google.com/search>.Elaboración propia.

Figura 33.

Localización vía terciaria alterna Cáqueza – Ubaque K2+300 – K4+100.



Nota: Recuperado de Google Earth pro (2022). No T. <https://www.google.com/search>.Elaboración propia.

Figura 34.

Localización vía terciaria alterna Cáqueza – Ubaque K4+100 –K5+700.



Nota: Recuperado de Google Earth pro (2022). No T. <https://www.google.com/search>.Elaboración propia.

5 Marco normativo

En Colombia el Manual que rige el mantenimiento de carreteras es implementado por el ministerios de transporte y por el instituto nacional de vías (INVIAS), este proyecto se expone en base a las normativas y leyes vigentes, adicionando otros reglamentos importantes del manual de carreteras.

Tabla 6.

Normativa vigente Manual de carreteras (Mantenimiento de afirmado).

Norma ISO 14001 (EN Colombia NTC-ISO 14001)

Esta norma garantiza que las organizaciones que deseen implementar un sistema de Gestión Ambiental en los contratos de MANTENIMIENTO DE CARRETERAS deben cumplir con los requisitos establecidos en esta ISO.

La ley 1682 del 22 noviembre de 2013

Acoge una clasificación de las actividades de mantenimientos, bajo los mismos parámetros.

Mantenimiento de emergencia o conservación vial

Mantenimiento rutinario

Mantenimiento periódico

Resolución 20223040024785 del 6 de mayo de 2022

El cuál se deroga Resolución 1376 de 2014 de ministerio de transporte y actualiza los Requisitos generales para la construcción en carreteras.

Artículo 311 – 2013 INVIAS

Este artículo consiste en los parámetros de suministro y agregados para la construcción del suelo afirmado.

Nota: Elaboración propia a partir del instituto nacional de vías (INVIAS, 2016).

6 Estado del conocimiento

El mantenimiento de estas vías rurales se ha considerado en los últimos años como propósito fundamental para disminuir la pobreza de sus habitantes y una actividad clave para elevar los niveles de vida, según el estudio realizado por (Patil, R.Y., Ranadive, 2022), estas carreteras manejan un volumen de tráfico bajo por motivos del mal estado, donde sus habitantes y usuarios toman alternativas diferente para el transporte de sus alimentos o para trasladarse de un lado a otro. Estos tipos de carretera requieren un conservación continua donde el mantenimiento de estos corredores vial no son tenidos en cuenta debido a la escasez de fondos de sus departamentos y municipios por motivo a la falta de una inversión económica óptima de infraestructura para el mantenimientos de estos caminos rurales (Patil, R.Y., Ranadive, 2022),sugieren desarrollar diseños alternativos para estos corredores viales que se han sostenibles y duraderos utilizando los conceptos de estabilización de los suelos áridos, generando una solución mejorable para la rehabilitación de las carreteras existentes, estos agregados que utilizan para la construcción estas vías son elaborados con material de alta calidad un ejemplo más claro son los estudios de tratamiento de cemento con cal donde se ha convertido en un método eficaz para aumentar la resistencia y durabilidad de los suelos, estos tipos de mezcla cuenta con unas ventajas las cuales son: fácilmente disponible, el costo es relativamente bajo, altamente durable, resistente a la intemperie y fuerte, reduce las características de hinchazón del suelo.

Estas vías no pavimentadas son muy importante en la modalidad vial y primordial para la actividad socioeconómica para sus habitantes y también para la industria forestal, minera y agrícola; la mayoría de estos caminos están construido de subrasantes débiles y sometidos en varios casos a altas cargas de tránsito creando un problema de grandes deformaciones debió a

esto se han realizado estudios para el uso de refuerzos conocidos como geosintéticos donde cuenta con unos beneficios a favor de la utilidad de estos tipos de suelos como la reducción en los costos de construcción y aumentando el tiempo para la intervenciones periódicas de mantenimiento y proporcionando el aumento de la vida útil de la vía estos tipos de mecanismo en carreteras no pavimentadas son los geotextiles y las geomallas mejorando el desempeño de estos caminos rurales minimizando la contaminación del material de relleno por finos de subrasante (Mourão, B.G., Palmeira, E.M., Rebolledo, 2022).

7 Diagnostico actual y propuesta de mejoramiento

7.1 Estado actual de la vía terciaria alterna Cáqueza - Ubaque

Para el cumplimiento de este proyecto se realiza la visita a la vía terciaria alterna que comunica a los municipios Cáqueza – Ubaque, el día 18 de septiembre se lleva a cabo un registro fotográfico comenzando en la variante de la vereda Girón de blancos (K0+000) hasta la zona conocida como el alto de la virgen (K5+700), en el siguiente informe se identifica los puntos más críticos de este corredor vial.

Tabla 7.

Instrumento con el cuál se realiza la medición del recorrido en terreno

<p style="text-align: center;">ODÓMETRO</p>	<p>Se conoce como topómetro, odómetro o velocímetro, es utilizado para medir distancia recorridas por una persona, es muy empleado en la medición, en el área de la ingeniería como lo son seguridad vial, transporte de vías entre otros.</p>	
--	--	---

Nota: Elaboración propia.

❖ En la visita a campo de esta vía terciaria se observa los siguientes deterioros y se procede a identificar el tipo de daño con su descripción y código como se evidencia en la **(Tabla 5)** y **(Tabla 6)** y el nivel de gravedad como se clasifica en la **(Tabla 9)**.

Tabla 8.

Registro fotográfico K0+373.

DETERIORO	DETERIOROS DE LA SUPERFICIE LODAZALES
DESCRIPCIÓN	Se observa depresiones en la vía, estas deformaciones se hacen más visibles por problemas de humedad en el afirmado y sin presencia de drenaje (cuneta).
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	
CAUSA DEL DETERIORO	Estructura inadecuada Ausencia de drenaje Cargas excesiva de transito Factor climático (temporada lluviosas)
NIVEL DE GRAVEDAD	ALTO
INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA VÍA	Este deterioro se presenta en los siguientes tramos de la vía Km0+543, Km2+210, Km2+296.
SOLUCIÓN FRENTE AL DETERIOR PRESENTADO	Nivelación del terreno y realizar reposición de material en el afirmado, perfilado ligero en la superficie en este corredor vial.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 9.*Registro fotográfico K0+600.*

DETERIORO	DETERIOROS DE LA SUPERFICIE SECCIÓN TRANSVERSAL INADECUADA
DESCRIPCIÓN	Se observa deformaciones al lado izquierdo de la carretera evitando el flujo de las aguas pluviales, se evidencia falta del sistema drenaje y creando acumulación de grava que se ha desprendido de la afirmado.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	
CAUSA DEL DETERIORO	Asentamiento diferencial de la carretera Movimiento de los materiales por acción del agua Ausencia de drenaje Cargas excesiva de transito
NIVEL DE GRAVEDAD	ALTO
INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA VÍA	Este deterioro se presenta en los siguientes tramos de la vía, Km2+210, Km3+952.
POSIBLE SOLUCIÓN	En cualquier nivel de severidad se debe realizar un reperfilado pesado del afirmado con el fin de regular o nivelar materiales desplazados que se acumulan en los bordes de la carretera, adicionando un

	mantenimiento rutinario como lo estipula el (INVIAS).
--	---

Nota: Elaboración propia.

Tabla 10.

Registro fotográfico K0+700.

DETERIORO	DETERIOROS DE LA SUPERFICIE DESGASTE DEL AFIRMADO
DESCRIPCIÓN	Se observa desgaste del afirmado en la parte derecha de la vía, sin presencia de cuneta donde se evidencia zona boscosa.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	 <p>18 sep. 2022 12:47:37 p. m.</p>
CAUSA DEL DETERIORO	Variables del clima (temporada seca) Materiales de construcción Intensidad del tránsito Falta de un sistema de drenaje
NIVEL DE GRAVEDAD	MEDIO
INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA VÍA	Este deterioro se presenta en los siguientes tramos de la vía, Km0+649, Km2+396, Km3+833, Km4+258, Km4+322.
POSIBLE SOLUCIÓN	Realizar nivelación del material afirmado para retirar los agregados que no están bien compactados y

	ejecutar una recarga de grava con perfilado pesado, tener en cuenta que los agregados para este terreno debe estar en función de las condiciones climáticas como lo estipula el manual de INVIAS.
--	---

Nota: Elaboración propia.

Tabla 11.*Registro fotográfico K1+478.*

DETERIORO	DETERIOROS DE LA SUPERFICIE SURCO LONGITUDINAL
DESCRIPCIÓN	Se evidencia deformación al costado derecho de la vía y desgaste del material afirmado al costado izquierdo de la vía, sin presencia de cuneta.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	
CAUSA DEL DETERIORO	Calidad del material de construcción Carga excesiva del tránsito Estructura inadecuada Falta de un mantenimiento rutinario Variable de clima (temporada lluviosa) Construcción de un sistema de drenaje
NIVEL DE GRAVEDAD	ALTO
INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA VÍA	Esta deformación se evidencia en los siguientes tramos de la vía, Km1+489, Km2+938, Km5+609.
POSIBLE SOLUCIÓN	Recarga de grava y perfilado pesado.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 12.*Registro fotográfico K1+920.*

DETERIORO	DETERIOROS DE LA SUPERFICIE BACHES
DESCRIPCIÓN	Se observa presencia de baches con gran profundidad, al lado izquierdo de la vía se evidencia desgaste del afirmado y con falta de mantenimiento rutinario en la cuneta.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	
CAUSA DEL DETERIORO	Estructura inadecuada Defecto constructivo Característica del material afirmado Falta de mantenimiento rutinario en la cuneta Volumen y distribución del tránsito
NIVEL DE GRAVEDAD	MEDIO
INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA VÍA	Esta deformación se evidencia en los siguientes tramos de la vía, Km2+296, Km3+952, Km5+331.
POSIBLE SOLUCIÓN	Ejecutar excavación en forma cuadrada en la zona afectada, extender un material apropiado de relleno (recarga de grava) y reposición del material granular en afirmado.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 13.*Registro fotográfico K2+938.*

DETERIORO	DETERIOROS DE LA SUPERFICIE SURCO TRANSVERSAL
DESCRIPCIÓN	Se evidencia deformación longitudinal pronunciada que puede afectar en un corto plazo a realizar un mantenimiento de emergencia en este tramo de la vía, sin presencia de cuneta.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	
CAUSA DEL DETERIORO	Falta de cohesión del material Factores ambientales Variables del clima (temporada lluviosa) Acción del tránsito
NIVEL DE GRAVEDAD	MEDIO
INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA VÍA	Esta deformación se evidencia en los siguientes tramos de la vía, Km.3+086, Km5+569.
POSIBLE SOLUCIÓN	Recarga de grava y perfilado pesado, adicionando la escarificación, el humedecimiento y una recompactación óptima del afirmado y mantenimiento de limpieza en el sistema de drenaje (cuneta).

Nota: Elaboración propia.

Tabla 14.*Registro fotográfico K3+500.*

DETERIORO	DETERIOROS DE LA SUPERFICIE CABEZAS DURAS
DESCRIPCIÓN	Este tramo tiene un porcentaje de vulnerabilidad muy alto frente a la población, también se evidencia que no cuenta con un sistema de drenaje y sirve como terreno generador de polvo.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	
CAUSA DEL DETERIORO	Estructura inadecuada Factores ambientales Carga de tránsito Erosión Falta de trabajo (profundización de la cuneta)
NIVEL DE GRAVEDAD	ALTO
INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA VÍA	Este deterioro se presenta solo en este tramo de la vía.
POSIBLE SOLUCIÓN	Realizar un mantenimiento de emergencia por el estado actual de este tramo, construcción de un sistema de drenaje (cuneta) y nivelación del terreno afirmado con recarga de grava y perfilado pesado.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 15.*Registro fotográfico K4+234.*

DETERIORO	DETERIOROS DE LA SUPERFICIE AHULLAMIENTO
DESCRIPCIÓN	Se observa al costado izquierdo de la vía empozamiento sin presencia de cuneta y generando al lado derecho de la carretera otros tipos deterioros debido al estancamiento del flujo.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	 <p style="text-align: right; font-size: small;">18 sep. 2022 1:37:39 p. m.</p>
CAUSA DEL DETERIORO	Acción de las cargas ejercida por el tránsito Desgaste del material Condiciones climáticas Falta de sistema de drenaje
NIVEL DE GRAVEDAD	ALTO
INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA VÍA	Este deterioro se presenta en los siguientes tramos de la vía, Km4+322, Km4+750.
POSIBLE SOLUCIÓN	Reperfilado del material y reposición del material de afirmado de acuerdo con las especificaciones de construcción de carreteras.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 16.*Registro fotográfico Km5+350.*

DETERIORO	DETERIOROS DE LA SUPERFICIE <i>EROSIÓN U OBSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE</i>
DESCRIPCIÓN	Se observa erosión del terreno con acumulación de material removido por las altas temporadas de lluvias y falta de mantenimiento rutinario.
IMAGEN O ASPECTO SUPERFICIAL	
CAUSA DEL DETERIORO	Factores climáticos Cargas excesiva de transito Remoción del material suelto en la vía
NIVEL DE GRAVEDAD	ALTO
INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA VÍA	Este deterioro se presenta en la mayor parte de la vía.
POSIBLE SOLUCIÓN	Se recomienda realizar un mantenimiento de limpieza y ejecutando trabajo de remoción del material inadecuado que se encuentra depositado en la cuneta, adicionando la actividad recarga de grava al borde de la cuneta para evitar lodazales o ahuellamiento a corto plazo.

Nota: Elaboración propia.

9 Conclusiones

❖ Al realizar el estudio del estado actual de esta vía terciaria alterna se genera el diagnóstico donde se evidencia deterioros estructurales y superficiales en la mayoría de su trazado.

❖ Realizando el análisis fotográfico obtenido en terreno de esta vía terciaria, se puede observar que los deterioros presentados en varios puntos de este corredor vial se deben a los efectos generados por el cambio climático, exceso de cargas vehicular provocando deformaciones los cuales se conocen y se clasifican en el (MANUAL DE CARRETERAS, INVIAS) como: surcos longitudinales, ahuellamiento, lodazales, pérdida de agregados, baches, cabezas duras. esto contribuyendo a la falta de un mantenimiento rutinario y periódico en varios puntos de esta carretera.

❖ Tras los análisis de los deterioros y deformaciones evidenciado en esta vía terciaria se realiza la propuesta de mantenimiento del terreno afirmado acorde al diseño inicial de esta carretera y siguiendo los parámetros estipulados por el Instituto Nacional de Vías (MANTENIMIENTOS DE CARRETERAS, INVIAS, 2016, VOLUMEN 1 Y 2). donde se propone elaborar un plan de **mantenimiento de emergencia** en la abscisa K3+500 por su alto porcentaje de vulnerabilidad para su habitantes, adicionando un mantenimiento rutinario en las abscisa donde este corredor vial presenta estos tipos de defectología y realizando las actividades de **reperfilado, recarga del agregado, perfilado ligero y perfilado pesado**, por último un **mantenimiento de limpieza** en el sistema de drenaje (cuneta).

❖ Es importante mencionar que esta vía no cuenta con plan de señalización preventiva donde se localice y se identifique los puntos de afectaciones de estos deterioros

presentados para prevenir algún accidente de tránsito o una fatalidad de las personas que frecuentemente transita por esta carretera.

- ❖ Para concluir podemos corroborar que esta vía terciaria cuenta con un total de 2 Km + 600 m lineal que se encuentra en mal estado.

9.1 Recomendaciones

- ❖ Observando el estado actual de esta carretera terciaria se recomienda a la alcaldía del Municipio de Cáqueza la cual es la entidad encargada de la conservación de esta vía, realizar un mantenimiento de emergencia o mantenimiento de limpieza en las abscisa mencionadas a continuación: Km0+484, Km2+210, Km2+296, Km2+963, Km3+952, ejecutando obras al sistema de drenaje superficial (cunetas) para evitar mayores afectaciones en este corredor vial.
- ❖ En la visita realizada en terreno se recorrió Km5+700, desde la variante Girón de blanco hasta el punto conocido como el alto de la virgen donde se puede evidenciar que el estado de esta vía es preocupante y mucho más cuando se presenta temporadas de lluvias de alta precipitación generando deformaciones superficiales por la falta de un sistema de drenaje para la regulación de este flujo, como lo son deterioros de ahuellamiento y lodazales perjudica el tránsito de los vehículos con altos volúmenes de carga, donde se recomienda ejecutar labores a lo largo de este carretera y a su vez emplear cunetas las cuales deberán tener un constante mantenimiento de limpieza debido a la presencia de zonas boscosas para evitar problemas de erosión y obstrucción.

Bibliografía

- INVIAS. (2016). MANUAL DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS. INVIAS.
<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/proyectos-de-norma/11316-manual-de-mantenimiento-de-carreteras-2016-volumen-2-especificaciones-generales/file>.
- GARCÍA, L. T., & TORRES, A. T. (2018). EVALUACIÓN DE DETERIOROS EN PAVIMENTOS DE AFIRMADO MEDIANTE LA METODOLOGÍA VIZIRET – INVIAS 2016 EN EL TRAMO 2 DE LA VÍA LOS CHORROS KM 161 (*Issue UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA SECCIÓN DEL ALTO MAGDALENA FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL*).
- Perfetti: Juan José. (2019); *Por qué hay que construir y mejorar las vías terciarias en Colombia?* SEMANA, 1.
- Materiales alternativos para civil Ingeniería fundaciones y camino construcción.* (2004). Revista Comercial de Fundación, 178(0), 180–181.
- IBARGUEN, A., MOLINA TAMAYO, L., GUEVARA HOYOS, V., & HENAO MEJIA, Y. (2015). MANUAL PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTES PARA UNA VIA TERCIARIA. UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA.
- MINTRANSPORTE, I. (2016). MANUAL DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS. VOLUMEN 2, 1–530.
- NOVA ESPINEL, E. (2018). MEJORAMIENTO DE LA VIA QUE CONDUCE DEL PUENTE BARCELONA A LA VÍA CHIRQUIN, SECTOR EL CEDRO, VEREDA GUATANCUY DE LA VILLA DE SAN DIEGO DE UBATÉ. *Universidad Santo Tomás*.
- MINTRANSPORTE. (2018). PLAN NACIONAL DE VÍAS PARA LA INTEGRACIÓN REGIONAL. GOBIERNO D, 1–21.
- Buitrago Medina, L. (2019). Propuesta para el mejoramiento de las vías terciarias en el municipio de Sáchica- Boyacá. *Universidad Militar Nueva Granada*.
- Maps, G. (2022). No T. <https://www.google.com/search>.
- INVIAS, VIAS, I. N. DE, REPÚBLICA, & MINTRANSPORTE. (2016). MANUAL DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS (CONSORCIO). VOLUMEN 2%0AEspecificaciones Generales de%0AMantenimiento de carreteras
- AREVALO SATOQUE, W., GARZON PARDO, J., & REAL PEREZ, D. (2015). DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA VEREDA ALTAMAR EN EL MUNICIPIO DE LA CALERA CUNDINAMARCA. UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA.

- Oliverio Martínez, E. (2017). *ESQUEMA DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO en vías terciarias*. Revista de Ingeniería-, 0(0), 52–57.
- Narváez Rosero, M. (2018). Lineamientos y estrategias para la gestión vial sostenible en vías terciarias en Colombia [Universidad de los Andes Colombia]. <http://hdl.handle.net/1992/34647>
- Viasus Pérez, W., & Fajardo Niño, J. (2007). *Diseño simplificado de puentes*. In Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- BACCA ARCINIEGAS, H. (2015). SEGUIMIENTO A LA APLICABILIDAD DEL DISEÑO DE PLACA HUELLA SUGERIDO POR EL INVIAAS PARA VIAS TERCARIAS.
- Regalías, sistemas general de. (2019). 96% del total de esta red vial se encuentra en mal estado. <https://proyectostipo.dnp.gov.co/>
- Martin, P., Bobillon, G., & Eisenlohr, L. (2008). Reutilización de residuos sólidos provenientes del desbroce de camino cuencas y zanjas en civil Ingeniería: De la caracterización a las formas de tratamiento. 4(0), 130–136.
- Acosta Ariza, M., & Alarcón Romero, P. (2017). Análisis de la cantidad y el estado de las vías terciarias en Colombia y la oportunidad de la ingeniería civil para su construcción y mantenimiento [Universidad Católica de Colombia.]. <http://hdl.handle.net/10983/15205>
- Hadidi, T., Naghawi, H., & Jadaan, K. (2022). *Diseños de Intersecciones No Convencionales para Mejorar la Operación del Tránsito en Vías Arteriales*. In INGIENIERIA DE TRANSPORTE (Vol. 1, Issue 0).
- SERNA HERNANDEZ, F. (2021). SEGUIMIENTO AL DESARROLLO DE LAS ACTIVDADES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO Y MEDIO AMBIENTE INCLUIDAS DENTRO DEL PLAN DE GESTION INTEGRAL DE OBRA (PGIO) DEL PROYECTO DE OBRA “MEJORAMIENTO DE VIAS TERCARIAS EN EL MUNICIPIO DE CUCUTILLA, DEPARTAMENTO N [Universidad Francisco de Paula Santander]. <http://repositorio.ufpso.edu.co/jspui/handle/123456789/3182>
- PERAFÁN, J. (2013). GUÍA PARA EL MANTENIMIENTO RUTINARIO DE VÍAS NO PAVIMENTADAS. UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN.
- Oliverio Martínez, E. (2017). *ESQUEMA DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO en vías terciarias*. In Revista de Ingeniería (Vol. 52, Issue 0).
- OSPINA, J. J. A. (2002). DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS Ajustado al Manual Colombiano. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.
- Oliverio Martínez, E. (2017). *ESQUEMA DE MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO en vías terciarias: Colombia responde*. Revista de Ingeniería-.

- CASTAÑO PATIÑO, J., & VARELA GIRALDO, M. (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. *UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA*.
- SÁNCHEZ SABOGAL, F. (2016). VÍAS EN AFIRMADO.
- SANTA PULIDO, J., MORALES, G., & HERAZO BELTRAN, J. (2019). DISEÑO DE UN PLAN VIAL DE VÍAS Terciarias para la construcción de placa huellas en el municipio de San Vicente Ferrer, Departamento de Antioquia. *CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS*.
- ROMERO, A., RONCHAQUIRA, Y., & LUISA, P. (2017). PROPUESTA DE DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE VIAL PARA EL TRAMO DE CARRETERA Terciaria San Joaquín Alto del Tigre en el municipio de La Mesa Cundinamarca. *UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA*.
- Mendoza Osorio, A. (2021). Mejoramiento de las vías terciarias en la vereda Cantarranas Municipio de San Vicente de Chucuri [*Unidades Tecnológicas de Santander, Coordinación de Tecnología en Topografía*].
<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/5910%09>
- Ministerio de transporte y comunicaciones de Perú. (2013). “Manual de Carreteras – Conservación Vial” (Volumen 1).
- MUÑOZ, N. A. R. (2021). PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA VÍA DE ACCESO AL PARQUE NATURAL CHICAQUE EN EL MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA. In *UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERÍA*.
- DUARTE VALERO, C., & NAVARRETE LARA, D. (2020). PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA VÍA Terciaria, localizada entre el barrio Villa Paúl y la vereda La Punta en el municipio de Funza, Cundinamarca. *UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA*.
- BOLÍVAR PALOMO, S. A., & CASTIBLANCO QUINTERO, C. E. (2019). ANÁLISIS DEL ESTADO DE LAS VÍAS SECUNDARIAS EN COLOMBIA Y LA OPORTUNIDAD DE LA INGENIERÍA CIVIL PARA SU CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO.
- Restrepo Zapata, P., & Restrepo Acevedo, K. (2021). Propuesta de mejoramiento vía terciaria UTP - Mundo Nuevo – La Bella, (vereda La Bella, Pereira, Risaralda), mediante el prediseño de su construcción. *Universidad Antonio Nariño*.
- PULIDO, J. V. S., MORALES, J. D. G., & BELTRAN, J. E. H. (2019). DISEÑO DE UN PLAN VIAL DE VÍAS Terciarias para la construcción de placa huellas en

EL MUNICIPIO DE SAN VICENTE FERRER, DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.
CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS.

V, M. E. L. DE, BARRAGÁN, A. M. G., & MEDRANO, W. H. B. (2018). *MEJORAMIENTO, MANTENIMIENTO Y/O REHABILITACIÓN VÍAS TERCARIAS, EN CINCO DEPARTAMENTOS CAFETEROS. UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA.*

El programa PAST, L. S., & 5, V. (2015). PROGRAMA DE APOYO AL SECTOR TRANSPORTE MEJORAMIENTO DE CAMINOS RURALES DANIDA - LAS SEGOVIAS.

Patil, R.Y., Ranadive, M. S. (2022). *Design and development of methodology for construction of thin white topping for rural roads in India.* 1–245.

Chaipetch, P., Amprayn, C., Pawan, P., Ratanavaraha, V. (2022). *ANALYTICAL OF MULTI-CRITERIA APPROACH FOR IDENTIFYING THE WEIGHT AND FACTOR OF RURAL ROAD MAINTENANCE PRIORITIZATION Open Access. J. de GEOM,* 70–79.

Arévalo-Támara, A., Orozco-Fontalvo, M., Cantillo, V. (2020). *Factors influencing crash frequency on colombian rural roads | [Factores influyentes en la frecuencia de choques en las vías rurales colombianas].*

Xu, Q., Li, M., Jiang, X., (...), Qi, H., Zhang, Z. (2022). *Response of rill erosion to rainfall types and maintenance on the Loess Plateau: Implications for road erosion control.*

Cabette, M.M., Paula, A.M.V., Minhoto, M.J.C., Fonseca, E. C. A. (2022). *Geotechnical Characterization of a Low Volume Traffic Road.* 101–111.

Shtayat, A., Moridpour, S., Best, B., Shroff, A., Raol, D. (2020). *A review of monitoring systems of pavement condition in paved and unpaved roads. Journal of,* 629–638.

Mamatha, K.H., Dinesh, S. V. (2019). *Effectiveness of geogrid and its position on the performance of unpaved roads under repetitive loading. Innovative.*

Kaiser, N., Barstow, C. K. (2022). *Rural Transportation Infrastructure in Low-and Middle-Income Countries: A Review of Impacts, Implications, and Interventions. Sustainability (Switzerland),* 148–159.

Nautiyal, A., Sharma, S. (2021). *Condition Based Maintenance Planning of low volume rural roads using GIS. Journal of Cleaner Production,* 127–649.

Kaiser, N., Barstow, C. K. (2022). *Rural Transportation Infrastructure in Low-and Middle-Income Countries: A Review of Impacts, Implications, and Interventions. Sustainabi,* 148–159.

Khan, M. U. (2014). Rural road management in Botswana. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Transport*, 111–122.

Mourão, B.G., Palmeira, E.M., Rebolledo, J. F. R. (2022). Numerical Analysis of Unpaved Roads Subjected to Surface Maintenance. *World Congress on Civil, Structural, And, Environmen*, 1–7.

ANEXO

Se radica el siguiente proyecto en la alcaldía del municipio de Cáqueza con el área de planeación.

