

	<b>GESTIÓN DE RECURSOS Y SERVICIOS BIBLIOTECARIOS</b>		<b>Código</b>	FO-GS-15
			<b>VERSIÓN</b>	02
	<b>ESQUEMA HOJA DE RESUMEN</b>		<b>FECHA</b>	03/04/2017
			<b>PÁGINA</b>	1 de 1
<b>ELABORÓ</b>		<b>REVISÓ</b>		<b>APROBÓ</b>
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad		Líder de Calidad

## RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES):

NOMBRE(S): ELIANA CAROLINA      APELLIDOS: AFANADOR REY

NOMBRE(S): YENY MARCELA      APELLIDOS: ROBLES SANDOVAL

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): ALBA YAJAIRA      APELLIDOS: SANCHEZ DELGADO

CO-DIRECTOR:

NOMBRE(S): \_\_\_\_\_ APELLIDOS: \_\_\_\_\_

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): FORMULACIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE DE LA AVENIDA 17 DESDE LA TRANSVERSAL 9 HASTA LA CALLE 12b EN EL BARRIO ANIVERSARIO 2, LA TRANSVERSAL 9 DESDE LA AVENIDA 17 HASTA LA AVENIDA 16, Y LA AVENIDA 16 DESDE LA TRANSVERSAL 9 HASTA LA CALLE 17 DEL BARRIO LA LIBERTAD, EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

### RESUMEN

Este proyecto se realizó con la necesidad de mejorar los tramos de la vía objeto de estudio. En este proyecto se llevó a cabo el levantamiento topográfico y apiques para la extracción de las muestras de suelo. A continuación, se elaboraron estudios de tránsito, topográfico, de suelo o geotécnico, con el fin de calcular las variables de diseño requeridas para la elaboración de las alternativas de diseño de la estructura de pavimento flexible, por los métodos AASHTO 93 e INVIAS. Se realizó la determinación del índice de deterioro o condición del pavimento mediante el método PCI. Se elaboraron las alternativas de rehabilitación para cada tramo de vía en deterioro. Por último, se elaboraron los análisis de precios unitarios, el cronograma de actividades y flujo de fondos.

PALABRAS CLAVE: Rehabilitación, pavimento flexible, estudios de tránsito, topografía.

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 275      PLANOS:           ILUSTRACIONES:           CD ROOM:   1  

\*\*Copia No Controlada\*\*

FORMULACIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE DE LA AVENIDA 17 DESDE LA TRANSVERSAL 9 HASTA LA CALLE 12b EN EL BARRIO ANIVERSARIO 2, LA TRANSVERSAL 9 DESDE LA AVENIDA 17 HASTA LA AVENIDA 16, Y LA AVENIDA 16 DESDE LA TRANSVERSAL 9 HASTA LA CALLE 17 DEL BARRIO LA LIBERTAD, EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE CÚCUTA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

ELIANA CAROLINA AFANADOR REY

YENY MARCELA ROBLES SANDOVAL

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

FORMULACIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE REHABILITACIÓN DEL PAVIMENTO  
FLEXIBLE EXISTENTE DE LA AVENIDA 17 DESDE LA TRANSVERSAL 9 HASTA LA  
CALLE 12b EN EL BARRIO ANIVERSARIO 2, LA TRANSVERSAL 9 DESDE LA  
AVENIDA 17 HASTA LA AVENIDA 16, Y LA AVENIDA 16 DESDE LA TRANSVERSAL 9  
HASTA LA CALLE 17 DEL BARRIO LA LIBERTAD, EN LA CIUDAD DE SAN JOSÉ DE  
CÚCUTA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER

ELIANA CAROLINA AFANADOR REY

YENY MARCELA ROBLES SANDOVAL

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

Ingeniero Civil

Directora:

ALBA YAJAIRA SANCHEZ DELGADO

Ingeniera Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2021

## **ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO**

FECHA: 17 DE MARZO DE 2021 HORA: 10:00 a. m.

LUGAR: VIDEO CONFERENCIA GOOGLE MEET

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: "FORMULACION DE UNA ALTERNATIVA DE REHAVILITACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EXISTENTE DE LA AVENIDA 17 DESDE LA TRANSVERSAL 9 HASTA LA CALLE 12B EN EL BARRIO ANIVERSARIO 2, LA TRANSVERSAL 9 DESDE LA AVENIDA 17 HASTA LA AVENIDA 16, Y LA AVENIDA 16 DESDE LA TRANSVERSAL 9 HASTA LA CALLE 17 DEL BARRIO LA LIBERTAD, EN LA CIUDAD DE SAN JOSE DE CUCUTA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER".

JURADOS: ING. ANDREA JOVANNA CACIQUE ARIAS  
ING. JORGE IVAN ARIAS FLOREZ

DIRECTOR: INGENIERA ALBA YAJAIRA SANCHEZ DELGADO.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
ELIANA CAROLINA AFANADOR REY	1112375	4.0	CUATRO, CERO
YENY MARCELA ROBLES SANDOVAL	1111713	4.0	CUATRO, CERO

# **A P R O B A D A**



ING. ANDREA JOVANNA CACIQUE ARIAS



ING. JORGE IVAN ARIAS FLOREZ

Vo. Bo.



JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

## Contenido

	<b>pág.</b>
Introducción	28
1. Problema	30
1.1 Título	30
1.2 Planteamiento del Problema	30
1.3 Formulación del Problema	31
1.4 Objetivos	31
1.4.1 Objetivo general	31
1.4.2 Objetivos específicos	31
1.5 Justificación	33
1.6 Alcance y Limitaciones	33
1.6.1 Alcance	33
1.6.2 Limitaciones	33
1.7 Delimitación	33
1.7.1 Delimitación espacial	33
1.7.2 Delimitación conceptual	34
1.7.3 Delimitación temporal	35
2. Referentes Teóricos	36
2.1 Antecedentes	36
2.1.1 Antecedentes nacionales	36
2.1.2 Antecedentes internacionales	39
2.2 Marco Teórico	41
2.2.1 Localización	41

2.2.1.1 Cúcuta	41
2.2.1.2 Comuna La libertad	42
2.3 Referente Conceptual	43
2.4 Marco Legal	49
3. Diseño Metodología	51
3.1 Tipo de Investigación	51
3.1.1 Tipo de investigación	51
3.2 Población y Muestra	51
3.2.1 Población	51
3.2.2 Muestra	51
3.3 Instrumentos para la Recolección	51
3.3.1 Instrumentos para la recolección	51
3.4 Técnicas de Análisis y Procesamiento de Datos	52
3.4.1 Técnicas de análisis y procesamiento de datos	52
4. Estudio de Transito	53
4.1 Variables	53
4.2 Categorización Vehicular	54
4.2.1 Tipos de vehículos	54
4.3 Aforo Vehicular	56
4.3.1 Procedimiento	57
4.3.2 Formato de campo	57
4.3.3 Conteo vehicular	59
4.3.4 Tránsito promedio diario semanal (TPDs)	60
4.4 Cálculo del Transito Promedio Semanal	60

4.5 Análisis y Resultados Tránsito Promedio Diario Semanal	61
4.6 Periodo de Diseño	63
4.6.1 Período de diseño	63
4.7 Carga de Diseño Equivalente	64
4.7.1 Factor camión	65
4.7.2 Cálculo del factor camión de vehículos comerciales	66
4.8 Procedimiento para el Cálculo del “NEE”	67
4.8.1 Procedimiento	67
4.8.1.1 Factor direccional	68
4.8.1.2 Factor de distribución por carril	68
4.8.1.3 Tasa de crecimiento del tránsito	69
4.9 Cálculo del Número de Ejes Equivalentes de 8,2 Ton	70
4.9.1 Cálculo del número de ejes equivalentes de 8,2 toneladas en el carril de diseño para la alternativa de una estructura de pavimento flexible con periodo de diseño de 15 años	70
5. Estudio Geotécnico	71
5.1 Exploración y Ensayos de Campo	71
5.2 Localización Apiques Ejecutados	72
5.3 Resultados Obtenidos de la Exploración del Subsuelo	73
5.4 Perfil Estratigráfico	73
5.5 Recopilación de la Información Geotécnica Obtenida	75
5.5.1 Resumen resultados obtenidos del estudio geotécnico	75
5.6 Determinación CBR de Diseño	77
5.6.1 Cálculo del C.B.R. de diseño método percentil	78

6. Estudio Topográfico	80
6.1 Levantamiento Topográfico	80
6.1.1 Trabajo de campo	80
6.1.2 Trabajo de oficina	81
6.2 Comisión de topografía	81
6.2.1 Personal	81
6.2.2 Equipo utilizado	81
6.3 Productos Generados	82
6.4 Resultados	82
6.4.1 Perfiles longitudinales	82
6.4.2 Secciones típicas o transversales	87
7. Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible Parte Teórica	89
7.1 Marco teórico Sobre el Diseño de la Alternativa de Pavimento Flexible Mediante el Método AASHTO-93	89
7.1.1 Número estructural calculado	90
7.1.2 Número estructural requerido	92
7.2 Marco Teórico Sobre el Diseño de la Alternativa de Pavimento Flexible por el Método INVIAS	98
8. Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible por el Método AASHTO-93	100
8.1 Cálculo de las Variables de Diseño para la Determinación del Número Estructural Requerido	100
8.1.1 Confiabilidad (%R)	100
8.1.2 Desviación estándar normal ( $Z_r$ )	100
8.1.3 Error estándar combinado ( $S_o$ )	101

8.1.4 Índice de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI). Índice de serviciabilidad inicial (P0)	102
8.1.5 Módulo resiliente de la sub-rasante (MR <sub>sub-rasante</sub> )	102
8.2 Cálculo del Número Estructural Requerido (SNREQ)	103
8.3 Cálculo de las Variables de Diseño para la Determinación del Número Estructural Calculado	104
8.3.1 Clima	104
8.3.2 Determinación de la temperatura media anual ponderada del aire – TMAP	104
8.3.3 Coeficientes estructurales de las capas del pavimento (a1, a2, y a3)	106
8.3.4 Módulo resiliente de la carpeta asfáltica (MR <sub>carpeta asfáltica</sub> )	107
8.3.5 Módulo resiliente de la capa base granular (MR <sub>capa base granular</sub> )	108
8.3.6 Módulo resiliente capa sub-base granular (MR <sub>capa sub-base granular</sub> )	109
8.3.7 Coeficiente de drenaje de capas granulares (m2 y m3)	109
8.3.7.1 Calidad de drenaje	110
8.3.8 Espesores de capas asumidos	112
8.4 Cálculo del Número estructural Calculado (SNCAL)	113
8.4.1 Cálculo del espesor de la capa de sub base granular (D3)	113
8.5 Comprobación de Cumplimiento del Número Estructural Calculado SNrequerido $\leq$ SNcalculado, Método AASHTO 93	114
8.6 Espesores de la Estructura Vial Obtenida Método AASHTO - 93	115
9. Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible por el Método INVIAS	116
9.1 Cálculo de las Variables de Diseño para la Determinación de los Espesores de la Estructura de Pavimento Flexible	116
9.1.1 Variables de diseño	116
9.1.1.1 Factores ambientales y climáticos	116

9.1.1.2	Número de ejes equivalentes a 8,2 toneladas en el carril de diseño	117
9.1.1.3	CBR de diseño	118
9.1.1.4	Módulo resiliente (E)	118
9.1.1.5	Categoría de sub – rasante	118
9.2	Selección y Presentación de Carta de Diseño Método INVIAS	119
9.2.1	Opción N°1	119
9.2.2	Opción N°2	120
9.2.3	Opción N°3	120
9.3	Elección de una de las Opciones de Estructuras de Pavimento Presentadas en la Carta de Diseño N° 3	120
9.4	Espesores de la Estructura vial Obtenida Método INVIAS	121
10.	Procedimiento para el Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Parte Teórica	122
10.1	Materiales e Instrumentos	123
10.2	Terminología Empleada en el Desarrollo del Método PCI	124
10.3	Procedimiento de Evaluación de la Condición del Pavimento	125
10.3.1	Unidades de muestreo	126
10.3.2	Cálculo del PCI de las unidades de muestreo	127
10.3.2.1	Cálculo para carreteras con capa de rodadura asfáltica	127
11.	Determinación del Índice de Condición del Pavimento (PCI)	130
12.	Alternativa de Rehabilitación Para los Tramos de Vía Deteriorados	186
13.	Presupuestos de Obra	187
14.	Selección de la Alternativa de Diseño y Rehabilitación Más Favorable	189
15.	Conclusiones	190

16. Recomendaciones	196
Referencias Bibliográficas	198
Anexos	200