

DIAGNÓSTICO VISUAL PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA “CAMINO GANADERO” CALLE 21 SUR ENTRE LA CARRERA 22 Y LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA LOS MARACOS QUE COMUNICA LA ZONA SUR DE VILLAVICENCIO

VISUAL DIAGNOSTIC FOR THE STRUCTURE OF THE FLEXIBLE PAVEMENT OF THE “CAMINO GANADERO” ROAD 21 SOUTH STREET BETWEEN CARRERA 22 AND THE INTERSECTION OF AVENUE LOS MARACOS COMMUNICATING THE SOUTH ZONE OF VILLAVICENCIO

Duvar Hernán Martín Rodríguez

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomas sede Villavicencio, Estudiante de Ingeniería Civil, duvarmartin@usantotomas.edu.co

Camilo Alfonso Gómez León

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomas sede Villavicencio, Estudiante de Ingeniería Civil, camilogomezl@usantotomas.edu.co

Jessica María Ramírez Cuello

Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomas sede Villavicencio, Docente tiempo completo, Jessicaramirez@usantotomas.edu.co

Resumen: La vía “El Camino Ganadero” calle 21 sur entre la carrera 22 y la intersección de la Avenida los Maracos, es un tramo muy importante para la ciudad de Villavicencio, ya que comunica el tráfico de varios barrios muy concurridos como: San Antonio, Kirpas, La Carolina, Villa Melida, Los Gemelos, entre otros. Además, en su aspecto turístico, este corredor vial es muy transitado en épocas de festividades, ya que se encuentra en la zona, el parque “Las Malocas”, centro cultural llanero de la capital del Meta.

Por otra parte, cabe resaltar que, en los últimos años se han venido presentando deterioros en la estructura del pavimento afectando su capacidad funcional y colocando en riesgo la vida de los usuarios que transitan por esta vía.

Por tal motivo, en el presente documento, se evalúan los daños actuales que presenta la superficie del pavimento, de forma cualitativa y cuantitativa con base a la metodología establecida por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la metodología Pavement Condition Index (PCI); con el fin de proponer un plan de mantenimiento.

El alto deterioro que presenta la estructura del pavimento, del tramo evaluado, se evidencio en el desarrollo de la metodología PCI, que, según sus rangos de clasificación, el estado de la estructura se encuentra en una clasificación “regular”. Además, a lo largo de la vía se observan diversas fallas, las más recurrentes, fisuras de varios tipos, parches y baches, estos daños son el principal problema de la capa de rodadura, por lo que el plan de mantenimiento se encuentra enfocado en una óptima solución para este tipo de deterioros.

Por último, el plan de mantenimiento propuesto en este proyecto tiene como fin proporcionar una serie de actividades ya sean, correctivas, rutinarias, o preventivas de acuerdo con el tipo de daño presentado en la estructura del pavimento las cuales buscan realizar una corrección total a los daños presentes en la estructura.

Palabras clave: *Diagnóstico, INVIAS, mantenimiento, pavimento flexible, PCI.*

Summary: The road “El Camino Ganadero” 21 south street between Carrera 22 and the intersection of Avenida los Maracos, is a very important section for the city of Villavicencio, since it communicates the traffic of several very crowded neighborhoods such as: San Antonio, Kirpas, La Carolina, Villa Melida, Los Gemelos, among others. In addition, in its tourist aspect, this road corridor is very busy at times of festivities, since it is located in the area, the “Las Malocas” park, a plains cultural center of the capital of Meta.

On the other hand, it should be noted that in recent years there have been deteriorations in the structure of the pavement, affecting its functional capacity and putting the lives of users who travel on this road at risk.

For this reason, in this document, the current damage presented by the pavement surface is evaluated, qualitatively and quantitatively based on the methodology established by the National Institute of Roads (INVIAS) and the Pavement Condition Index (PCI) methodology; in order to propose a maintenance plan.

The high deterioration of the pavement structure of the evaluated section was evidenced in the development of the PCI methodology, which, according to its classification ranges, the state of the structure is in a “regular” classification. In addition, along the road there are various faults, the most recurrent, cracks of various types, patches and potholes, these damages are the main problem of the tread layer, so the maintenance plan is focused on a optimal solution for this type of damage.

Finally, the maintenance plan proposed in this project aims to provide a series of activities, whether corrective, routine, or preventive according to the type of damage presented in the pavement structure, which seek to make a total correction to the damage present in the structure.

Key words: *Diagnostic, INVIAS, maintenance, flexible pavement, PCI.*

1. INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación han sido de gran importancia desde hace años, en vista que el hombre ha construido caminos desde la época primitiva para trasladarse con mayor facilidad, con el fin de mejorar la comunicación, comercio y desarrollo entre las primeras civilizaciones. Actualmente el desarrollo de los países, se basa primordialmente en sus vías de comunicación, dado que generan intercambios culturales, sociales e interrelaciones económicas. Por otra parte, cada año se invierte cuantiosas sumas de dinero, así como horas – hombre en la construcción, mantenimiento y rehabilitación de obras viales, para aumentar nuestra seguridad y comodidad al desplazarnos por una vía.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, la estructura de un pavimento como parte de la infraestructura vial, es predominante, ya que su objetivo es ser resistente a la acción de las cargas impuestas por el tránsito, que permita a los usuarios un recorrido cómodo, seguro y eficiente. En general, “los pavimentos son estructuras que están constituidas por un 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 obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el período para el cual fue diseñada la estructura del pavimento” [1]. Así mismo, los pavimentos también deben soportar los cambios de temperatura y precipitaciones, pues afectan directamente en la resistencia, compresibilidad y cambios volumétricos de la subrasante en la cual se encuentra apoyada la estructura del pavimento.

En Colombia El Instituto Nacional de Vías (INVIAS), actualiza permanentemente el estado de la red vial nacional clasificando el estado y las condiciones en las que se presentan estas vías, de esta manera mantiene un seguimiento que permite adoptar medidas preventivas buscando mejorar el funcionamiento de las vías, para el segundo semestre del año 2019 se obtuvieron los siguientes resultados de clasificación de la malla vial como se observa en la tabla 1.1.

Tabla 0.1 Clasificación de la red vial pavimentada.

RED PAVIMENTADA (km)	SEVERIDAD					RED TOTAL CALIFICADA
	MUY BUENO	BUEN O	REGULA R	MALO	MUY MALO	TOTAL
TOTAL RED VIAL (km)	1703.12	2974.2 6	2413.93	1461.9 8	86.17	8639.46
TOTAL RED VIAL (%)	19.71%	34.43%	27.94%	16.92%	1.00%	79,25%

Fuente: [2]

Según la tabla 1.1, se puede evidenciar que el estado de la malla vial nacional pavimentada, tiene una longitud de 8639,46 km la cual equivale a un 79,25% de las vías nacionales, de la cual, el 54% permite una buena funcionalidad del transporte, teniendo en cuenta las categorías bueno y muy bueno del pavimento, es decir que el 46% del pavimento se encuentra en estado regular, malo y muy malo.

Por otra parte, la estructura del pavimento puede llegar a sufrir patologías cuando se presentan continuas repeticiones de carga en el pavimento, “ocasionando agrietamientos debido a que los esfuerzos cortantes y de tensión superan los admisibles por la estructura” [3], causando deterioro en los materiales constructivos y reducción o pérdida total de su comportamiento estructural durante su tiempo de servicio. En la ciudad de Villavicencio, el 52% de las vías se encuentran en estado regular y malo. El mayor

porcentaje del mal estado se encuentra en la malla vial secundaria [4], una de estas es la vía objeto de estudio “El Camino Ganadero”, este tramo tiene una longitud de 3,6km aproximadamente.

En el presente documento se desarrollará un estudio patológico para la vía conocida como “El Camino Ganadero”, la cual sirve como ruta de interconexión entre dos vías principales de la ciudad. Se analizará la variedad de patologías presentes en la capa de rodadura, originadas por esfuerzos mecánicos, agentes atmosféricos, contaminación y otras por causas indirectas como, por ejemplo: defectos de diseño o errores en la etapa constructiva.

Así mismo se evaluarán los daños actuales que presenta la superficie del pavimento flexible, de forma cualitativa y cuantitativa con base a la metodología establecida por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la metodología Pavement Condition Index (PCI); con el fin de proponer un plan de mantenimiento.

2. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

2.1 Información de zona de estudio

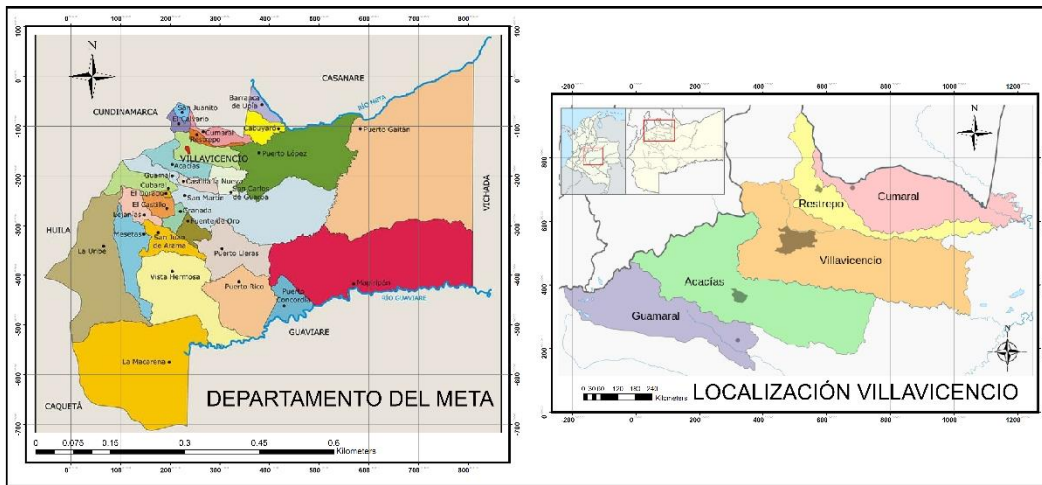


Ilustración 1. Localización del departamento del Meta y Villavicencio.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

La zona de estudio del proyecto se encuentra ubicada en la ciudad de Villavicencio departamento del Meta, el tramo a analizar recibe el nombre de “El Camino Ganadero” y comprende una longitud de 3,6 kilómetros aproximadamente, se encuentra ubicado en la calle 21 sur entre la carrera 22 con las coordenadas $4^{\circ} 6'48.50''N$; $73^{\circ}36'23.05''O$ y la intersección de la avenida los maracos que comunica la zona sur de Villavicencio coordenadas $4^{\circ} 7'28.42''N$; $73^{\circ}34'35.81''O$. La vía “El Camino Ganadero”.

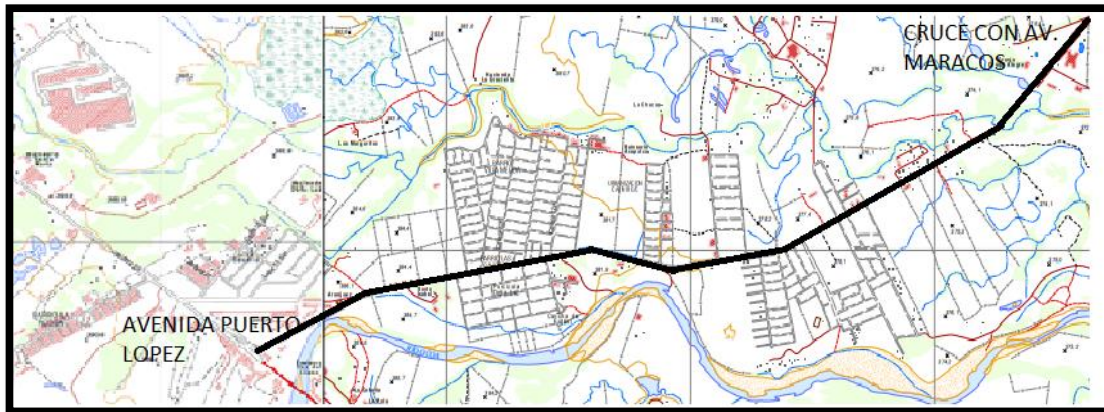


Ilustración 2. Localización de la vía objeto de estudio.
Fuente: Plancha 266 IID1,2, IGAC, 2020

La zona de estudio del proyecto se encuentra ubicada en la ciudad de Villavicencio departamento del Meta, el tramo a analizar recibe el nombre de “El Camino Ganadero” y comprende una longitud de 3,6 kilómetros aproximadamente, se encuentra ubicado en la calle 21 sur entre la carrera 22 con las coordenadas $4^{\circ} 6'48.50''N$; $73^{\circ}36'23.05''O$ y la intersección de la avenida los maracos que

comunica la zona sur de Villavicencio coordenadas 4° 7'28.42"N; 73°34'35.81"O. La vía “El Camino Ganadero”.

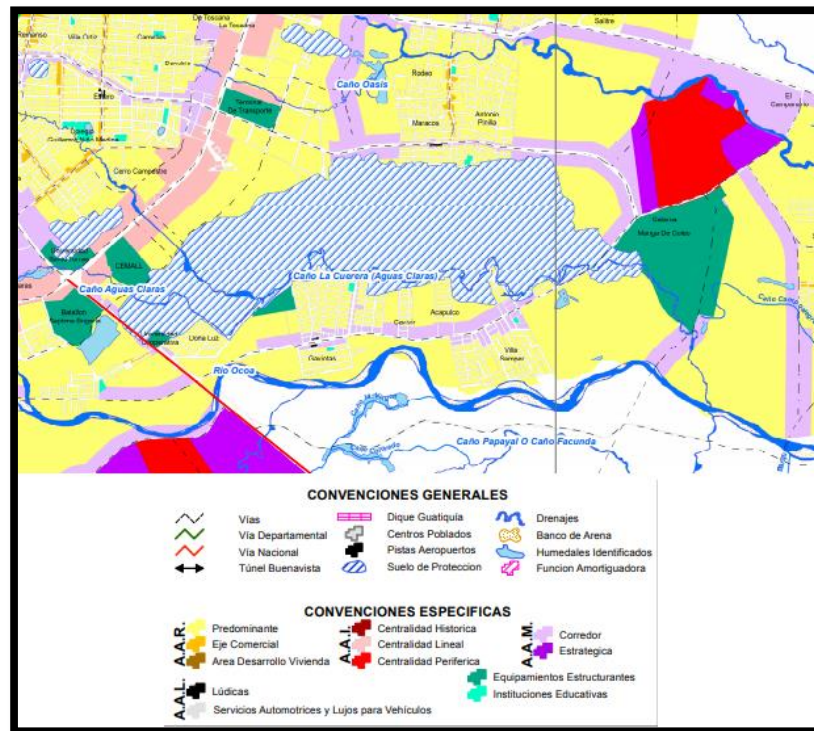


Ilustración 3. Reconocimiento del uso del suelo en la zona objeto de estudio.

Fuente: [5]

Según la clasificación del uso del suelo en el ‘Plano de categorías de las áreas de actividad suelo urbano’, encontramos un suelo predominante, lo cual significa que es un uso de suelo tipo residencial.

2.2 Registro y levantamiento de daños del pavimento flexible

El levantamiento de daños de la estructura de pavimento flexible de la calle 21 sur entre la carrera 22 y la intersección de la Avenida los Maracos que comunica la zona sur de Villavicencio se realizó empleando los formatos establecidos por el INVIAS y el manual del Pavement Condition Index (PCI), donde se muestra el registro y levantamiento de daños por ambos métodos.

2.2.1 Registro y levantamiento de daños del pavimento flexible con base a la metodología INVIAS

Se realizó una inspección visual y registro fotográfico, donde se tuvo en cuenta un abscisado para el tramo vial objeto de estudio cada 100 metros, luego, con base al formato establecido por el manual de inspección visual (INVIAS) se procede inicialmente a recorrer la vía y realizar un registro de ubicación y características de los daños presentes en la vía objeto de estudio, con sus respectivas especificaciones técnicas, las cuales son:

- Abscisas: Para el registro de daños del pavimento flexible se realizó una zonificación cada 100 metros, en donde se verificó estas abscisas con un odómetro para mayor exactitud.
- Carril: La calzada doble sentido, de dos carriles, uno en sentido este (Av. Maracos- Av. Puerto López) y el otro sentido oeste (Av. Puerto López-Av. Maracos).
- Tipo: El tipo de daño, de acuerdo con el manual de inspección visual para pavimento flexible de INVIAS.
- Severidad: Según la metodología INVIAS, la severidad está calificada con 3 niveles, Alto: A, Medio: M y Bajo: B.
- Dimensiones de los daños: Largo y ancho (m).
- Dimensiones de reparación: Largo y ancho (m).
- Foto: Se nombra la foto del respectivo daño.
- Aclaraciones: se registró detalles adicionales del pavimento.

El registro de daños se realizó por carril en forma ascendente debido a que la vía “El Camino Ganadero” es de una calzada doble sentido, por esta razón se realizan dos formatos:

- Sentido Av. Puerto López K0+000 - Av. Maracos K3+600 (Carril izquierdo).
- Sentido Av. Maracos K0+000 - Av. Puerto López K3+600 (Carril derecho).

A continuación, se observa el formato utilizado para el registro del levantamiento de daños.

 FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE 									
UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS									
MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META									
OBJETO	DIAGNÓSTICO VISUAL PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA “CAMINO GANADERO” CALLE 21 SUR ENTRE LA CARRERA 22 Y LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA LOS MARACOS QUE COMUNICA LA ZONA SUR DE VILLAVICENCIO								
TERRITORIAL	-	FECHA	21/07/2020		CONCESIÓN	-	PR	K0+000	
CÓDIGO DE LA VÍA	-	CONTRATO No	-		MITO	-	PR FINAL	K3+600	
NOMBRE DE LA VÍA	"El Camino Ganadero"		LEVANTADO POR	Duvar Martín - Camilo Gomez		INTEGRAL	-	HOJA	1 DE 1
PATOLOGÍA									
ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	TRAMO	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	DAÑO		ÁREA	FOTO	OBSERVACIONES
					LARGO	ANCHO			
K0+000			CD	N/A	100.00	3.00	300.00	1	
			FL	M	150			2	
			FIN	N/A	150	100	150	3	
			FCH	M	100	100	100	4	
			FB	M	8.00	150	9.00	5	
			PC	A	3.15	2.70	8.51	6	
K0+100		T1	FML	A	2.10	140	2.94	7	
			DC	A	0.12	0.05	0.01	8	
			FB	A	5.7	1.05	5.99	9	
K0+200		T2							

Ilustración 4. Formato para la inspección visual del pavimento flexible metodología INVIAS.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

2.2.2 Metodología del levantamiento de daños con base a la metodología INVIAS

Para la solución de la metodología INVIAS, se realizan tres tipos de análisis, como se especifica a continuación:

- Análisis total del tramo objeto de estudio.
- Análisis de los daños superficiales del tramo objeto de estudio.
- Análisis de los daños o patologías encontradas en el tramo objeto de estudio, sin incluir los daños superficiales.

2.2.2.1 Análisis total del tramo objeto de estudio.

Para esta metodología se formuló un formato para la recolección de datos, en este primer apartado esta la información general del proyecto y el nombre de los autores.

	FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE							
	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS							
	MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META							
OBJETO	DIAGNÓSTICO VISUAL PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA "CAMINO GANADERO" CALLE 21 SUR ENTRE LA CARRERA 22 Y LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA LOS MARACOS QUE COMUNICA LA ZONA SUR DE VILLAVICENCIO							
TERRITORIAL		FECHA	21/07/2020	CONCESIÓN		PR INICIAL	K0+000	
CÓDIGO DE LA VÍA		CONTRATO No		MITO INTEGRAL		PR FINAL	K3+600	
NOMBRE DE LA VÍA	"El Camino Ganadero"	LEVANTADO POR	Duvan Martín - Camilo Gomez	A.M.V.		HOJA	1	DE 1

Ilustración 5. Formato de evaluación del pavimento flexible, información general.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Para la recolección de la información necesaria para implementar la metodología INVIAS, es necesario realizar un recorrido de la vía objeto de estudio, en donde se da un punto de inicio de K0+000, en la intersección Av. Puerto López con la Av. Camino Ganadero, aun así, se tiene en cuenta que, al ser una vía doble sentido, se hace los recorridos ida y vuelta, en donde se da un K0+000 en cada punto de inicio y fin, como se explica a continuación:

- Sentido Av. Puerto López K0+000 - Av. Maracos K3+600 (Carril izquierdo).
- Sentido Av. Maracos K0+000 - Av. Puerto López K3+600 (Carril derecho).

Por esta razón se realizan dos formatos, para el carril izquierdo sentido Av. Puerto López K0+000 -Av. Maracos K3+600 y para el carril derecho sentido Av. Maracos K0+000 - Av. Puerto López K3+600. La información que se registró en los formatos fue: ubicación, características de los deterioros, dimensiones y observaciones, se especificó de la siguiente manera:

- Abscisa: se realiza un abscisado cada 100 metros.
- Tipo: se especifica el tipo de daño, de acuerdo al manual de inspección visual para pavimento flexible.
- Severidad: se determina según las características de las fallas, según el manual de inspección visual para pavimento flexible, se clasifica como B: bajo, M: Medio, A: alto.
- Dimensiones: se especifica largo y ancho (m)

- Foto: ilustración y numeración
- Descripción: se deja un espacio en caso tal de alguna aclaración.

PATOLOGIA									
ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL	TRAMO	TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	DAÑO		TOTAL	FOTO	DESCRIPCIÓN
					LARGO	ANCHO			
K0+000									
			FT	B	1.20			1	
			BCH	A	0.39	0.40	0.16	2	
	k0+100	T1							
			PCH	B	3.00	1.00	3.00	3	
			PCH	M	1.50	0.60	0.90	4	
			DSU	M	5.5	3	16.50	5	
			FB	M	1	1	1.00	6	
	k0+200	T2							

Ilustración 6. Formato de evaluación del pavimento flexible, información general.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Para no saturar de información una sola plantilla, se realiza una hoja de Excel (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) en el documento, con el número de la ilustración o foto, con su respectivo hipervínculo.



Ilustración 7. Formato de evaluación del pavimento flexible, Fotografías de los daños.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Cada fotografía representa las fallas encontradas en toda la vía objeto de estudio, cabe aclarar que en este apartado de la metodología INVIAS, se tienen en cuentas todos los daños, es decir, incluyendo los daños superficiales.

Para claridad de las siglas manejadas para cada tipo de daño, se realiza una tabla explicativa, en donde se especifica, tipo de daño, convención y como evaluar la severidad de los daños según sus dimensiones.

TIPO DE DAÑO	CONVENCIÓN	SEVERIDADES		
		BAJA	MEDIA	ALTA
FISURAS				
Fisuras longitudinales (m)	FL	Abertura < 1mm o selladas.	Abertura 1 -3 mm, sin sello, algunas fisuras leves la cruzan	Abertura > 3mm, posee alto desgaste, algunas fisuras medias las cruzan, causa vibración al vehículo
Fisuras transversales (m)	FT			
Fisuras en juntas de construcción (m)	FCL, FCT			
Reflexión de juntas de pavimentos rígidos (m)	FJL, FJT			
Fisuras en media luna (m2)	FML			
Fisuras de borde (m)	FBD			
Fisuras en bloque (m2)	FBD			
Piel de cocodrilo (m2)	PC	Los bloques se han comenzado a formar, pero no están claramente definidos y están conformados por fisuras < 1 mm o selladas, sin desgaste en ellas.	Bloques definidos por fisuras 1 - 3 mm, o sin sellante, con desgaste leve.	Bloques bien definidos por fisuras > 3 mm que presentan alto desgaste.
Fisuras por deslizamiento de capas (m2)	FDC	Serie de fisuras longitudinales paralelas con abertura de hasta 3 mm, principalmente en la huella	Las fisuras han formado bloques que tiene un ligero desgaste en los bordes.	Área con bloques sueltos de bordes desgastados, puede existir bomboeo.
Fisuración incipiente (m2)	FIN	Fisuras < 1 mm o selladas	Fisuras 1 - 3 mm, pueden existir agrietamientos alrededor con aberturas menores a 1 mm.	Fisuras > 3 mm, pueden existir agrietamientos entre las fisuras con aberturas mayores a 1 mm.

Ilustración 8. Formato de evaluación del pavimento flexible, tabla explicativa de los daños.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

2.2.2.2 DAÑOS SUPERFICIALES

Para el análisis de los daños superficiales se diseñó un formato en Excel (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) para la recopilación de los daños encontrados en la vía objeto de estudio.

	FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE						
	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS						
	MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO - META						
OBJETO	DIAGNÓSTICO VISUAL PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA "CAMINO GANADERO" CALLE 21 SUR ENTRE LA CARRERA 22 Y LA INTERSECCIÓN DE LA AVENIDA						
TERRITORIAL	FECHA	21/07/2020	CONCESIÓN	PR INICIAL	K0+000		
CÓDIGO DE LA VÍA	CONTRATO No		MITO INTEGRAL	PR FINAL	K3+600		
NOMBRE DE LA VÍA	"El Camino Ganadero"	LEVANTADO POR	Duvar Martin - Camilo Gomez	A.M.V.	HOJA	1 DE	1

Ilustración 9. Formato de evaluación del pavimento flexible para los daños superficiales, descripción del proyecto.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

ANCHO DE CALZADA (m)		6		DAÑOS SUPERFICIALES EN EL PAVIMENTO										TOTAL	% AFECTACION POR TRAMO
ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL	TRAMO	AREA TRAMO	DSU			PA			PU		CD			
				A	M	B	A	M	B	SIN GRADO DE SEVERIDAD	SIN GRADO DE SEVERIDAD				
K0+000	K0+100	T1	600									0,00	0,00%		
K0+100	K0+200	T2	600		16,50							16,50	2,75%		
K0+200	K0+300	T3	600									0,00	0,00%		
K0+300	K0+400	T4	600									0,00	0,00%		
K0+400	K0+500	T5	600									0,00	0,00%		
K0+500	K0+600	T6	600									0,00	0,00%		
K0+600	K0+700	T7	600									0,00	0,00%		
K0+700	K0+800	T8	600									0,00	0,00%		
K0+800	K0+900	T9	600									0,00	0,00%		
K0+900	K1+000	T10	600									0,00	0,00%		
K1+000	K1+100	T11	600					33,00				33,00	5,50%		
K1+100	K1+200	T12	600					34,00				34,00	5,67%		
K1+200	K1+300	T13	600						4,00			4,00	0,67%		
K1+300	K1+400	T14	600								0,20	0,20	0,03%		
K1+400	K1+500	T15	600									0,00	0,00%		
K1+500	K1+600	T16	600									0,00	0,00%		
K1+600	K1+700	T17	600									0,00	0,00%		
K1+700	K1+800	T18	600							15,00	4,00	19,00	3,17%		

Ilustración 10. Formato de evaluación del pavimento flexible para los daños superficiales.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Se realiza la descripción total de lo encontrado con respecto a los daños superficiales de la vía objeto de estudio, en donde se describe:

- Abscisa
- Tramo
- Área tramo: dado a que la vía conserva una sección tipo durante todo el tramo, el área varia muy poco
- Tipo de daño: DSU, PA, PU, CD
- Área total afectada
- Porcentaje de afectación por tramo

AREA TOTAL INSPECCIONADA (M2)	22200	AREA TOTAL AFECTADA Y PORCENTAJE DE AFECTACIÓN								205,88	0,93%
		DSU			PA			PU	CD	0,927%	
Area total afectada por severidad y por daño(m2)		0	16,5	0	0	145	4	15	25,38		
Area total afectada por daño (m2)		16,5			149			15	25,38		
Peso del daño dentro del area inspeccion según severidad(%)		0,00%	0,07%	0,00%	0,00%	0,65%	0,02%	0,07%	0,11%		
Peso total del año dentro del area inspeccionada(%)		0,07%			0,67%			0,07%	0,11%		

Ilustración 11. Formato de evaluación del pavimento flexible para los daños superficiales, resumen total de los datos evaluados para los daños superficiales.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la tabla 0.11, se realizó un resumen compacto de la cantidad de área afectada por tipo de daño superficial en todo el tramo objeto de estudio, cuya área es calculada en m2; el área total evaluada fue de 22.200 m2.

Quedo discriminado de la siguiente manera:

- **DSU:** un total de 16,5 m2 afectado, con severidad media en su totalidad, para un porcentaje de afectación del 0,07%
- **PA:** un área de afectación de 149 m2, con una severidad media y alta, en donde tiene un área de afectación con severidad alta de 4m2; para un total de área afectada de 0,67%.
- **PU:** con un área de afectación de 15m2, para un porcentaje de afectación de 0,07%, este tipo de daño no contiene ningún nivel de severidad.
- **CD:** con un área de afectación de 25,38m2, para un porcentaje de afectación de 0,11%.

Tabla 2. Formato de evaluación del pavimento flexible, compilación de porcentajes de afectación por cada daño superficial existente.

Patología	B(M2)	%	M(M2)	%	A(M2)	%
DSU	0	0.00%	16.5	0.08%	0	0.00%
PA	0	0.00%	145	0.67%	4	0.02%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 3. Formato de evaluación del pavimento flexible, compilación de porcentajes de afectación para los daños sin severidad.

Patología	DAÑO(M2)	%
PU	15	0.07%
CD	25.38	0.12%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En resumen, total, existe un área total de afectación de daños superficiales de 205,88 m2 para un porcentaje de afectación total de 0,927%.

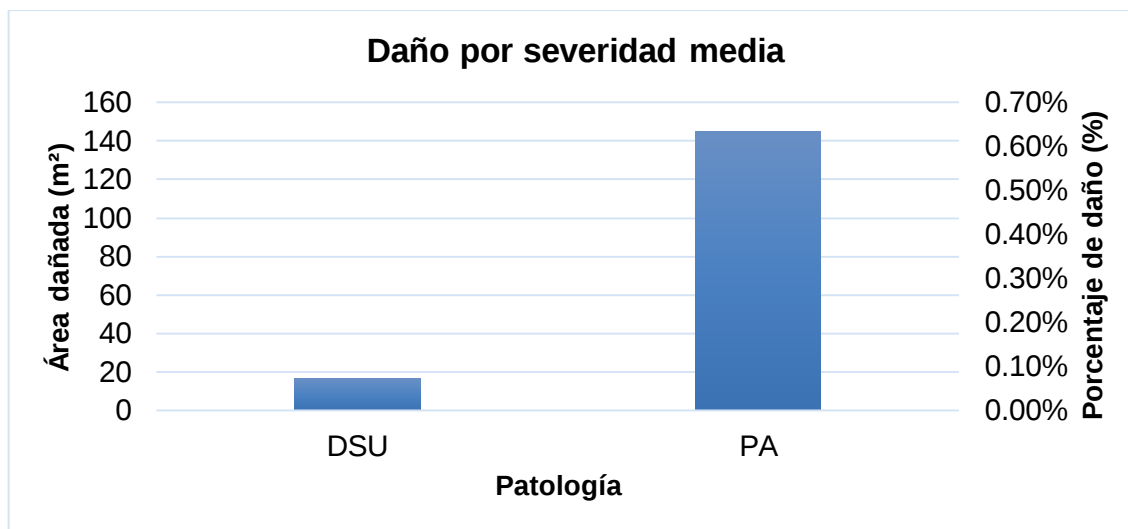
A continuación, se realizará una explicación grafica de los porcentajes de afectación por daño y totales.



Gráfica 1. área de afectación vs Porcentaje de afectación con severidad baja.

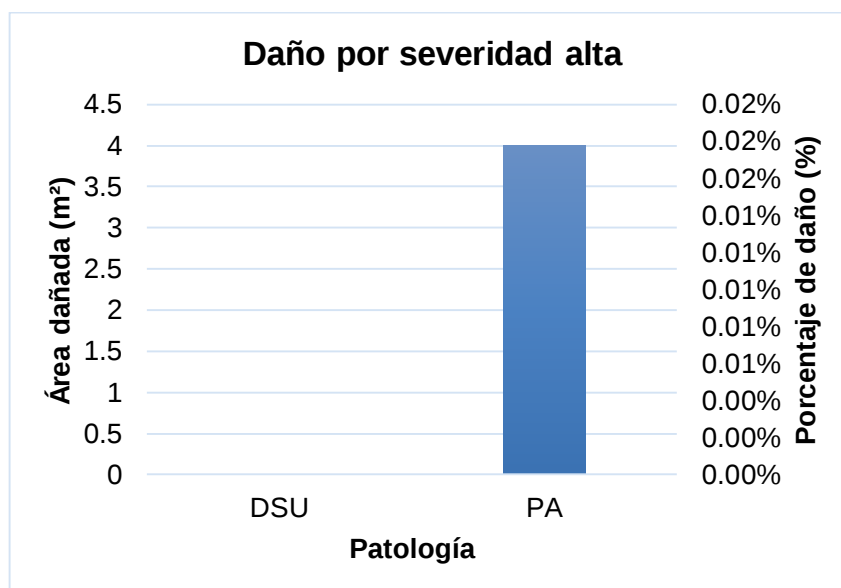
Fuente: Elaboración propia, 2020.

El resultado de esta grafica comparativa es nula, ya que, para el apartado de daños superficiales con severidad baja, no hay registro de afectación.



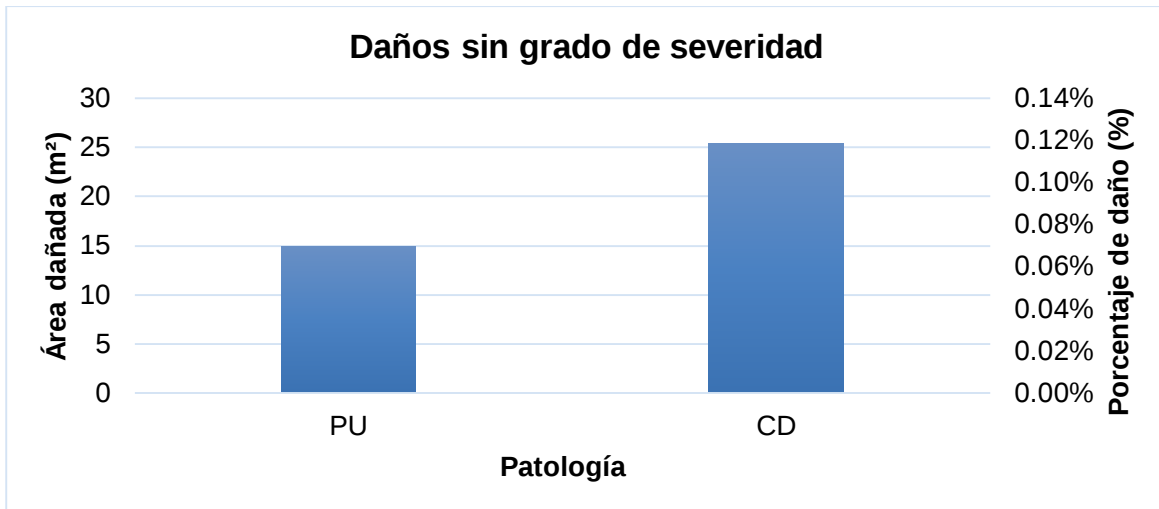
Gráfica 2. Área de afectación vs Porcentaje de afectación con severidad media.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

La patología con mayor daño superficial es PA (pérdida del agregado), con un porcentaje de 0,65% de área afectada.



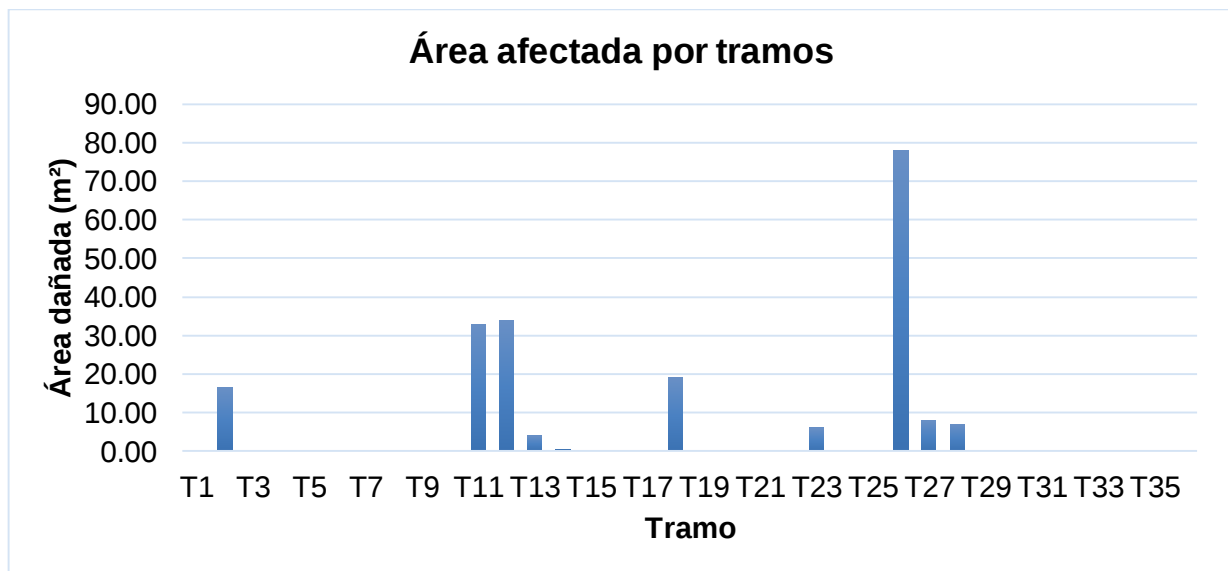
Gráfica 3. Área de afectación vs Porcentaje de afectación con severidad alta.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Se presenta un daño superficial en severidad alta de 4m2, con una patología PA.



Gráfica 4. Área de afectación vs Porcentaje de afectación en daños sin grado de severidad asociados.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Esta gráfica representa las dos patologías existentes sin grados de severidad asociados, en donde presentan un área de afectación significativo en comparación con los daños superficiales con grado de severidad asociados.



Gráfica 5. Área de afectación por tramos, daños superficiales.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

En esta grafica observamos los tramos que presentan patologías con daños superficiales, en general, se puede concluir que no son muchos los tramos con afectación de daños superficiales (Ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

2.2.2.3 DAÑOS EN LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE SIN INCLUIR LOS DAÑOS SUPERFICIALES

												
OBJETO	DIAGNÓSTICO VISUAL PARA LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA											
TERRITORIAL												
CÓDIGO DE LA VÍA												
LEVANTADO POR	Duvar Martín - Camilo Gomez											
ANCHO DE CALZADA (m)		6										
ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL	TRAMO	AREA TRAMO	FL			FT			FCT		
				B	M	A	B	M	A	B	M	A
K0+000	K0+100	T1	600				1,20					
K0+100	K0+200	T2	600									
K0+200	K0+300	T3	600		1,50	12,00						
K0+300	K0+400	T4	600			16,00			6,00			3,00
K0+400	K0+500	T5	600			10,00		2,00	9,00			
K0+500	K0+600	T6	600			5,00						3,00
K0+600	K0+700	T7	600									
K0+700	K0+800	T8	600									
K0+800	K0+900	T9	600									
K0+900	K1+000	T10	600									

Ilustración 12. Formato de evaluación del pavimento flexible sin los daños superficiales.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

En este formato desarrollado por los autores se realiza un resumen completo de los daños no superficiales encontrados en la vía objeto de estudio, en donde se realiza el resumen por cada tipo de daño, con su respectivo porcentaje de afectación, como se verá en la siguiente ilustración.



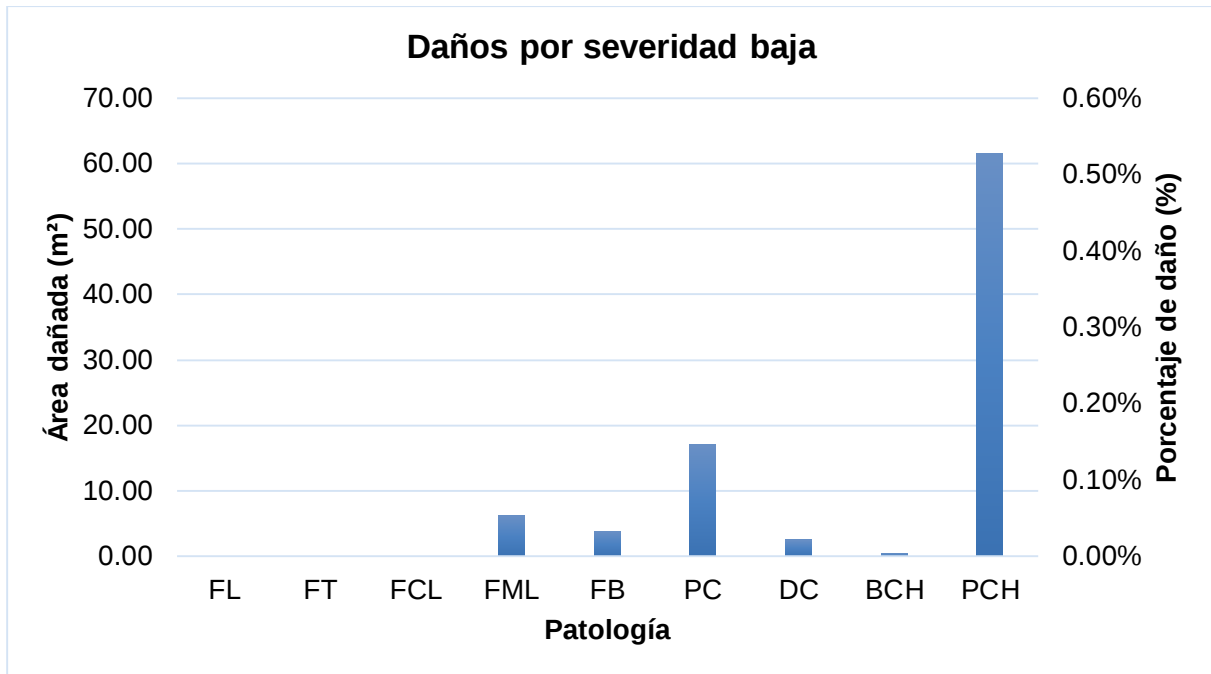
DE LA AVENIDA LOS MARACOS QUE COMUNICA LA ZONA SUR DE VILLAVICENCIO													
		CONCESIÓN					PR INICIAL			K0+000			
		MTTO INTEGRAL					PR FINAL			K3+600			
		A.M.V					HOJA	1	DE	1			
YIMIENTO													
HUND			PC			BCH			PCH			TOTAL	% AFECTACION
B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A		
								0,16				1,36	0,23%
									3,00	0,90		4,90	0,82%
								0,60				14,10	2,35%
				7,80	12,00			0,24				74,69	12,45%
												24,20	4,03%
										12,00	9,52	33,52	5,59%
					3,78							3,78	0,63%
												7,50	1,25%
					4,16					3,00		7,16	1,19%
												0,00	0,00%
												0,00	0,00%
								3,00				3,00	0,50%
												2,80	0,47%

Ilustración 13. Formato de evaluación del pavimento flexible sin los daños superficiales.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

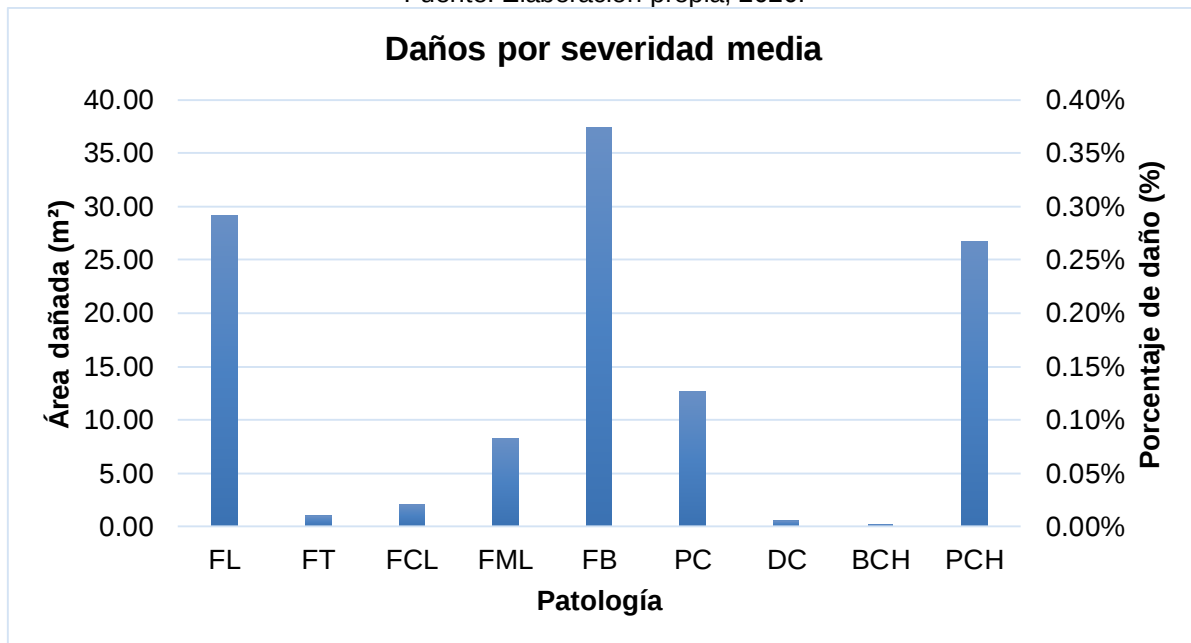
En esta parte del formato se da el resultado del porcentaje de afectación por tramo, con respecto a la sumatoria del área de daños por tramo.

Para analizar los datos correspondientes a los daños en el pavimento sin incluir los daños superficiales, se elaboraron las siguientes gráficas por severidad baja, media y alta, donde se representa el grado de afectación por cada tipo de daño.



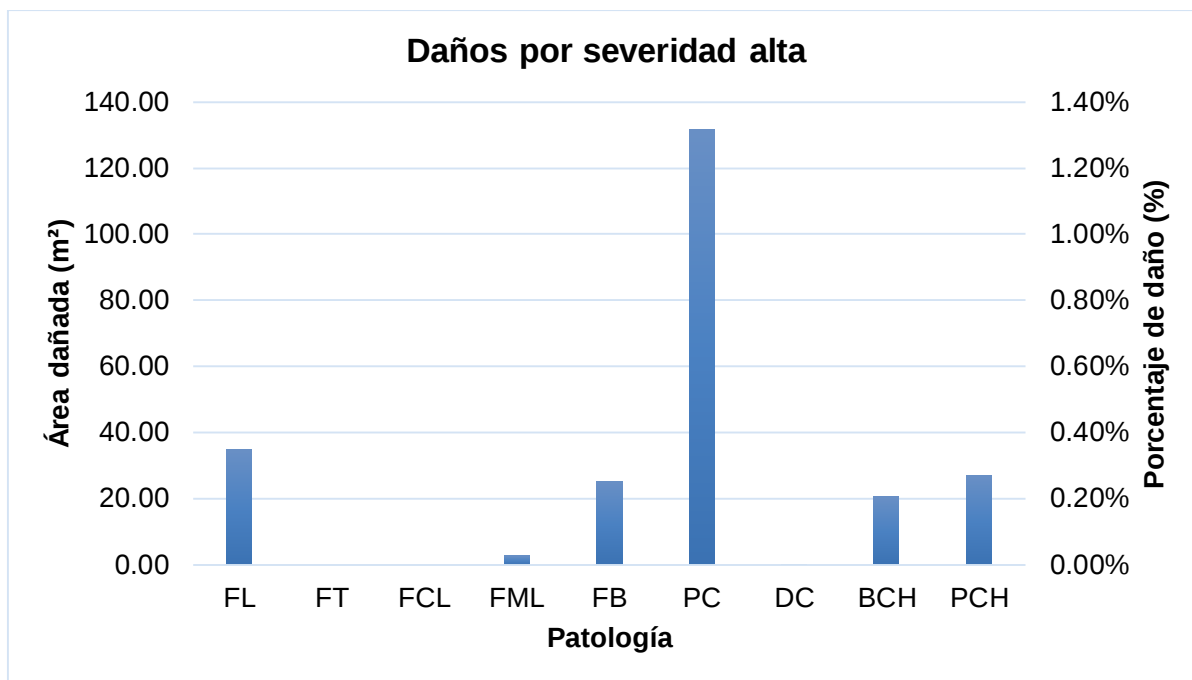
Gráfica 6. Área de afectación vs Porcentaje de afectación con severidad baja, daños en el pavimento sin incluir daños superficiales.

Fuente: Elaboración propia, 2020.



Gráfica 7. Área de afectación vs Porcentaje de afectación con severidad media, daños en el pavimento sin incluir daños superficiales.

Fuente: Elaboración propia, 2020.



Gráfica 8. Área de afectación vs Porcentaje de afectación con severidad alta, daños en el pavimento sin incluir daños superficiales.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

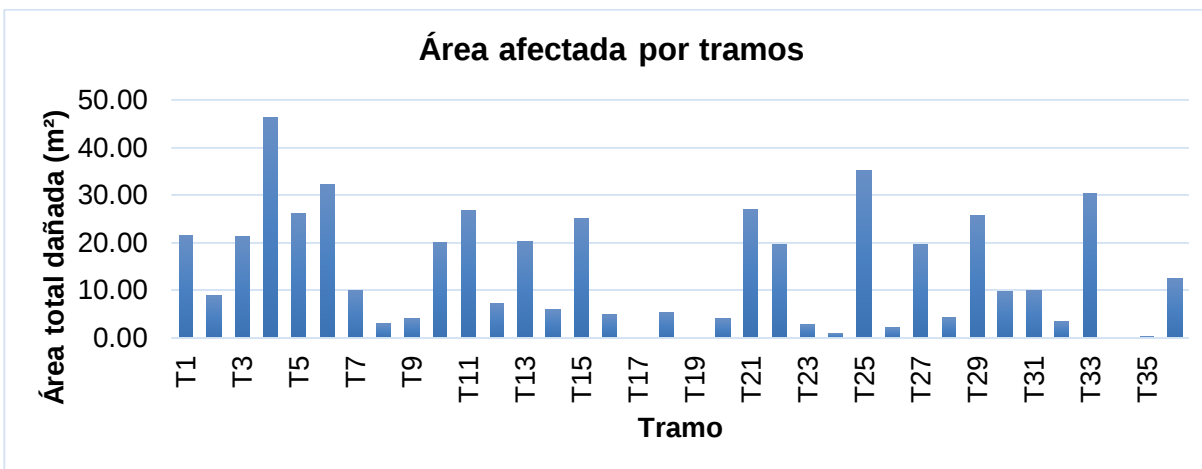


Gráfica 9. Área de afectación vs Porcentaje de afectación sin grado de severidad, daños en el pavimento sin incluir daños superficiales.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Con base a las gráficas elaboradas se puede concluir que, para severidad baja, el daño más representativo son los parches, afectando 60m² de todo el carril derecho con un porcentaje de 0.51%, para severidad

media, las fisuras en bloque predominan con un daño de 36m² para todo el carril con un porcentaje de 0.37%, de igual manera teniendo en cuenta los daños por severidad alta, encontramos un daño muy relevante como piel de cocodrilo afectando 136m², con 1,37% de afectación para todo el carril, por último encontramos daños sin grado de severidad como las fisuras incipientes, las cuales afectan un 0.40% del carril.



Gráfica 10. Área de afectación por tramos, daños en el pavimento sin incluir los daños superficiales.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

En la gráfica 10 se observa, la afectación de los tramos teniendo en cuenta los daños anteriormente mencionados, donde se puede resaltar que los tramos 4, 6, 25 y 33 son los tramos más afectados a causa de las patologías presentes en las vías.

Tabla 4. Formato de evaluación del pavimento flexible, compilación de porcentajes de afectación por cada daño en el pavimento sin incluir daños superficiales.

Patología	B(M2)	%	M(M2)	%	A(M2)	%
FL	0.00	0.00%	29.20	0.27%	34.80	0.32%
FT	0.00	0.00%	1.00	0.01%	0.00	0.00%
FCL	0.00	0.00%	2.10	0.02%	0.00	0.00%
FML	6.12	0.06%	8.28	0.08%	2.94	0.03%
FB	3.89	0.04%	37.40	0.35%	25.06	0.23%
PC	17.01	0.16%	12.64	0.12%	131.81	1.22%
DC	2.58	0.02%	0.54	0.01%	0.13	0.00%
BCH	0.42	0.00%	0.22	0.00%	20.53	0.19%
PCH	61.52	0.57%	26.78	0.25%	26.84	0.25%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 5. Formato de evaluación del pavimento flexible, compilación de porcentaje de daño sin grado de severidad en el pavimento sin incluir daños superficiales.

Patología	DAÑO	%
FIN	46.20	0.43%

Fuente: Elaboración propia, 2020.

A continuación, en las tablas 4 y 5 encontramos un resumen más detallado por cada tipo de daño su afectación en metros cuadrados y el porcentaje que afectó por carril de acuerdo a su respectiva severidad.

2.2.3 METODOLOGÍA PCI

Con la metodología PCI se determina los niveles de servicio de la vía objeto de estudio y los niveles de severidad en los daños presentes en la vía, con esta metodología se realizó un cuadro resumen de todos los tramos o unidades de muestreo con su respectivo valor o rango de evaluación PCI.

Tabla 6. Formato de evaluación del pavimento flexible metodología PCI, tabla resumen de los datos obtenidos con la metodología PCI.

	UNIDAD	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	PCI
	1	0.0 m	38.3 m	10
	2	260.9 m	299.2 m	54
	3	521.8 m	560.1 m	47
	4	782.7 m	821.0 m	67
	5	1043.6 m	1081.9 m	76
	6	1304.5 m	1342.8 m	61
	7	1565.4 m	1603.7 m	35
	8	1826.3 m	1864.6 m	86
	9	2087.3 m	2125.6 m	24
	10	2348.2 m	2386.5 m	22
	11	2609.1 m	2647.4 m	59
	12	2870.0 m	2908.3 m	62
	13	3130.9 m	3169.2 m	4
U. ADICIONAL	14	3391.8 m	3430.1 m	72

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Para un promedio del rango de evaluación del PCI corresponde a los siguientes datos:

Tabla 7. Promedio de los rangos obtenidos del PCI.

RESULTADOS FINALES	
PCIR	46.69230769
PCIA	72
N	94
A	1
PCIS	46.96155342

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 8. Estado actual de la vía través de la metodología del PCI.

RANGOS DE CALIFICACIÓN DEL PCI	
Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

ESTADO DE LA ESTRUCTURA	REGULAR
--------------------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Según los resultados obtenidos con la metodología, el estado actual de la vía objeto de estudio es MALO, esto se debe a la cantidad de fallas y patologías que presenta esta vía, los cuales pueden ser reparados, se debe implementar un plan de mantenimiento para esta vía, cuyo plan será uno de los productos académicos de este proyecto.

2.3 Plan de mantenimiento

Tabla 9. Descripción del plan de mantenimiento.

PLAN DE MANTENIMIENTO		
CONSISTE	SE BUSCA	TIPO DE MANTENIMIENTO
Es un conjunto de actividades destinadas a preservar la condición de una carretera y de sus componentes, tales como el derecho de vía, calzadas, bermas, elementos de drenaje, estructuras, túneles, dispositivos de seguridad y control de tránsito, etc., con el fin de que sigan prestando de manera efectiva el servicio para el cual fueron contruidos o dispuestos.	Estudiar los daños y proponer soluciones que ayuden con la vida útil del pavimento, dando mejor manejo a la estructura y permitiendo la comodidad de los que la transitan.	Teniendo en cuenta los daños registrados en el levantamiento de daños y con base a las metodologías INVIAS y PCI determinar el respectivo mantenimiento, si es correctivo, rutinario o preventivo.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 10. Descripción de abreviaturas de daños.

DESCRIPCION DE SIGLAS	
FL	Fisuras longitudinales (m)
FT	Fisuras transversales (m)
FCL, FCT	Fisuras en juntas de construcción (m)
FML	Fisuras en media luna (m2)
FB	Fisuras en bloque (m2)
PC	Piel de cocodrilo (m2)
FIN	Fisuración incipiente (m2)
OND	Ondulaciones (m2)
HUN	Hundimiento (m2)
AHU	Ahuellamiento (m2)
DSU	Daños superficiales (m2)
PA	Pérdida del agregado (m2)
CD	Cabezas duras (m2)
BCH	Bache o hueco (m2)
PCH	Parqueo (m2)

Fuente: Elaboración propia, 2020.

Tabla 11. Plan de mantenimiento vía "El camino Ganadero"

PLAN DE MANTENIMIENTO VÍA "EL CAMINO GANADERO"							
#	Tipo de mantenimiento	Deterioro a tratar	Severidad	Tipo de estructura	Mantenimiento correctivo	Mantenimiento Rutinario	Mantenimiento Preventivo
1	Reparación de la señalización vertical	Falta de mantenimiento a causa de daños generados por terceros, condiciones atmosféricas dado que permanecen a la intemperie (lluvia, polución, gases, entre otros).	-	Flexible	Arreglar el estado de la señalización, su forma, su color y letra. Retirar aquellos que ya no cumplan con su objeto para el cual fueron instalados.	Realizar mantenimiento de limpieza y lavado.	N/A
2	Repintado de la señalización horizontal	El constante tráfico genera desgaste en la pintura así como las condiciones atmosféricas.	-	Flexible	Aplicar la pintura reglamentaria para evitar el desgaste de la señalización en la vía y ajustar las dimensiones de las señalizaciones con base a la normativa.	Repinte de las líneas de borde y eje de las calzadas y al repiten de las marcas viales (flechas de sentido, ceda el paso, entre otras) existentes en todo el corredor vial.	N/A

3	Instalación de tachas reflectivas	El corredor vial carece de tachas reflectivas y son de gran importancia para mejorar las condiciones de seguridad en horas nocturnas a los usuarios de la vía.	-	Flexible	Instalación de tachas reflectivas mediante un lente reflectivo que permita mejorar las condiciones de seguridad a los usuarios.	Ejecutar esta actividad de manera constante a todo lo largo del corredor vial, con el objeto de ir reponiendo las tachas que por él tráfico presentan alto desprendimiento.	N/A
4	Bacheo de pavimentos asfálticos	Reemplazo de áreas de pavimento que se encuentren deterioradas en calzada y que afecten tanto a las capas asfálticas como, al menos, la base o parte de ella.	Alta y media	Flexible	Las bases y subbases existentes por remover serán reemplazadas por materiales granulares que cumplan los requisitos establecidos en el numeral 330.2 del art. 330. para base granular y numeral 320.2 del art 320.para subbase granular de las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto. Se empleará una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta de los tipos CRL-0 o CRL - 1, o un asfalto líquido MC - 30. Finalmente para la reparación del pavimento se emplearan mezclas asfálticas en caliente de gradación continua.	Verificar el estado de los baches, limpiar y sellar juntas de construcción.	Verificar el estado de los baches, limpiar y sellar juntas de construcción.

5	Reparación de parcheo	Reemplazo de áreas de pavimento que se encuentren deterioradas en calzada y que afecten exclusivamente a las capas asfálticas, encontrándose en buenas condiciones la base granular y demás capas inferiores.	Baja, Media y Alta	Flexible	Reparar mediante el uso de mezcla asfáltica en caliente de gradación continua los descascaramientos presentados en la carpeta de rodadura, que cumplan con los requisitos del art. 450 de las especificaciones generales de construcción de carreteras del Instituto.	Verificar el estado de los parches, limpiar y sellar juntas de construcción	Verificar el estado de los parches, limpiar y sellar juntas de construcción
6	Mantenimiento de drenajes	Alcantarillas	-	Flexible	Ejecutar reparaciones a que haya lugar de daños causados por terceros, como el daño de las tapas de alcantarillas.	Actividades enfocadas a mantener en condiciones adecuadas de operación como retiro de basuras, lodos en los drenajes, retiro de sedimentos, barrido.	N/A
7	Corte de vegetación y mantenimiento de zonas verdes	Exceso de vegetación, moho y maleza sobre el carril.	-	Flexible	N/A	Realizar constante actividades de podas, jardinería, fertilización y retiro de capas vegetales así como maleza saliente debido a zonas de alta humedad o empozamiento de aguas.	N/A
8	Reparación de grietas	Grietas longitudinales	Alta , media, baja	Flexible	Limpiar, arreglar y reparar las grietas con impermeabilizante u otro material dependiendo de su severidad	Reparación a su alrededor	Supervisar la reparación de las grietas y generar su debido mantenimiento si es necesario
		Grietas transversales	Alta , media, baja	Flexible			

		Grietas de esquina	Alta , media, baja	Flexible			
9	Limpieza	Tapas de sumideros	-	Flexible	N/A	Recoger, transportar y disponer todas las basuras que se encuentran en el derecho de vía y el material particulado presente en las calzadas.	N/A
		Rejillas de alcantarilla	-	Flexible			
		Material suelto	-	Flexible			
10	Reparación de fisuras	Fisuras longitudinales	Alta, media, baja	Flexible	Se realiza una limpieza de las fisuras, respectivamente se sellan las fisuras mediante el uso de emulsión asfáltica y arena a todas aquellas fisuras que se reflejan sobre la calzada.	N/A	Verificar el estado de las fisuras reparadas, e identificar nuevos daños para repararlos de inmediato.
		Fisuras transversales	Alta, media, baja	Flexible			
		Fisuras de borde	Alta, media, baja	Flexible			
11	Fresado	Fisuras en bloque	Alta, media, baja	Flexible	Molienda parcial o total de la capa de rodadura del pavimento asfáltico para corregir los perfiles longitudinales y transversales, molienda mediante la cual se remueven abultamientos, excesos de asfalto, grietas descendentes de poca profundidad y otras imperfecciones superficiales sin afectar las capas inferiores.	N/A	N/A
		Piel de cocodrilo	Alta, media, baja	Flexible			
		Parches	Alta, media, baja	Flexible			
		Fisuras en media luna	Media, Baja	Flexible			
		Fisuras incipientes	Media, Baja	Flexible			
		Descascaramientos	Alta, media, baja	Flexible			

Fuente: Elaboración propia, 2020.

PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO FLEXIBLE	
TIPO DE DETERIORO	
FISURAS (FL, FT, FCL; FCT)	
CAUSAS	
FL, FT	* Rigidización de la mezcla asfáltica por envejecimiento o por pérdida de flexibilidad debido al filler, ocurre ante temperaturas superiores a 30° o bajas temperaturas. * Reflexión de grietas de las capas inferiores generadas por juntas existentes de concreto hidráulico subyacente. * Riego de liga insuficiente o ausencia total. * Espesor insuficiente de la capa de rodadura.
FCL, FCT	* Carencia de ligante en las paredes de la junta. * Unión entre materiales de diferente rigidez. * Deficiencias de compactación en la zona de la junta. * Deficiencia en el corte vertical de las franjas construidas con anterioridad.
SOLUCION	
Sellado de fisuras: *Limpiar las fisuras con aire comprimido para remover partículas de polvo, materiales sueltos, etc. *Con una lanza de riego aplicar tan cerca como sea posible el sello de emulsion asfáltica. *Generar efecto impermeabilizante mediante la banda de sellado, esparciendola por la superficie y de esta manera garantizar la protección del sello. *Finalmente se debe dejar limpio el lugar de trabajo.	
ZONA DE AFECTACIÓN	
Tramos afectados.	T1, T3, T4, T5, T6, T12, T13, T14, T15, T17, T18, T19, T20, T21, T22, T23, T28, T34, T36

Ilustración 14. Plan de mantenimiento, parte 1.

Fuente: Elaboración propia, 2020

El plan de mantenimiento específico por tipos de daños, con su solución, las respectivas causas de estos daños y los tramos que se ven involucrados en las fallas descritas.

TIPO DE DETERIORO	
FISURAS (FML, FB, PC, FIN)	
CAUSAS	
FML	* Falla lateral del talud en zonas de terraplén. * Ausencia o falla de obras de contención de la banca. * Consolidación de los rellenos que acompañan las obras de contención.
FB	* Reflejo de grietas de contracción por materiales estabilizados utilizados como base * Es causada principalmente por la contracción del concreto asfáltico debido a la variación de la temperatura durante el día, es decir debido a los ciclos de "esfuerzo - deformación sobre la mezcla".
PC	* Espesor de estructura insuficiente. * Deformaciones de la subrasante. * Problemas de drenaje que afectan los materiales granulares. * Reparaciones mal ejecutadas, juntas mal elaboradas. * Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas.
FIN	* Precipitación durante la colocación del concreto asfáltico * Diferencia de temperatura entre la mezcla y el medio ambiente en el momento de la colocación.
SOLUCION	
Retirar carpeta asfáltica existente y revisar estado de la carpeta rígida, la cual subyace la carpeta de rodadura. Dado que la fatiga la mayoría de veces, se propaga desde la capa inferior, estas deben ser reemplazadas, desde la base granular.	
ZONA DE AFECTACIÓN	
Tramos afectados.	T2, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T13, T16, T19, T20, T21, T22, T23, T24, T27, T28, T30, T31, T32, T33, T34, T35, T36

Ilustración 15. Plan de mantenimiento, parte 2.

Fuente: Elaboración propia, 2020.

TIPO DE DETERIORO	
DEFORMACIONES (OND, HUN)	
CAUSAS	
OND	* Pérdida de estabilidad de la mezcla asfáltica. * Exceso de compactación de la carpeta asfáltica. * Exceso o mala calidad del asfalto. * Falta de curado de las mezclas en la vía. * Acción del tránsito en zonas de frenado y estacionamiento.
HUN	* Asentamientos de la subrasante. * Circulación de tránsito muy pesado. * Deficiencias de compactación de rellenos en zanjas que atraviesan la calzada. * Deficiencias de drenaje que afecta a los materiales granulares.



SOLUCION	
Parqueo y reparación de las capas afectadas: *Con una cortadora se hace un corte uniforme en la capa de rodadura afectada por el deterioro. *Se limpia la superficie con aire comprimido. *Si la base resultó afectada se debe reemplazar con los materiales granulares que cumplan los requerimientos. *Emplear una emulsión asfáltica de rotura lenta como ligante de sub base. *Para el pavimento se emplearan mezclas asfálticas en caliente que cumpla con las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS.	
ZONA DE AFECTACIÓN	
Tramos afectados.	T33, T30

Ilustración 16. Plan de mantenimiento, parte 3.
Fuente: Elaboración propia

TIPO DE DETERIORO	
DAÑOS SUPERFICIALES (DSU, PA, PU, CD)	
CAUSAS	
DSU	* Falta de adherencia del asfalto con los agregados. * Deficiente dosificación de asfalto en la mezcla. * Acción intensa del agua u otros agentes abrasivos.
PA	* Aplicación irregular del ligante en tratamientos superficiales. * Problemas de adherencia entre agregado y asfalto. Deficiencia de compactación de la carpeta asfáltica. * Endurecimiento significativo del asfalto.
PU	* Se produce por una baja resistencia o susceptibilidad de algunos agregados al pulimiento (un ejemplo de esto son las calizas).
CD	* Uso de agregados gruesos con tamaño inadecuado. * Distribución granulométrica deficiente en el rango de las arenas. * Segregación de los agregados durante su manejo en obra. * Heterogeneidad en la dureza de los agregados.
	
SOLUCION	
FRESADO: *Retirar la carpeta asfáltica afectada con una máquina cortadora, la cual tiene cuchillas que se encargan de levantar la capa deteriorada. *Emplear una emulsión asfáltica de rotura lenta como ligante de subbase. *Para el pavimento se emplearan mezclas asfálticas en caliente que cumpla con las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS.	
ZONA DE AFECTACIÓN	
Tramos afectados.	T1, T2, T3, T8, T11, T12, T13, T14, T15, T17, T18, T19, T20, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T29, T30, T31, T36

Ilustración 17. Plan de mantenimiento, parte 4.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

TIPO DE DETERIORO		
DETERIORO DE CAPAS ESTRUCTURALES (DC, BCH, PCH)		
CAUSAS		
DC	* Limpieza insuficiente previa a tratamientos superficiales. * Riego de liga deficiente. * Mezcla asfáltica muy permeable. * Espesor insuficiente de la capa de rodadura asfáltica.	
BCH	* Se presenta por la retención de aguas en zonas fisuradas que ante la acción del tránsito produce reducción de esfuerzos efectivos generando deformaciones y falla del pavimento, este deterioro se da por lo general por la evolución de otros daños como la piel de cocodrilo.	
PCH	* Procesos constructivos deficientes. * Deficiencias en las juntas. * Propagación de daños existentes en las áreas aledañas al parche. * Intervención inadecuada al solucionar el problema.	
SOLUCION		
FRESADO: *Retirar la carpeta asfáltica afectada con una máquina cortadora, la cual tiene cuchillas que se encargan de levantar la capa deteriorada. *Emplear una emulsión asfáltica de rotura lenta como ligante de subbase. *Para el pavimento se emplearan mezclas asfálticas en caliente que cumpla con las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS.		
ZONA DE AFECTACIÓN		
Tramos afectados.	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T16, T19, T21, T22, T23, T24, T25, T26, T27, T28, T29, T30, T31, T32, T33, T34, T35, T36	

Ilustración 18. Plan de mantenimiento, parte 5.
Fuente: Elaboración propia, 2020.

Este plan de mantenimiento consiste en un conjunto de actividades destinadas a preservar la condición de una carretera y de sus componentes, tales como el derecho de vía, calzadas, bermas, elementos de drenaje, estructuras, túneles, dispositivos de seguridad y control de tránsito, etc., con el fin de que sigan prestando de manera efectiva el servicio para el cual fueron contruidos o dispuestos.

Con este proyecto se busca estudiar los daños y proponer soluciones que ayuden con la vida útil del pavimento, dando mejor manejo a la estructura y permitiendo la comodidad de los que la transitan.

Con todo este resumen de fallas teniendo en cuenta los daños registrados en el levantamiento de daños y con base a las metodologías INVIAS y PCI determinar el respectivo mantenimiento, si es correctivo, rutinario o preventivo.

3. RESULTADOS

Una vez realizado el levantamiento de daños y procesar toda la información teniendo en cuenta la metodología INVIAS, se identificaron 4 tramos con afectaciones en severidad media y alta en cada sentido de la vía.

Las patologías con mayor área de afectación total de la vía objeto de estudio, se relacionan a continuación:

Carril derecho sentido Av. Maracos- Av. Puerto López

- PCH= 0.18% Severidad media
- FL= 0.08% Severidad media
- PC= 1.40% Severidad alta
- FL=0.20% Severidad alta

Carril Izquierdo sentido Av. Maracos- Av. Puerto López

- FB= 0.38% Severidad media
- PCH= 0.28% severidad media
- FL= 0.29% severidad media
- PC= 1.30% severidad alta
- FL=0.30% severidad alta
- PCH= 0.25% severidad alta

Siendo la piel de cocodrilo, PC, el daño más predominante en la vía, se afirma que la estructura de pavimento ha llegado al fin de su vida útil, puesto que esto indica que el pavimento ya no tiene capacidad estructural para sostener las cargas de tránsito.

A través de la metodología PCI se identificó el rango de calificación correspondiente al estado actual de la vía objeto de estudio, como MALO con un valor de 46.96, este valor esta dado a la cantidad de patologías presentes en la vía.

Por lo anterior, se puede inferir que esta calzada se le debe realizar un mantenimiento correctivo en la mayoría de sus tramos para su conservación y optimo servicio.

4. CONCLUSIONES

El carril con mayor afectación de daños es el derecho, en el sentido Av. Maracos-Av. Puerto López, siendo la piel de cocodrilo la patología más predominante a lo largo del tramo objeto de estudio.

Los resultados obtenidos a través de cada metodología nos indica de manera cuantitativa las afectaciones presentes en la vía, de esta manera se concluye que el estado de la calzada es REGULAR.

Las alternativas que se proponen en el plan de mantenimiento son actividades que pretenden recuperar y conservar la estructura de pavimento que existe, actividades como el fresado, donde se retira la carpeta asfáltica y se vuelve a extender material y compactar para dar un sellado a la estructura y así evitar el ingreso de agua a las capas granulares, para que de esta manera no se presenten fallos al interior de la estructura.

El plan de mantenimiento propuesto tiene como fin dar una serie de actividades las cuales buscan realizar una corrección total a las patologías presentes en la estructura, actividades preventivas para que de esta manera se evite la presencia de fallas en la carpeta asfáltica y demás estructura y un plan de mantenimiento rutinario para hacer su adecuada limpieza y corrección de fallas constructivas que puedan observarse a través del tiempo de uso.

Bibliografía

- [1] A. M. Fonseca, Ingeniería de pavimentos para carreteras, Bogotá: Montejo Fonseca Alfonso, 1997.
- [2] I. N. D. V. (INVIAS), «Red Vial Nacional,» 22 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.invias.gov.co/index.php/red-vial-nacional>. [Último acceso: 23 Enero 2020].
- [3] R. Sarmiento y D. Lisbeth, «Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia - Tenjo en la sabana de Bogotá,» Bogotá D.C., 2017.
- [4] Nacional, Universidad, «Formulación del Plan de Movilidad para el Municipio de Villavicencio,» Bogota D.C, 2013.
- [5] A. d. Villavicencio, «Plano de categorías de las áreas de actividad suelo urbano,» 2015.