

**EVALUACIÓN DE DETERIORO EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE,
REPORTE DE CASO: DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE
CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA
VIRGEN**

NIXON SEPÚLVEDA ARÉVALO

Id: 222219

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2019

**EVALUACIÓN DE DETERIORO EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE,
REPORTE DE CASO: DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE
CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA
VIRGEN**

NIXON SEPÚLVEDA ARÉVALO

Id: 222219

Director(a) Académico

NORMA CRISTINA SOLARTE VANEGAS

Ingeniero(a) Civil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2019

Nota de Aceptación

Firma Presidente del Jurado

Firma Jurado N°1

Firma Jurado N°2

Bucaramanga, 13 de agosto de 2019

DEDICATORIA

A Dios por enseñarme que en la vida no todo es fácil, se pasa por momentos difíciles, los cuales no hacen sentir desfallecer, pero siempre existirán pilares y fuerzas de muchas personas que Él nos coloca en el camino para hacer que con el tiempo sea cada vez mejor y lograr así avanzar hacia lo que quiero ser.

A mi madre que a pesar de no tener la ayuda de mi padre me logro sacar adelante desde muy pequeño haciendo esfuerzos, reemplazando el padre que nunca tuve siempre será de gran respeto y admiración para mí, ya que gracias a ella nunca me hizo falta nada y por eso estoy donde estoy ahora, disfrutando de este hermoso e inalcanzable y muy especial momento.

A mi abuelo que falleció hace varios años, a quien consideraba mi verdadero padre junto con mis otros dos tíos. La vida me premió por falta de un padre, me dio 3 que fueron de gran apoyo para mí.

A mi tío Freddy, que lamentablemente hoy no me acompaña, falleció hace dos años, en los comienzos de mí carrera fue alguien a quien siempre tuve admiración y respeto, desde mi llegada a Bucaramanga siempre estuvo colaborándome en lo que yo necesitaba.

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo darle gracias a Dios por permitirme llegar hasta este punto y darme fuerzas para continuar, y no desfallecer en los momentos más difíciles de mi vida a mi Abuela que más que una ayuda ha sido inspiración para ser cada día mejor persona a mi madre que ha sido Madre y padre a la vez a mi tía Marelvy que ha sido como una madre para mí a mi tío Albeiro por reemplazar el padre que nunca tuve a mi tío Freddy que aunque este en el cielo fue de gran apoyo para mí desde que llegue a Bucaramanga a mis primos y a mis primas a toda mi familia y a mi novia que estuvo conmigo en los dos últimos años de mi carrera a mis amigos más especiales que durante toda la carrera fueron de gran ayuda para este proceso desde que llegue a Bucaramanga en quien encontré las fuerzas para seguir adelante.

Finalmente, gracias a la Universidad, a la ingeniera Norma por ser quien me guio en este proyecto de grado y también a todo el cuerpo de profesores, que de una u otra manera dedicaron sus enseñanzas, y conocimientos al enriquecimiento del ser personal y profesional.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN.....	16
1. OBJETIVOS	18
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1 PAVIMENTOS.....	19
2.2 DETERIOROS Y FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES.....	22
2.3 CARACTERÍSTICAS Y ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN VÍAS TERCIARIAS	32
2.4 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO	37
2.4.1 Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés, Pavement Condition Index)	37
2.4.2 Pavement Condition Rating (PCR).....	38
2.4.3 Inspección visual de daños en carreteras (VIZIR).....	39
2.4.4 Evaluación superficial y rango de pavimentos (PASER, por sus siglas en inglés, Pavement Surface Evaluation and Rating)	41
2.4.5 Metodología del Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAL).....	42
2.4.6 Strategic Highway Research Program (SHRP)	42
2.4.7 Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes (DNIT).....	43
2.4.8 Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado	43
2.4.9 Jabatan Kerja Raya (JKR)	43
2.4.10 Programa de asistencia técnica en transporte urbano.....	39
3. ESTADO DEL ARTE	48
4. METODOLOGÍA	51
4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	51
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	51

4.3 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	51
4.4 FUENTES DE INFORMACIÓN	51
4.5 PROCEDIMIENTO.....	52
5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA VIZIR EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA AVENIDAD FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS, CARRERA 10 Y CALLE 7 DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER.....	54
5.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO PILOTO.....	55
5.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: IDENTIFICACIÓN DE LOS DAÑOS Y ANÁLISIS DE LAS CONSECUENCIAS	59
5.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 2: ESTANDARIZACIÓN DE SOLUCIONES U OBRAS DE REHABILITACIÓN Y/O MANTENIMIENTO DE LA VÍA.....	106
5.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 3: PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO DE REHABILITACIÓN Y/O MANTENIMIENTO	110
5.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 4: PRESUPUESTO	124
6. OBSERVACIONES	129
CONCLUSIONES	130
BIBLIOGRAFÍA.....	131
APÉNDICES	138

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Estructura pavimento flexible	20
Figura 2. Elementos de sección transversal de vía terciaria	33
Figura 3. Fases y actividades para el diseño geométrico del mejoramiento	35
Figura 4. Escala de condición de pavimento (PCR)	39
Figura 5. Procedimiento del trabajo	54
Figura 6. Ubicación del sector objeto de estudio, Avenida Francisco Fernández de Contreras, desde la Calle 7 a la Carrera 10, Ocaña – Norte de Santander	55
Figura 7. Perfil de elevación	56
Figura 8. Accidentalidad	58
Figura 9. Vía objeto de estudio	59

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Tipos de fallas comunes en pavimentos flexibles	24
Tabla 2. Escala de evaluación de la condición del pavimento, método PCI	37
Tabla 3. Acción de intervención para la carpeta asfáltica	38
Tabla 4. Índice de deterioro superficial (Is)	40
Tabla 5. Determinación del índice de deterioro superficial	40
Tabla 6. Algoritmo para elegir la estrategia de acción	45
Tabla 7. Relación del índice de estado con la categoría de acción	46
Tabla 8. Fases del proyecto	53
Tabla 9. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+000)	60
Tabla 10. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+070)	61
Tabla 11. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+120)	62
Tabla 12. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+175)	63
Tabla 13. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+280)	64
Tabla 14. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+950)	66

Tabla 15. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+358.58)	68
Tabla 16. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+370)	70
Tabla 17. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+450)	70
Tabla 18. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+500)	71
Tabla 19. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+510)	73
Tabla 20. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+537)	75
Tabla 21. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+550)	77
Tabla 22. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+570)	78
Tabla 23. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+610)	79
Tabla 24. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+650)	80
Tabla 25. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+680)	81

Tabla 26. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+700)	82
Tabla 27. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+724)	83
Tabla 28. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+750)	84
Tabla 29. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+810)	85
Tabla 30. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+853)	86
Tabla 31. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+907)	87
Tabla 32. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 1+090)	89
Tabla 33. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 1+170)	90
Tabla 34. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 1+180)	92
Tabla 35. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+405)	93
Tabla 36. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+420)	95

Tabla 37. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+450)	96
Tabla 38. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 1+950)	98
Tabla 39. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 2+240)	99
Tabla 40. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 2+270)	101
Tabla 41. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 2+380)	102
Tabla 42. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 2+397)	104
Tabla 43. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 2+446)	104
Tabla 44. Inventario de fallas	110
Tabla 45. Unidades de medida y área total de daños a intervenir	123
Tabla 46. Corte y Demolición de Pavimento rígido existente	124
Tabla 47. Excavación para reparación de pavimento asfáltico existente	125
Tabla 48. Suministro e Instalación de Base Granular e=0,15m	125
Tabla 49. Suministro e Instalación de Sub base Granular e=0,10 m.	126
Tabla 50. Riego de imprimación con emulsión asfáltica	126
Tabla 51. Sello de Arena-asfalto con emulsión CRR-2	127
Tabla 52. Retiro de Escombros	128

LISTA DE APÉNDICES

	pág.
Apéndice A. Formato para el procesamiento de la información recopilada	138

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: EVALUACIÓN DE DETERIORO EN UN PAVIMENTO FLEXIBLE, REPORTE DE CASO: DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN

AUTOR(ES): NIXON SEPULVEDA AREVALO

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): NORMA CRISTINA SOLARTE VANEGAS

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar el deterioro en un pavimento flexible en la vía Avenida Francisco Fernández de Contreras, desde la Calle 7 hasta la Carrera 10 vía Agua de la Virgen del municipio de Ocaña, Norte de Santander, a fin de proponer actividades de rehabilitación o mantenimiento de esta, teniendo en cuenta los resultados encontrados en la inspección visual. Se realizó trabajo de campo en el cual se realizó auscultación visual y toma de medidas, así como registro fotográfico de los deterioros identificados, información que sirvió de base para el cálculo del Índice de deterioro (Is), datos que fueron complementados con conteo vehicular y antecedentes de la vía, así como reportes de tránsito. Los resultados permiten observar los daños en el tramo tomado como muestra, encontrándose que esta se encuentra en un 8,05% en mal estado, los cuales requieren de reparación y mantenimiento. Se plantea para dicha intervención un presupuesto de obra de reparación y mantenimiento, tomando como referente teórico los manuales expedidos por el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS).

PALABRAS CLAVE:

Pavimento flexible, metodología VIZIR, deterioro, carpeta asfáltica, inspección visual

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: EVALUATION OF DETERIORATION IN A FLEXIBLE PAVEMENT, CASE REPORT: FROM FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS AVENUE, 7 STREET UNTIL CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN

AUTHOR(S): NIXON SEPULVEDA AREVALO

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: NORMA CRISTINA SOLARTE VANEGAS

ABSTRACT

The main objective of this work is to evaluate the deterioration of a flexible pavement on the Francisco Fernández de Contreras Avenue, from Calle 7 to Carrera 10 via Agua de la Virgen in the municipality of Ocaña, Norte de Santander, in order to propose activities of rehabilitation or maintenance of this, taking into account the results found in the visual inspection. Field work was carried out in which visual auscultation and measurements were taken, as well as photographic record of the identified deteriorations, information that served as the basis for the calculation of the Index of deterioration (Is), data that were complemented with vehicle counting and track history, as well as traffic reports. The results allow us to observe the damage in the section taken as a sample, finding that it is at 8.05% in poor condition, which require repair and maintenance. A repair and maintenance work budget is proposed for this intervention, taking as a theoretical reference the manuals issued by the National Roads Institute (INVÍAS).

KEYWORDS:

Flexible pavement, VIZIR methodology, deterioration, asphalt folder, visual inspection

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

Las carreteras son un medio relevante para el desarrollo y crecimiento de las naciones, las cuales conectan grandes centros urbanos con pequeñas localidades rurales lo cual permite el crecimiento de las regiones y de sus pobladores, quienes pueden obtener una mejor calidad de vida. Sumado a este progreso, se encuentra el incremento del parque automotor en Colombia, el comercio, el turismo, entre otras actividades que conllevan a mayor uso de las diferentes vías principales y alternativas por el alto flujo vehicular.

Por otro lado, se encuentra los efectos del cambio climático que genera tiempos más cortos o prolongados de lluvias, que traen consigo deslizamientos, derrumbes, o épocas de sequía (que generan altas temperaturas), y que también pueden representar mayor desgaste del pavimento, así como el uso de vehículos que sobrepasan la carga que puede soportar la misma, la frecuencia de frenado y arranque en la vía conduce a la pérdida de la carpeta asfáltica lo que puede acarrear accidentes y lesiones para los usuarios de las vías.

La Avenida Francisco Fernández de Contreras sirve como vía de conexión al comercio de la región, así como a sitios turísticos, entre ellos el santuario del Agua de la Virgen, reconocido Monumento Nacional y cerca al municipio de Ocaña, el cual es muy frecuentado, siendo esta localidad una importante fuente de ingresos para la región, así como de conexión entre la región nororiental y la costa Caribe. Siendo una vía importante para el municipio y en general para el departamento, se encuentra un alto flujo vehicular e incremento en el número de accidentes. (La Opinión, 2018)

Desde esta perspectiva, es necesaria la inspección visual de la vía a fin de determinar si existen posibles daños en la superficie que afecten el tránsito normal

y se generen accidentes por el estado de la misma. Por tal razón, se desarrolla una metodología de tipo Investigación Aplicada, por cuanto a través del levantamiento del inventario de deterioros se puede determinar las causas y efectos, información que sirve para el diseño de obras de rehabilitación o mantenimiento, siguiendo los lineamientos desarrollados por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS).

En tal sentido, la Ingeniería Civil provee igualmente una serie de conocimientos para el levantamiento de la información, como para la aplicación de metodologías para la inspección no destructiva del pavimento, métodos de cálculos a realizar para conocer el actual estado y qué materiales o actividades son necesarias para el mantenimiento o rehabilitación de la vía.

Por lo anterior, el presente proyecto se desarrolla en seis (6) capítulos que comprenden los objetivos del trabajo en primer lugar; posteriormente se presentan las teorías que sustentan el proyecto en el marco teórico; el tercer capítulo comprende el Estado del Arte, el cuarto capítulo contiene la metodología empleada; en el capítulo quinto se encuentra el desarrollo de los objetivos específicos, los cuales refieren la ejecución de las actividades de inspección visual, procesamiento de la información, propuesta de intervención y el presupuesto para la misma; por último, se exponen las conclusiones del proyecto, la bibliografía y los anexos.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar los daños que presenta el pavimento flexible mediante la metodología de la auscultación visual de la vía, tomando como tramo piloto 2.5 km en la avenida Francisco Fernández de contreras calle 7 hasta la carrera 10 vía terciaria nacional, Ocaña agua de la virgen del Municipio de Ocaña, Norte de Santander.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las consecuencias de los daños detectados, así como también determinar las acciones preventivas que se deben realizar a futuro.
- Estandarizar soluciones u obras de rehabilitación y/o mantenimiento de la vía con los resultados del estudio.
- Proponer estructuras de pavimento de rehabilitación y/o mantenimiento de la vía en estudio a nivel de prefactibilidad.
- Realizar un presupuesto para la rehabilitación de la vía de acuerdo a la afectación detectada.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 PAVIMENTOS

“En la literatura estudiada se encuentran dos tipos comunes de pavimento: flexible y rígido, de los cuales se derivan otras clasificaciones: semirrígido o semiflexible” (Londoño & Monterroza, 2007), de concreto u hormigón, entre otros, variantes que se presentan de acuerdo al material empleado y serviciabilidad del mismo. (Thenoux & Gaete, 1995)

Estas clasificaciones se encuentran enmarcadas dentro del proceso de ejecución del proyecto, pues se reconstruirá el pavimento flexible en el tramo piloto 2.5 km en la avenida Francisco Fernández de Contreras, por lo cual se debe revisar la teoría con respecto al tema que se va a desarrollar durante el desarrollo del proyecto.

De acuerdo a Montejo (1998), un pavimento está compuesto por una combinación de capas superpuestas, construidas con material compactado, dispuestas en forma horizontal entre la carpeta asfáltica y la Subrasante (obtenida a partir del movimiento de tierras), de modo que transmitan los esfuerzos a esta última, la cual proporciona una superficie adecuada para el rodamiento uniforme, resistente a las cargas repetitivas del tránsito, la intemperie y a otros factores, de modo que perdure durante el tiempo para el cual fue diseñado. (Saucedo, 2012)

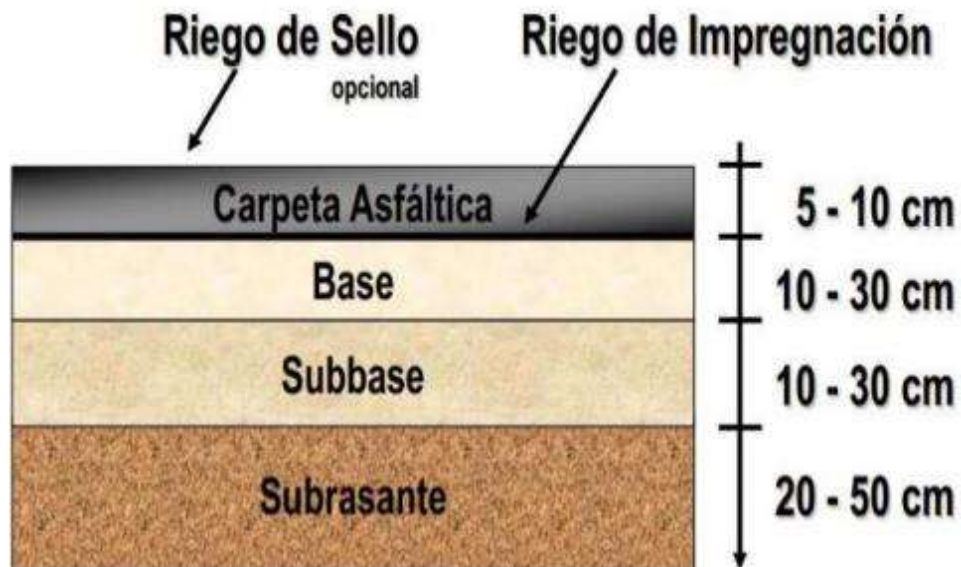
Para el cumplimiento de esta función, los pavimentos deben caracterizarse por su durabilidad, resistencia, textura, color, superficie y ruido de rodadura, todos ellos con el fin de mantener su estructura, resistiendo también el efecto rugoso de los neumáticos de los vehículos. La superficie debe presentar una regularidad transversal y longitudinal que permita el tránsito a velocidades adecuadas y con el menor ruido posible; por otro lado, su aspecto debe proveer seguridad evitando reflejos y deslumbramientos; y lo más importante, es la economía en el proceso,

materiales, diseño y construcción.

Para dar cumplimiento con la obra de pavimentación es importante reconocer la caracterización e evidenciar la durabilidad y resistencia del mismo para evitar futuros daños y hundimientos en la vía que afecten el normal tránsito de vehículos y peatones, además de ello se pretende realizar este tipo de estructuras con los mejores estándares de calidad, pero teniendo en cuenta que sea económico en cuanto a los procesos y sus materiales utilizados.

- **Pavimento flexible.** Es aquel pavimento que distribuye la carga de tránsito hacia la subbase, generalmente se halla constituido por tres capas: Base, subbase y carpeta asfáltica, dispuestas de forma horizontal sobre la subrasante, la cual está debidamente preparada y compactada sobre la superficie de tierra, de modo que se evite el filtrado de agua hacia la superficie. La principal ventaja es su economía, sin embargo, tienden a sufrir con mayor frecuencia deformaciones.

Figura 1. Estructura pavimento flexible



Fuente: Ramírez, F. (2012). Pavimentos flexibles y rígidos. Recuperado de <https://es.slideshare.net/nievesiita/pavimento-flexible-y-rigido>

Como se puede apreciar en la figura anterior, la estructura del pavimento flexible está compuesta por las siguientes capas:

- **Carpeta asfáltica**, compuesta de un material visco elástico que le da flexibilidad y funcionalidad, a la vez que evita el filtrado de agua de la superficie hacia las capas inferiores, adaptándose mejor a los cambios climáticos, es altamente deformable. (Forero, 2012)
- **Base**, formada de material granular, esta capa es la que requiere mayor estabilización para resistir las cargas de tránsito y evitar así la deformación, ya que es esta la que mayor esfuerzo recibe, por lo que es recomendable evitar la compactación de los materiales en esta.
- **Subbase**, formada por suelo granular y materiales finos en mayor proporción, tiene como finalidad resistir las cargas y transmitir las a la terracería, también sirve como filtro que protege a la capa Subrasante. Dependiendo del tipo y calidad del material utilizado en esta capa, dependerá el espesor de la carpeta asfáltica.
- **Subrasante**, hace referencia al suelo adecuado y compactado, superpuesto sobre el terraplén o terracería (sirve para dar altura para las obras de drenaje), y bajo este el suelo natural o de cimentación.

Este tipo de pavimento tiene una vida de utilidad de 10 a 15 años, por lo que se precisa de un mantenimiento constante ya que suelen presentarse agrietamientos y reparación de huellas debido a la temperatura, intemperie, al tratamiento frecuente de selladores y recubrimientos superficiales, y a la poca resistencia a los altos niveles de tráfico y a la presión de neumáticos. (Miranda, 2010)

Al realizar dichos trabajos de ejecución se debe prever su durabilidad de la obra, ya que en un tiempo determinado aparecen las deformaciones y agrietamientos debido

a condiciones climáticas y tráfico pesado que transite sobre dicho tramo, por lo cual se establecen tiempos para llevar a cabo obras de mantenimiento y prevención de los mismos.

En tal sentido, Saucedo (2012) expone que es necesario tener en cuenta en el diseño de pavimentos flexibles los siguientes aspectos:

- Resistencia estructural, respecto a los esfuerzos presentados.
 - Deformabilidad, da cuenta de la funcionalidad del pavimento, por lo que debe mantenerse en límites razonables, ya que deformaciones excesivas producen fallas. (Garnica, Gómez, & Sesma, 2002)
 - Durabilidad
 - Costo
 - Requerimientos de conservación
 - Comodidad.
-
- **Pavimento rígido.** Se halla comprendido una o varias capas de hormigón, delgadas, puestas sobre una base y Subbase granular, estas distribuyen la carga de forma lateral en la carpa asfáltica, es decir que los esfuerzos son dirigidos a esta y no a las inferiores como sí sucede en los pavimentos flexibles. Una desventaja de este tipo de pavimentos es su alto costo.

2.2 DETERIOROS Y FALLAS EN PAVIMENTOS FLEXIBLES

“Las grietas son las causas más frecuentes por las que se presentan otro tipo de deterioros y fallas en el pavimento flexible” (Porrás Díaz, Castañeda Pinzón, Sanabria Echeverry, & Medina Pérez, 2012), “los cuales son típicamente fisuras y grietas, deterioro superficial y otros deterioros de las bermas y pavimento; mientras que en los rígidos son las grietas en juntas, deterioros varios como baches, desintegración, fisuras; y grietas, entre otros como pérdida de finos y fragmentación

múltiple las que suelen ser frecuentes” (Miranda, 2010). A continuación, se describen los diferentes tipos de deterioro presentados en el pavimento flexible, objeto de estudio en el presente caso.

Heredia y Asociados (s.f.) exponen que las fallas típicas en pavimentos flexibles son las fisuras como piel de cocodrilo que pueden presentar posteriores hundimientos y agrietamientos, falla que puede llegar a un estado crítico del pavimento debido a las filtraciones de agua; la segunda falla son los hundimientos con presencia de bacheos debido a la ausencia de componentes compresibles, o bien a sobrecargas: grietas tipo piel de cocodrilo con hundimientos y desplazamientos laterales del pavimento, estas últimas se deben a la excesiva plasticidad de los componentes.

“En Guatemala, al igual que en Colombia, la clasificación de las fallas en pavimento flexible se encuentra dividida en cinco grupos: Fisuras, deformaciones, pérdida de la capa de la estructura, daños superficiales y otros daños”. (Lemus Nájera, 2010)

Tabla 1. Tipos de fallas comunes en pavimentos flexibles

Tipo de falla	Descripción	Causa	Severidad			Evoluciona a	
			Baja	Media	Alta		
FISURAS	Fisura longitudinal y transversal (FL, FT)	Discontinuidad en la carpeta asfáltica en la misma dirección de tránsito o transversal a este.	Rigidez y envejecimiento en asfalto Reflexión en capas inferiores. Fatiga de estructura, riego de liga insuficiente, espesor insuficiente capa de rodadura.	<1mm	>1<3	>3mm	Piel de cocodrilo, desintegración, descascamientos, asentamientos longitudinales o transversales, fisuras en bloque. (INVÍAS, 2006)
	Fisuras en juntas de construcción (FCL, FCT)	Mala ejecución en juntas coincide con ancho de calzado, y unión entre dos etapas de colocación	Ausencia de ligante, deficiencias en compactación y en corte vertical, rigidez entre materiales	<1mm	>1<3	>3mm	Pérdida de agregado, descascamientos, asentamientos longitudinales o transversales, piel de cocodrilo, desportillamientos (INVÍAS, 2006)
	Fisura por reflexión de juntas o grietas en placas de concreto (FJL o FJT)	Capa de concreto asfáltico sobre concreto rígido, las cuales se proyectan en superficie de las juntas con patrón regular, o irregular	Movimientos de las juntas entre las placas	<1mm	>1<3	>3mm	Fisuras en bloque, descascamientos, baches

Tipo de falla		Descripción	Causa	Severidad			Evoluciona a
	Fisuras en medialuna (FML)	Tienen forma parabólica, suele aparecer hundimiento.	Inestabilidad por desecación: Falla de talud en terraplén, en zonas de corte a media ladera; ausencia, o falla en obra de contención; desecación por árboles cercanos a la vía; consolidación de rellenos.	<1mm	>1<3	>3mm	Aumento del hundimiento, pérdida de la banca
	Fisuras de borde (FBD)	De tendencia longitudinal a semicircular, cerca del borde de la calzada, por ausencia de berma o por diferencia de nivel entre la berma y la calzada.	Falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos, anchos de bermas insuficientes o sobrecarpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma	0,3 a 0,6 m			Desprendimiento del borde o Descascaramiento
	Fisuras en bloque (FB)	Se presentan bloques rectangulares en áreas no cargadas.	Variación de temperatura que produce sobre esfuerzo. Reflejo de grietas, combinación de cambio volumétrico de agregado fino en mezcla.	Poco definidos	1-3 mm	>3mm	Piel de cocodrilo, descascaramientos
	Piel de cocodrilo (PC)	Fisuras interconectadas con patrones irregulares y repetidos, con presencia de	Fatiga por estructura Espesor insuficiente Deformación en Subrasante Rigidez mezcla asfáltica	Baja	Media	Alta	Deformaciones, descascaramientos, baches

Tipo de falla		Descripción	Causa	Severidad			Evoluciona a
		tránsito.	Problemas de drenaje Compactación deficiente Reparación mal ejecutada.	3 mm sin desport.	1-3mm	>3mm	
	Fisuración por deslizamiento de capas (FDC)	Tienen forma de semicírculo o medialuna, con curvaturas definidas de acuerdo con la fuerza de tracción que produce la llanta sobre el pavimento	Mezcla de baja resistencia Espesor deficiente Alto contenido de arena en carpeta asfáltica Exceso de ligante Carencia de penetración en imprimación en base granular	<1mm	>1<3	>3mm	Descascaramientos, baches, hundimientos, abultamientos.
	Fisuración incipiente (FIN)	Serie de fisuras contiguas y cerradas sin intercepción alguna	Temperatura ambiente Lluvia durante colocación de concreto asfáltico	No posee niveles de severidad			Piel de cocodrilo de pequeños bloques, pérdida de agregados, fisuras en bloque
DEFORMACIONES	Ondulación (OND)	Presencia de ondas perpendiculares en la superficie del pavimento	Pérdida de estabilidad de la mezcla en climas cálidos por mala dosificación del asfalto, uso de ligantes blandos o agregados redondeados. Exceso de humedad en la Subrasante	<10mm	>10<20mm	>20 mm	Exudación, ahuellamiento

Tipo de falla		Descripción	Causa	Severidad			Evoluciona a
	Abultamiento (AB)	Prominencias en la superficie del pavimento	Expansión de la subrasante o en capas de concreto asfáltico colocado sobre placas de concreto rígido Pérdida de estabilidad de la mezcla asfáltica Exceso de compactación de la carpeta asfáltica	Baja	Media	Alta	Fisuración, desprendimientos, exudación, ahuellamiento
				<10mm	>10<20mm	>20 mm	
	Hundimiento (HUN)	Depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante	Asentamientos de subrasante. Compactación deficiente de capas inferiores de pavimento, terraplén o zonas de acceso a obras de arte o puentes. Deficiencias en drenaje con afectación a material granular. Rigidez diferenciada de subrasante en los entre corte y terraplén. Compactación deficiente. Inestabilidad de banca. Tránsito de vehículos o automotores pesados.	<20mm	<20<40mm	>40mm	Fisuración, desprendimientos, movimientos en masa
Ahuellamiento (AHU)	Depresión de la zona localizada sobre la trayectoria de las llantas de los vehículos	Deformación permanente de alguna de las capas del pavimento o de la subrasante	<10mm	<10<25mm	>25mm	Piel de cocodrilo, desprendimientos	

	Tipo de falla	Descripción	Causa	Severidad			Evoluciona a
PÉRDIDAS DE LA CAPA DE LA ESTRUCTURA	Descascaramiento (DC)	Desprendimiento de parte de la capa asfáltica superficial, sin afectación de capas asfálticas subyacentes	Limpieza insuficiente previa a tratamientos superficiales. Espesor insuficiente de capa de rodadura Riego de liga deficiente. Mezcla asfáltica muy permeable	Baja	Media	Alta	Piel de cocodrilo, bache
				<10mm	<10<25mm	>25mm	
	Baches (BCH)	Desintegración total de la carpeta asfáltica con exposición de material granular que conlleva mayor pérdida y profundidad por acción del tránsito	Retención de agua en zonas fisuradas que ante la acción del tránsito produce reducción de esfuerzos efectivos generando deformaciones y la falla del pavimento	<25mm	>25<50mm	>50mm	Destrucción de la estructura
	Parche (PCH)		Procesos constructivos deficientes. • Daño progresivo del parcheo (debido a intervención inadecuada en la solución del problema). • Deficiencias en juntas. • Expansión de daños existentes en las áreas circundantes al parche.	Según condición de los bordes y deterioro del parche			Aceleración del deterioro general del pavimento
DAÑOS	Desgaste superficial (DSU)	Deterioro del pavimento ocasionado principalmente por	Deterioro natural del pavimento asociado a endurecimiento asfáltico	Baja	Media	Alta	Pérdida de agregado

Tipo de falla		Descripción	Causa	Severidad			Evoluciona a
		acción del tránsito, agentes abrasivos o erosivos	Falta de adherencia del asfalto con agregados Deficiente dosificación Acción intensa del agua	<3mm	<3>10mm	>10mm	
	Pérdida de agregado (PA)	Común en tratamientos superficiales, aparecen estrías en dirección del riego.	Aplicación irregular del ligante en tratamientos superficiales. Problemas de adherencia Uso de agregados contaminados con finos muy absorbentes. Aplicación de estos en épocas de lluvias. Endurecimiento del asfalto. Compactación deficiente. Contaminación con aceite, gasolina y otros.	>0,15mm	0,05-0,15 mm	<0,05mm	Descascaramientos, aumento de la permeabilidad de la estructura, exudación
	Pulimento del agregado (PU)	Presencia de agregados con caras planas en la superficie o por la ausencia de agregados angulares	Baja resistencia o susceptibilidad de algunos agregados al pulimento	No tiene ningún nivel de severidad asociado			

Tipo de falla		Descripción	Causa	Severidad			Evoluciona a
	Cabezas duras (CD)	Presencia de agregados expuestos fuera del mortero arena-asfalto que puede incrementar rugosidad	Aplicación de agregados gruesos y de tamaño inadecuado. Distribución granulométrica deficiente. Segregación de agregados manejo en obra. Heterogeneidad en la dureza de agregados	No tiene ningún nivel de severidad asociado			
	Exudación (EX)	Afloramiento del ligante asfáltico sobre la superficie del pavimento, brillante, resbaladiza y pegajosa	Mezcla con cantidades excesivas de asfalto	Baja: franjas aisladas Media: exceso de asfalto libre Alta: cantidad significativa de asfalto en superficie			
	Surcos (SU)	Franjas o canales longitudinales donde se han perdido los agregados de la mezcla asfáltica	Distribución transversal defectuosa del ligante bituminoso o del agregado, que genera desprendimiento de agregados	No tiene ningún grado de severidad asociado			Pérdida de agregado, descascaramiento, bache.
OTROS DAÑOS	Corrimiento vertical de la berma (CVB)	Diferencia de elevación entre la calzada y la berma, debido a un desplazamiento de la berma	Uso de materiales diferentes en la berma y el pavimento, o por el bombeo del material de base en la berma	Baja	Media	Alta	
				<6mm	<6<25mm	>25mm	

Tipo de falla		Descripción	Causa	Severidad			Evoluciona a
	Separación de la berma (SB)	Incremento en la separación de la junta existente entre la calzada y la berma que conduce a filtrado de agua.	movimiento de la berma debido a problemas de inestabilidad de los taludes aledaños o con la ausencia de liga entre calzada y berma cuando se construyen por separado	Baja	edia	alta	Hundimientos y fisuras de borde
				<3mm	<3<10mm	>10mm	
	Afloramiento de finos (AFI)	Con circulación de carga de tránsito se presenta salida de agua infiltrada, junto con materiales finos de la capa de base por las grietas	Ausencia o inadecuado sistema de subdrenaje, exceso de finos en la estructura	No tiene grado de severidad definido			Piel de cocodrilo, descascaramientos, baches
	Afloramiento de agua (AFA)	Presencia de líquido en la superficie cuales no hay lluvia	Ausencia o inadecuado sistema de subdrenaje, filtración de aguas	No tiene grado de severidad definido.			Piel de cocodrilo, descascaramientos, baches

Fuente: (Lemus Nájera, 2010), (INVÍAS, 2006)

Cada uno de los daños descritos anteriormente, tienen como unidad de medida el metro para definir la longitud del daño, y el metro cuadrado para determinar el área de daño. El Instituto Nacional de Vías (INVÍAS), los clasifica dentro de dos grandes grupos de daños tipo A y B, de acuerdo con un grado de severidad que se refiere a si el daño se encuentra a nivel estructural o de funcionalidad.

2.3 CARACTERÍSTICAS Y ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN VÍAS Terciarias

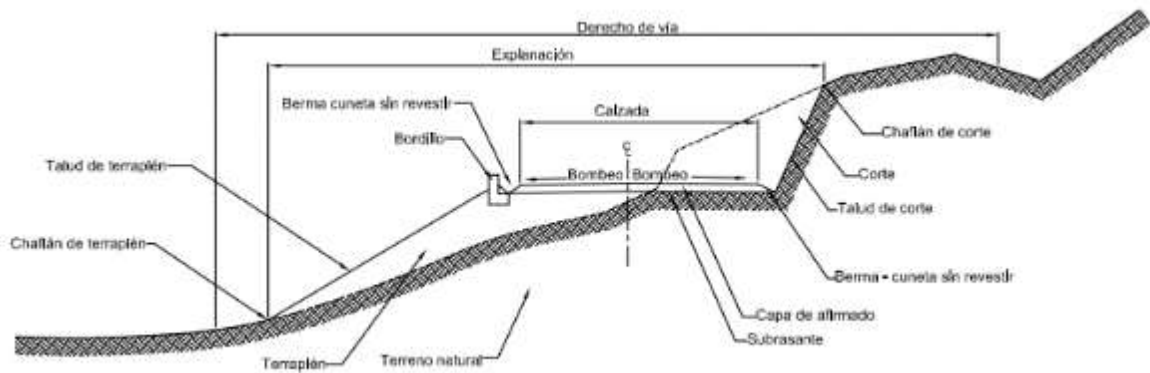
La red de carreteras en Colombia es de aproximadamente 164 mil kilómetros, de los cuales el 89% pertenecen a la red terciaria, distribuida entre los departamentos (72.761 km), los municipios (34.918 km), el INVÍAS (27.577 km) y particulares (12.251 km); las cuales interconectan las cabeceras municipales con zonas rurales; y en donde las principales problemáticas se presentan a nivel constructivo y de mantenimiento, lo que se traduce en altos costos de producción, logística y transporte terrestre de pasajeros y de carga, congestión en vías principales y alternas, retrasos en diferentes actividades económicas y de servicios, entre otros, lo cual puede afectar el normal desarrollo de la región y del país (DNP; INVÍAS; Ministerio de Transporte, 2018).

“La construcción de vías terciarias se realiza en afirmado, y de pavimentarse requiere que se reúnan las condiciones geométricas de las vías secundarias”. (Ministerio de Transporte & INVÍAS, 2008)

El reconocimiento de que Colombia es un país con una gran extensión de vías pero que principalmente se compone de vías terciarias hace que esto se convierta en un problema para su construcción, pues estas deben llevarse a cabo mediante protocolos de seguridad y de calidad que permitan la reducción de costos en cuanto a nuevos procesos de reconstrucción por los malos procedimientos, ya que esto

genera retrasos, estancamiento económico y demás aspectos que imposibilitan el normal tráfico por este tipo de vías que comunican a las principales.

Figura 2. Elementos de sección transversal de vía terciaria



Fuente: Ministerio de Transporte & INVÍAS. (2008). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá. Recuperado de <http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>

En respuesta a estas problemáticas se desarrollan dos tipos de proyectos, uno para el diseño de una nueva vía, y el segundo para el mantenimiento o rehabilitación de esta, cualquiera sea el tipo de proyecto a realizar, debe partirse de una necesidad y de allí se realiza un proceso de planeación, análisis e implementación de los diseños o estrategias generadas para el mejoramiento o rehabilitación de las vías. (Jiménez, 2009)

De acuerdo a estas problemáticas que emergen de los malos procedimientos en la construcción de las vías terciarias para dar cumplimiento o satisfacción a una necesidad de intersección y de transporte, es importante diseñar todo un plan donde se implementen los diseños y estrategias necesarias para llevarla a cabo o mejorar su Estado actual.

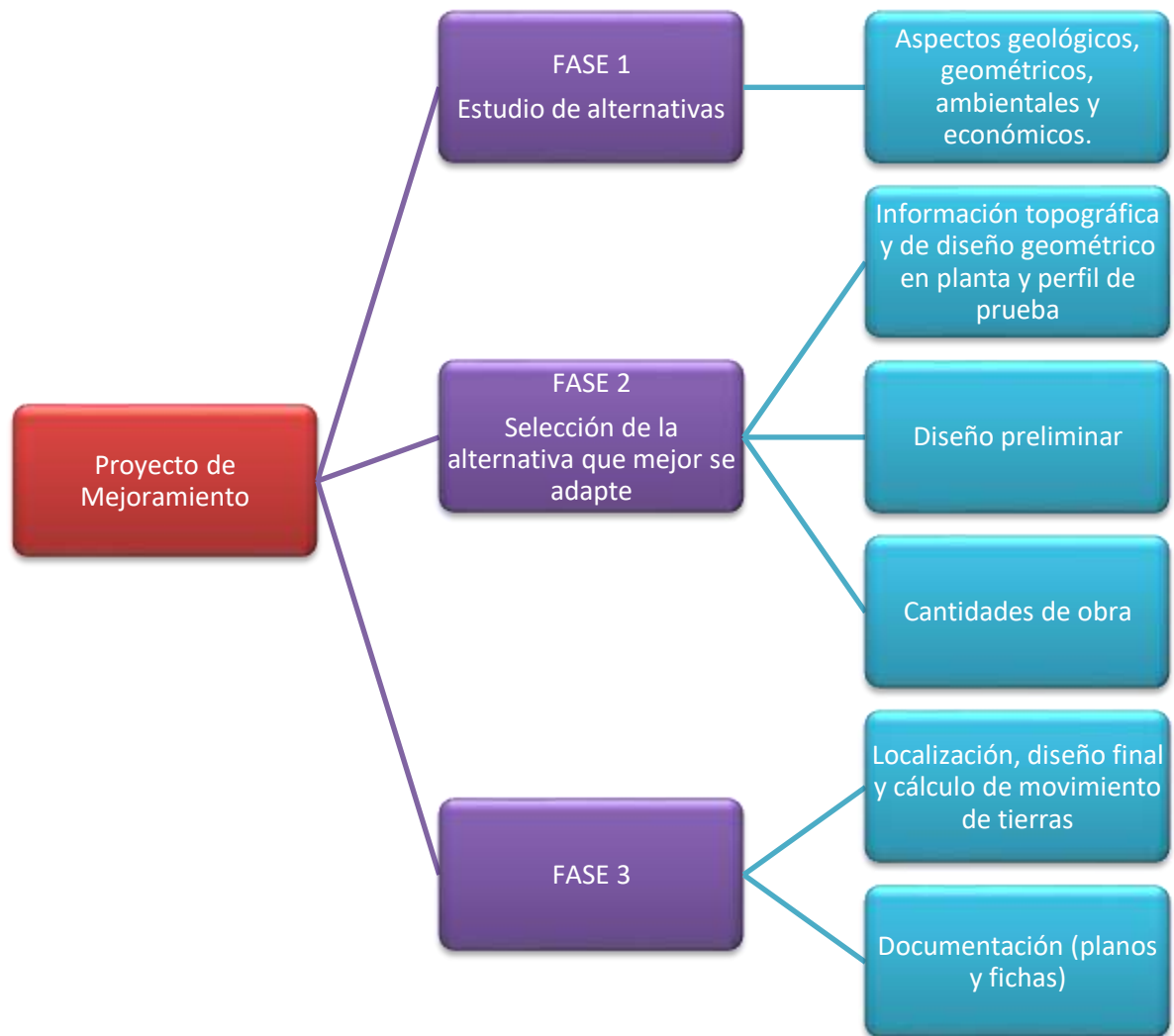
En el caso de los proyectos de mantenimiento, estos se ejecutan atendiendo necesidades de capacidad (mayor volumen de tráfico), velocidad y seguridad

(reducir nivel de accidentalidad), lo cual implica inicialmente analizar las alternativas de solución, selección de la alternativa que mejor se adapte e implementación de la solución seleccionada, con el fin de garantizar su funcionalidad en términos de seguridad, capacidad, compatibilidad con el medio ambiente, estética, comodidad y economía, por lo cual es necesario tener en cuenta en el diseño y mejoramiento de las vías los elementos geométricos de la vía.

Para todo proceso de construcción o mantenimiento de una vía terciaria es importante analizar la capacidad que debe tener para el tráfico que transita por la misma, fijar la señalización necesaria para evitar la accidentalidad, esto para proteger la vida de las personas y así poder garantizar una construcción que sea amable con el medio ambiente, con capacidad y seguridad necesarias para su durabilidad.

Entre dichos elementos se encuentra la velocidad de diseño de tramos homogéneos (VTR), en carreteras terciarias esta se encuentra en un rango entre 20 a 40 kilómetros por hora, teniendo en cuenta las características del terreno: Plano (40 km/h), ondulado (30-40 km/h), montañoso (20-40 km/h) y escarpado (20-30 km/h).

Figura 3. Fases y actividades para el diseño geométrico del mejoramiento



Fuente: Ministerio de Transporte & INVÍAS. (2008). Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá. Recuperado de <http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>

Se observa en la figura anterior, las fases necesarias en la ejecución de proyectos de mejoramiento de la vía, la primera comprende la recopilación de información sobre la vía (registro fotográfico, imágenes satelitales, antecedentes de la vía, reporte de tránsito, histórico de diseño de la vía, entre otros) que sirve para la realización de todo el procedimiento aplicado en un tramo piloto, esto es, la búsqueda y estudio de alternativas, la selección de la mejor alternativa en términos

de diseño y economía, así como el análisis de los tipos de mejoramiento que se pueden aplicar basado en cálculos de movimientos de tierra, necesidades de ampliación y análisis de costos de materiales e insumos.

La segunda fase comprende el levantamiento topográfico de la zona del proyecto (vía, puentes y otros elementos aledaños) y de las variantes, diseño geométrico en planta, perfil, sección transversal; y diseño preliminar de la vía e intersecciones (bosquejo), y cálculo de cantidades de obra (preliminar).

Por último, la fase 3 se orienta a un estudio detallado del proyecto a partir de los resultados de la segunda fase, para lo cual se tiene en cuenta la localización del eje definitivo, nivelación, diseño definitivo en perfil, secciones transversales, cálculo de movimiento de tierras, cantidades de obra y costos de construcción; elaboración de fichas catastrales, planos y documentos finales (carteras de tránsito, nivelación, movimiento de tierras y referencias para el replanteo). (Ministerio de Transporte & INVÍAS, 2008)

De acuerdo a lo anterior y para tener una mejor comprensión de los elementos del diseño geométrico de la vía, se parte del concepto de pavimento, los tipos de pavimento y de deterioro que pueden presentarse, técnicas y equipos de inspección no destructiva de la vía, herramientas manuales y tecnológicas utilizadas en el levantamiento de la información.

Además de ello, el análisis de puesta en marcha de estas tres fases es para dar cumplimiento a un proceso de planeación exigente que permite tener en cuenta cualquier aspecto importante para la construcción de la vía, y poder así generar un proyecto que cumpla con las expectativas de los usuarios, en cuanto a durabilidad, seguridad y calidad de la misma, además de ello, se evitaren costos adicionales ya que se fijan los parámetros para una ejecución vial acorde con los cálculos de diseño y cantidades estrictamente necesarias.

2.4 MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN DEL PAVIMENTO

Cada uno de los diferentes métodos de evaluación existentes a nivel mundial presentan características diferenciadas, sin embargo mantienen un objetivo común, pues permiten identificar los deterioros del pavimento de cualquier tipo, los cuales evalúan el nivel de severidad o gravedad de los mismos y establecen índices que permiten clasificarlos y determinar los efectos de las cargas de tránsito, información fundamental en la toma de decisiones respecto a las actividades de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción a ejecutar en la vía.

2.4.1 Índice de Condición del Pavimento (PCI, por sus siglas en inglés, *Pavement Condition Index*). En el período 1974-1976, la Fuerza Aérea estadounidense logra desarrollar un método que permite identificar, clasificar y determinar el tipo de deterioros que pueden llegar a afectar la integridad de la estructura y funcionalidad del pavimento, más no su capacidad estructural y de rodadura, ni su rugosidad. (Rodríguez Velásquez, 2009)

Tabla 2. Escala de evaluación de la condición del pavimento, método PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 71	Muy bueno
70 – 56	Bueno
55 – 41	Regular
40 – 26	Malo
25 – 11	Muy malo
10 – 0	Fallado

Fuente: (Robles Bustos, 2015)

De acuerdo a la tabla anterior, el método emplea una escala que va de 0 a 100 para

una clasificación de las condiciones o estado del pavimento, acompañado este con un catálogo de cada uno de los tipos de deterioro, considerado uno de los más completos y prácticos, pues no requiere de herramientas especializadas.

Tabla 3. Acción de intervención para la carpeta asfáltica

PCI	Estado	Tipo de Actividad
0 – 40	Malo	Construcción
40 – 70	Regular	Rehabilitación
70 – 100	Bueno	Mantenimiento

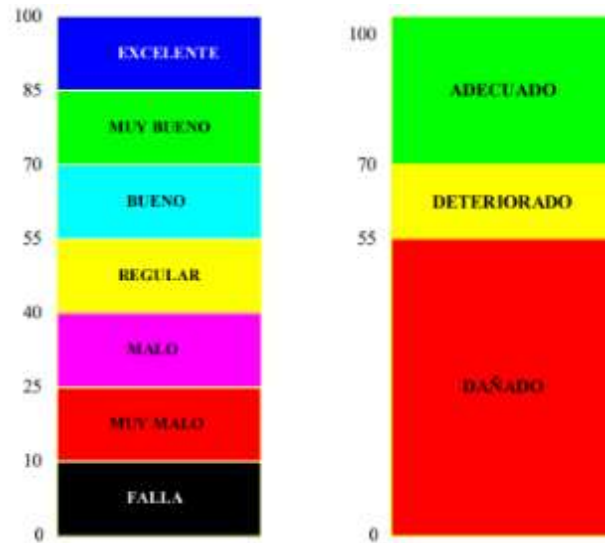
Fuente: Tomado de (Cabezas & González, 2018)

El método facilita las ecuaciones para el cálculo del índice, como se observa en la tabla anterior, de acuerdo con el rango en que se encuentra el valor del índice expone un estado de la condición del pavimento y la actividad requerida correspondiente al mismo.

2.4.2 Pavement Condition Rating (PCR). Es un método de valoración de la condición superficial y estructural del pavimento, para lo cual asigna un peso a cada deterioro que va de 0 a 15, así como niveles de severidad baja-media-alta y nivel de extensión: ocasional, frecuente o prolongado.

El procedimiento comprende tres fases, en la primera se conforma el equipo de trabajo (conductor e inspector), herramientas a utilizar y se realiza la división en tramos de la vía a inspeccionar; en segundo lugar, se inicia el trabajo de campo registrando cada uno de los deterioros detectados, esta actividad debe ejecutarse desde el borde la calzada con paradas cada 1.5 kilómetros, siendo la dimensión de un tramo de 3 kilómetros. La tercera fase refiere la compilación de la información y su análisis, obteniendo a la vez el promedio de pavimento observado y estableciendo el Índice de Servicio del Pavimento (PSI). (Robles Bustos, 2015)

Figura 4. Escala de condición de pavimento (PCR)



Fuente: Tomado de (Castillo Contreras, 2008)

La figura anterior representa una escala que va de 0 a 100 que indica una clara clasificación del estado o condición del pavimento, que va de muy bueno a muy malo o fallado; a partir de la cual es posible decidir sobre el tipo de intervención a ejecutar: Mantenimiento (100 – 71, Adecuado); Rehabilitación (70-55, Deterioro) y Construcción (54-0, Dañado). (Castillo Contreras, 2008)

Es de resaltar que esta metodología emplea el muestreo estadístico para identificar las secciones o unidades de pavimento a intervenir, esto se realiza de acuerdo al tipo de vía, la capa de rodadura y el ancho de calzada, estableciéndose una desviación estándar para cada tipo de pavimento.

2.4.3 Inspección visual de daños en carreteras (VIZIR). Método para la inspección visual de la condición estructural y funcional del pavimento, la cual implica una identificación, clasificación y cálculo del índice de deterioro superficial del mismo, para lo cual se establece un rango de valores entre 0 a 7, como puede observarse en la siguiente tabla.

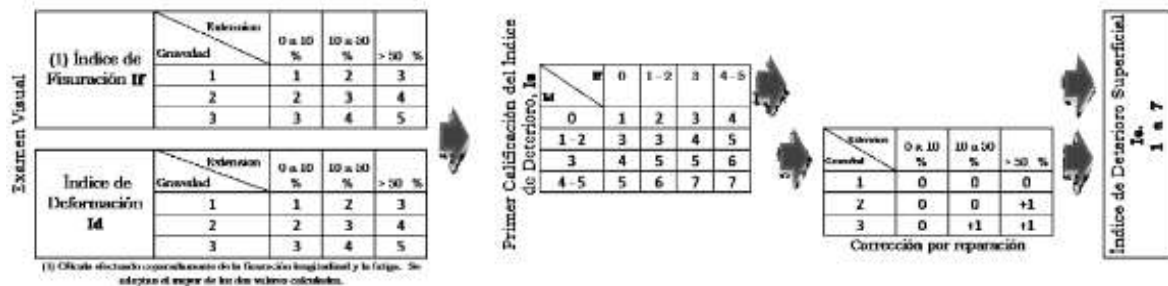
Tabla 4. Índice de deterioro superficial (Is)

Estado Superficial	Rango (Is)
Bueno	0 – 3
Regular	3 – 5
Malo	5 - 7

Fuente: Tomado de (Coy, 2017).

De acuerdo con la Guía de rehabilitación, se obtiene un promedio ponderado de la condición del pavimento asfáltico, como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 5. Determinación del índice de deterioro superficial



Fuente: Tomado de (Coy, 2017).

Realizado este procedimiento se determina el nivel de gravedad del daño, definiendo para cada nivel de severidad la longitud del tramo y se pondera esta suma.

El rango de valores entre 1 y 2 refieren pavimentos con limitaciones, fisuramientos y deformaciones, con un aspecto general bueno, por lo que probablemente no requieren trabajos de mantenimiento rutinario.

Mientras que valores entre 3 y 4 refieren fisuras de origen estructural, con pocas o nulas deformaciones, pavimentos sin fisuramientos pero con deformaciones que permiten observar un estado superficial regular y degradado que requiere de tratamientos de rehabilitación de mediana intensidad.

El rango de valores entre 5 a 7 indican un pavimento con una gran presencia de fisuramientos y deformaciones de origen estructural, por lo que es posible observar un estado superficial y un servicio deficiente que exige actividades de rehabilitación.

El índice de corrección, según la guía de rehabilitación de pavimentos flexibles se contempla la corrección por reparación, la cual se establece una vez se calcule el primer índice de deterioro (Is).

2.4.4 Evaluación superficial y rango de pavimentos (PASER, por sus siglas en inglés, Pavement Surface Evaluation and Rating). “Método desarrollado por el Centro de Información del Transporte de la Universidad de Wisconsin, el cual comprende 10 categorías de fallas que determina las condiciones de calidad del pavimento”. (Atencio Ccalahuille, Ticona García, Alarcón, & Mamani Padilla, 2018)

Adopta la inspección visual como técnica para la identificación de las fallas en la superficie y estructura del pavimento flexible, en términos de rugosidad, superficie de deslizamiento y resistencia de la estructura.

La inspección visual le permite al ingeniero civil identificar aquellos aspectos que se pueden ver superficialmente pero que permiten encontrar esas fallas que tiene el pavimento de forma flexible en cuanto a rugosidad, deslizamiento y resistencia.

El procedimiento comprende dos etapas básicas, donde se identifican los tramos y secciones (determinados por muestreo estadístico) objeto de estudio a partir del cual se construye el inventario de fallas por unidades de muestreo; en la segunda fase se determina el número de fallas posibles por cada tramo. La información se registra en formatos diseñados que buscan recopilar los siguientes datos: Tipo de falla, cantidad o dimensión de cada una; calificación y porcentaje de área afectada.

En caso de que la valoración de la condición del pavimento se encuentre en el rango 9-10, es posible concluir que no es necesario realizar trabajos de mantenimiento; mientras que un valor de 8 requiere poco o ningún mantenimiento; con valores menores a estos indican la necesidad de mantenimientos de rutina, sellado de grietas y parches menores (7); tratamientos conservadores (5-6); mejoras estructurales y nivelación (superposición o reciclaje, escala en un rango 3-4); y labores de reconstrucción al ubicarse en rango 1-2. (Guamán Padilla & Calero Cordero, 2012)

2.4.5 Metodología del Consorcio de Rehabilitación Vial (CONREVIAL).

“Metodología que presenta un catálogo de fallas o deterioros del pavimento y evalúa la condición estructural del mismo a partir de la medición de deflexiones”. (Apolinario Morales, 2012)

El estado de la superficie de la calzada se logra determinar en la evaluación de la superficie, procedimiento que se desarrolla en tres fases: Identificación de deterioros, análisis del tipo de deterioro o falla y evaluación de la condición de servicio (para lo cual tiene en cuenta la magnitud, extensión, tipo de falla y mecanismo de deterioro).

La desventaja de esta metodología es que no incluye un indicador final de la condición global del pavimento, ni considera áreas afectadas con un determinado tipo de deterioro; lo que genera incertidumbre al momento de generar acciones y un presupuesto que permita obtener claridad sobre su condición, con cifras económicas específicas orientadas a actividades de mantenimiento o rehabilitación. (Apolinario Morales, 2012)

2.4.6 Strategic Highway Research Program (SHRP).

Programa de investigación de carreteras estratégicas desarrollado propuesto por el Comité de Carreteras de Estados Unidos, dirigidas a la investigación en cuatro áreas específicas: Mejora de

rendimiento de los materiales de asfalto; mejora de hormigón y protección de estructuras de hormigón armado; búsqueda de métodos eficientes para el mantenimiento y operación de carreteras; y durabilidad a largo plazo de los pavimentos. (Kulash, s.f.)

“Respecto a la realización de proyectos de mejora o rehabilitación de carreteras, recomienda que se tenga en cuenta el total de los tramos (100% de la longitud), así como determinar unidades de muestreo a través de un método estadístico, que facilite la evaluación de la condición del pavimento”. (Apolinario Morales, 2012)

2.4.7 Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes (DNIT).

Metodología que tiene en cuenta la Norma DNIT 005/2003 – TER, expedida por el Ministerio de Transportes de Río de Janeiro, en Brasil, en la cual se presenta un compendio de términos relacionados con los defectos de los pavimentos flexibles y rígidos, e incluye un cuadro con dos grandes grupos de defectos: Grietas y hundimientos, y otros defectos que a la vez especifican otros deterioros a nivel de superficie y estructura. (Ministério Dos Transportes, 2003)

2.4.8 Guía para la realización de inspecciones principales de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado. Guía creada por el Ministerio de Fomento de España, en el cual se describen principalmente los tipos de inspección y actividades tendientes a dar respuesta a los deterioros presentados en el pavimento a nivel superficial y estructural tanto de la vía como del puente mismo.

Las técnicas de inspección visual abordan el estudio de la vía de un carril a otro, haciendo un recorrido en forma de zigzag, inspección inferior y superior en dirección vertical, así como de todos los elementos geométricos que le acompañan: drenaje, cauce, etc. (Ministerio de Fomento, 2012)

2.4.9 Jabatan Kerja Raya (JKR). Contiene la guía para la evaluación visual de la

condición de la superficie de pavimento flexible desarrollada por el Departamento de Obras Públicas de Malasia en la cual se describen los tipos de daños superficiales (fisuras, grietas y otros defectos) con su respectivo nivel de severidad (bajo, medio y alto), teniendo en cuenta el área afectada, dimensión del daño y ancho de calzada.

“Así mismo, especifica para cada uno de los daños las causas y posibles tratamientos a realizar”. (Public Works Department Malaysia, 2012)

2.4.10 Programa de asistencia técnica en transporte urbano. Creado en la ciudad de México, este programa considera relevante los deterioros significativos del pavimento respecto a la estructura y condición de funcionalidad que afecte la comodidad de manejo, para generar actividades de rehabilitación o mantenimiento. De manera que para hallar el índice de estado del mismo asigna a cada deterioro un valor por tipo y magnitud del daño, empleando para ello la siguiente fórmula:

$$IE = 100 - fa * \sum_{i=1}^r d(i, e)$$

Donde el índice de estado (IE) varía de 0 a 100, reduciendo de este el factor de ajuste (fa) de un área específica (r, número de daños en la superficie), y la sumatoria de los puntos a deducir (d, i, e) el cual se puede encontrar en el rango de 0,5 a 1, de acuerdo a la intensidad del área deteriorada en la superficie de rodamiento mayor a 30% de longitud (generalizada), 6 zonas aisladas amplias, o 3 zonas aisladas pequeñas.

La inspección visual permite reconocer las respectivas fallas que tenga la vía a construir o reconstruir con el fin de establecer los parámetros necesarios para cada procedimiento a seguir mediante el reconocimiento teórico que se ha llevado a cabo para abarcar todo el conocimiento necesario frente al protocolo que se establece en la parte de planeación, diseño y ejecución de las vías terciarias del país.

Tabla 6. Algoritmo para elegir la estrategia de acción

Índice de estado (IE)	Nivel de servicio	Costo de los usuarios	Descripción de la condición del pavimento
100-90	Muy bueno	Costos de operación de referencia (100%)	Es posible observar un pavimento con una condición aceptable para la circulación y superficie uniforme. Con poca o nula presencia de daños. o poco significativos.
80-70-60	Bueno a regular	Ligero incremento, costos de operación de 105 a 120%	El estado del pavimento permite una circulación confortable, aunque es posible observar algunas fallas de tipo localizado.
50-40	Regular a malo	Significativo incremento de costos de operación 120 a 150%	Esta condición no permite una circulación confortable debido a los daños, indicadores de un pavimento con una vida útil próxima a su fin, lo que precisa de una inspección detallada.
30	Malo a muy mala	Altos costos de operación 130 a 150%	La condición del pavimento no permite una circulación confortable, debido a daños que afectan la vida útil del pavimento de manera significativa.
20-10	Muy mala a pésimo	Muy altos costos de operación 145 a 170%	Esta condición hace poco factible la circulación debido a los daños generalizados e irreversibles.

Fuente: Tomado de (Apolinario Morales, 2012)

Tabla 7. Relación del índice de estado con la categoría de acción

Rango de índice estado	Categoría de acción	Descripción
100 a 85	A Mantenimiento mínimo	Refiere un estado bueno del pavimento, que no precisa de actividades de mantenimiento correctivo inmediatas; pero con necesidades de mantenimiento mínimo preventivo.
85 a 60	B Mantenimiento Correctivo	Es posible observar un pavimento con algunas fallas, por lo que se requieren tareas de mantenimiento correctivo a ejecutarse en el corto plazo.
60 a 40	C Mantenimiento Intensivo	La condición del pavimento es regular, se observan algunas fallas que indican la necesidad de mantenimiento correctivo y rehabilitación a ejecutarse en el mediano plazo. En general, conlleva a tres tipos de acción: (1) Condición dudosa mantenimiento correctivo mayor; (2) sellado de superficie; (3) Recapado delgado.
40 a 25	D Rehabilitación Refuerzo estructural	El pavimento presenta un estado deficiente con fallas significativas, que precisan de labores de rehabilitación en el corto plazo que permitan minimizar daños irreversibles.
< 25	Rehabilitación Reconstrucción	El pavimento presenta fallas severas generalizadas, por lo que se precisan de tareas de rehabilitación que implica su reconstrucción, a realizarse en un corto plazo.

Fuente: Tomado de (Apolinario Morales, 2012)

Como se puede observar en las tablas anteriores, el índice de estado permite clasificar la severidad del daño a la vez que se logra determinar el nivel del servicio (que va de Muy bueno a muy malo o pésimo) y tomar decisiones sobre el tipo de actividad a ejecutar en el área objeto de estudio.

3. ESTADO DEL ARTE

El diseño, construcción y trabajos de reparación o mantenimiento de las vías primarias, secundarias y terciarias tiene en cuenta normas técnicas y de calidad tanto en materiales como en procesos, por lo que es necesario adoptar métodos que permitan el levantamiento de información sobre el estado de la vía, a fin de determinar las acciones necesarias de intervención para el mantenimiento y conservación. En este aspecto, algunos autores se refieren a este conjunto de actividades como Sistema de Gestión para la Conservación (SGC), el cual comprende nueve (9) fases: Tramificación, inventario de elementos a conservar; relación y tipificación de actividades; método de asignación de cuantías de actividades; programa anual y presupuesto; programación detallada y asignación de recursos; realización de trabajos; supervisión de los trabajos y recogida de información sobre su ejecución; evaluación de la eficacia y conclusiones para mejora de las fases preliminares. (Moreno, et al, 2018, pág. 18)

Para la inspección de las vías se utilizan dos métodos, por auscultación con equipos especializados, o de forma visual, esta última se realiza a pie o en vehículo a baja velocidad, de forma cuidadosa de manera que se observen la mayor cantidad de detalles. A partir de esta información se elabora el catálogo de deterioros se especifica el nombre de la vía, una breve descripción de la misma, causa posible de los fallos, fotografías de la misma, como también suele incorporarse a este, medidas límite admisibles de deterioro y soluciones posibles. (Moreno, et al, 2018, pág. 29)

Según varias investigaciones, el cálculo de la severidad de los daños se realiza a través de dos metodologías: PCI y VIZIR, esta última adoptada por el Instituto Nacional de Vías (INVÍAS) en Colombia, la cual se describe en el “Manual para la Inspección visual de pavimentos flexibles” (INVÍAS, 2006), el cual presenta una guía completa para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de

carreteras (INVÍAS, 2008), en la cual describe el procedimiento de recolección de información, y que comprende inicialmente el análisis de tránsito, datos que sirven para el diseño de obras de rehabilitación, al tener en cuenta el factor vehicular de deterioro relacionado con la carga y el sistema de ejes de vehículos automotores. Además de dos volúmenes sobre mantenimiento de carreteras en el país, que describen los diferentes tipos de mantenimiento ejecutados en las vías y su procedimiento. (INVÍAS, 2016)

La misma metodología ha sido aplicada en diferentes trabajos de investigación, algunos diseñan una matriz para la ejecución de obras de mantenimiento, como lo expone Marrugo (2014), quien define cuatro (4) pasos para su aplicación: “Recolección de información, análisis, elección de una técnica de rehabilitación y diseño de estrategias de intervención. Las dos primeras acciones comprenden el levantamiento de inventario o catálogo de daños y su posterior análisis, para luego estudiar posibles estrategias de intervención y ejecución de obra de mantenimiento reparación según sea el caso”.

Tanto la metodología PCI como VIZIR se han aplicado en trabajos de campo, ambas requieren de los datos recopilados en la inspección inicial para el cálculo de severidad de los daños y de condición actual del pavimento (Cabezas & González, 2018). Sin embargo, otros autores establecen comparaciones de las dos, encontrándose algunas diferentes tanto en los procedimientos y el número de ellos, como en las actividades de auscultación, pues la metodología VIZIR lleva algunas ventajas en estos aspectos, pues se considera un método muy completo y de fácil aplicación, que le otorgan un buen grado de practicidad, mientras la primera de ellas aunque completo es mucho más compleja, pero que es posible de aplicar en el caso de evaluación de pavimentos flexibles. (Coy, 2017)

“Por otro lado, entre las causas que origina el deterioro de las vías se encuentra la carga y el nivel de flujo vehicular, además de fallos en el diseño en obras de

mantenimiento y reparación como el sello de fisuras, parcheo y bacheo, capa de nivelación y fresado” (Cruz & Restrepo, 2017). De allí que sea relevante la información posterior a este tipo de obras en una carpeta específica sobre la vía objeto de estudio, de modo que se lleve un histórico de la misma y las intervenciones realizadas.

De acuerdo a la apreciación y estudio de diferentes autores y antecedentes de trabajos investigativos con respecto a la construcción de vías, se trataron puntos clave para un proyecto eficaz, comenzando con tener en cuenta las normas técnicas de calidad en cuanto a materiales y procesos a realizar en el tramo de la vía, llevar a cabo una inspección preliminar de la misma mediante cualquier tipo de método ya sea por el de equipos especializados o de forma visual permitiendo encontrar las fallas existentes para establecer así las estrategias a llevar a cabo para la construcción de la vía, existiendo así un proceso de recolección de la información, su respectivo análisis, selección de técnicas de rehabilitación en cuanto a los pavimentos asfálticos como mecanismos de acción para la ejecución de dichas estrategias, consiguiendo de esta forma evitar las causas que deterioran la vía debido a la carga y nivel de flujo vehicular y fallas en el diseño mediante el estudio de la misma a través de su histórico e intervenciones realizadas.

4. METODOLOGÍA

4.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación es observacional, análisis, estadístico y descriptivo.

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población se halla comprendida por las secciones o áreas que corresponden al tramo piloto objeto de estudio, de estos 2,5 kilómetros se toma una muestra para la aplicación de la metodología como ejemplo, comparándola con resultados de una segunda metodología (PCI, aplicado en un tramo de ejemplo) que tiene gran uso igualmente en Ingeniería Civil.

4.3 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Las técnicas de recolección de información comprenden la inspección visual y los formatos de registro diseñados a partir de diversos referentes. Los instrumentos de recolección se hallan comprendidos por una matriz que comprende los datos de las áreas o secciones a observar, en el cual se pueden registrar el tipo de daño, nivel de severidad, número de fotografía, que hace posible la clasificación de estos daños.

4.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes son primarias y secundarias. Las fuentes primarias se hallan comprendidas por los resultados del trabajo de campo y los cálculos realizados bajo la metodología VIZIR. Las fuentes secundarias comprenden la consulta documental en bases de datos, revistas indexadas y especializadas, tesis de Ingeniería y

Maestría en Ingeniería Civil, repositorios universitarios, artículos, plan de ordenamiento territorial de Ocaña, Norte de Santander, libros de texto, entre otros. Las fuentes

4.5 PROCEDIMIENTO

Como primera medida se realiza el levantamiento por el sistema satelital GPS, se elaborara el formato para la toma de datos en la vía, luego se realizara el recorrido de la vía y con la aplicación del Manual de daños para pavimentos flexibles del INVIAS se reportan uno a uno cada daño encontrado, con su respectiva afectación y nivel de severidad, luego de obtener toda esta información en la oficina se lleva a cabo el procesamiento de la información con el fin de obtener todos los porcentajes de afectación de la vía conociendo su estado, por ultimo realizar el presupuesto preliminar para la vía según su estado y necesidad de intervención.

Para la selección de los 2,5 kilómetros se tuvieron en cuenta; el tipo de vía, siendo esta de orden nacional y a su vez conduce al monumento Agua de la virgen considerado como Patrimonio Histórico y cultural visitado por miles de peregrinos durante el transcurso del Año.

Con todo lo anterior se realizarán las conclusiones del estudio efectuado.

El trabajo de campo se desarrolló en cuatro (4) fases, las cuales se presentan a continuación.

Tabla 8. Fases del proyecto

Objetivo Específico	Actividades	Etapas Metodología VIZIR	Entregables
Analizar consecuencia de los daños detectados	Descripción general del sector vial. Conteo vehicular. Inspección visual en la vía	Etapa 1. Recolección de información Etapa 2. Evaluación del pavimento.	Análisis de consecuencias
Estandarizar soluciones u obras de rehabilitación y/o mantenimiento	Clasificación de los deterioros (tipo A, tipo B) Índice de daños	Etapa 3. Elección de la técnica de rehabilitación. Etapa 4. Diseño de estrategias de rehabilitación.	Metodología VIZIR (Inventario de deterioros) Metodología AASHTO (Cálculos diseño pavimento)
Proponer estructuras de pavimento de rehabilitación y/o mantenimiento	Tipos de materiales. Determinación de cantidades. Información de costos de materiales	Etapa 5. Análisis económico	Propuesta de rehabilitación
Realizar presupuesto para rehabilitación y/o mantenimiento	Determinación de costos.	Etapa 5. Análisis económico Etapa 6. Elección estrategia de rehabilitación	Presupuesto

Fuente: Autor

5. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA VIZIR EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA AVENIDAD FRANCISCO FERNÁNDEZ DE CONTRERAS, CARRERA 10 Y CALLE 7 DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER

En el presente capítulo se da inicio al desarrollo de los objetivos del proyecto, para lo cual se procede por etapas para la recolección de información, el levantamiento topográfico del lugar objeto de estudio, el inventario de los daños y procesamiento de los datos, así como el análisis de posibles causas y consecuencias de los deterioros identificados, para finalmente determinar el tipo de intervención a realizar basados en los antecedentes de la vía, los reportes de tránsito, los daños identificados; y de esta manera presentar una propuesta que comprende las estrategias o actividades a realizar y el presupuesto previo de los mismos.

Figura 5. Procedimiento del trabajo



5.1 RESULTADOS DEL ESTUDIO PILOTO

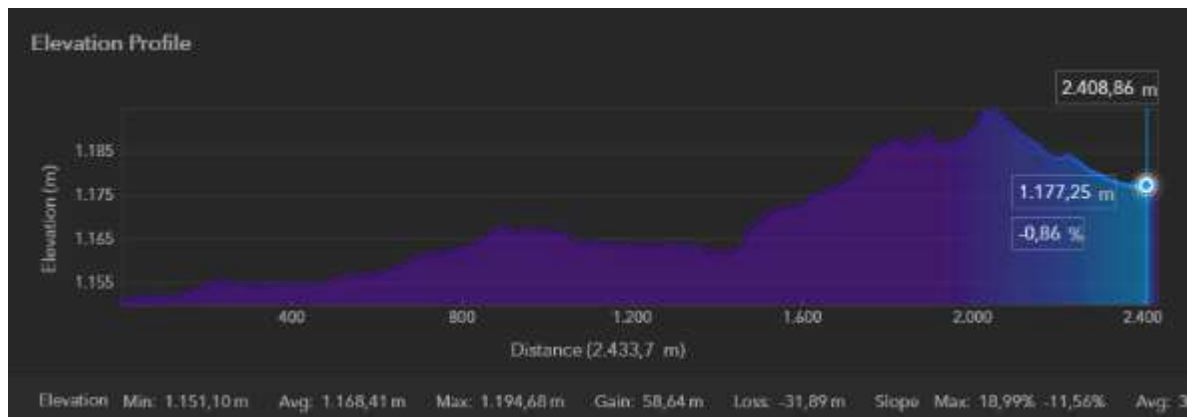
Se realizó en primer lugar un análisis del tramo objeto de estudio (2.5 km) de la vía que conecta la Avenida Francisco Fernández de Contreras con el santuario Agua de la Virgen, en el municipio de Ocaña (Norte de Santander), el cual se encuentra sobre la cordillera oriental andina, localizado a $8^{\circ} 15' 25''$ de latitud norte y $73^{\circ} 21' 34''$ de longitud oeste, cuenta con un área de 8.602 km² con una altitud promedio de 1200 msnm.

Figura 6. Ubicación del sector objeto de estudio, Avenida Francisco Fernández de Contreras, desde la Calle 7 a la Carrera 10, Ocaña – Norte de Santander



Desde la calle 7 a la carrera 10 siguiendo la Avenida Francisco Fernández de Contreras, se encuentra que esta ruta tiene una elevación, siendo el ángulo más bajo de sur a norte (carrera 10 a calle 7), es decir, es una vía ascendente con una pendiente lo cual debe tenerse en cuenta al momento de elaborar la propuesta de intervención.

Figura 7. Perfil de elevación



El área objeto de estudio como se observa en la figura 3, comprende la carrera 10 hacia la calle 7, según la inspección visual realizada y la toma fotográfica de esta ruta se encuentra que es una zona relativamente diversa, pues se encuentran actividades comerciales, instituciones educativas, zonas deportivas y zonas residenciales. Las principales actividades en esta zona son comercio (60%), servicios sociales y personales (27,3%), y otras actividades (1,1%), razón por la cual presenta un alto flujo vehicular.

Según estudios de tránsito esta área mantiene buena presencia de vehículos, ya que la Avenida Francisco Fernández de Contreras conecta con la Circunvalar y las Rutas 70 (por el sur) y 70N (por el norte), además la carrera 10 es una vía relevante igualmente para el comercio y el turismo por cuanto conecta desde la circunvalar hacia la vía del Santuario El Agua de la Virgen, siendo esta una de las vías con buen tránsito, además de interconectar, siguiendo esta misma línea, con la ruta 45, que

a su vez conecta con vías pertenecientes al Corredor Logístico Cúcuta – Costa Caribe y la Ruta del Sol.

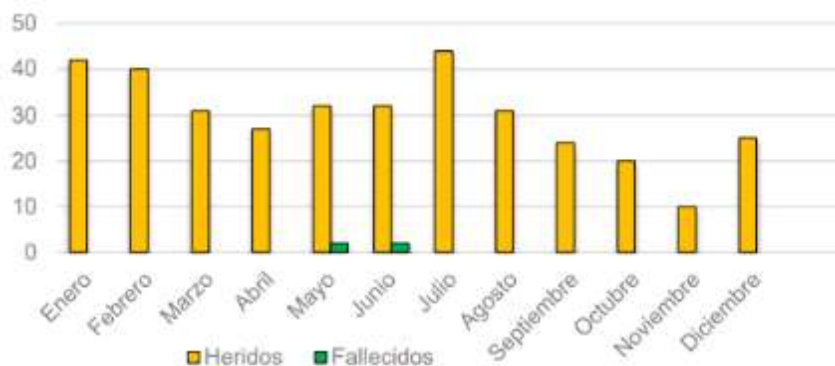
Tabla 9. Conteo vehicular

DIAS	Motos	Livianos	COLECTIVOS		CAMIONES			Mixtos
			MICRO BUS	GRANDE	C2	C3 Y C4	C5	
LUNES		440	127		25	5		597
MARTES		408	119		34			561
MIERCOLES		437	125		21	4		587
JUEVES		420	146		22			588
VIERNES		417	156		11			584
SABADO		333	135		17	5		490
DOMINGO		383	56		19			458
PROMEDIO	0	405	123	0	21	2		552

El parque automotor dedicado al servicio público está formado por 241 vehículos (automóvil, microbús y buseta), 180 automóviles de tipo taxi de servicio individual; al que se suma el transporte de carga que abarca un total de 14 rutas, lo que deja entrever que existe un impacto alto en las vías de la ciudad, lo que deja como consecuencia bahías de parqueo y andenes deteriorados.

Dentro de los puntos críticos de operación y seguridad vial, configuración y disponibilidad de la infraestructura existente, se identifican diez (10) puntos críticos para la circulación vehicular, que por sus características de operación inadecuada representan alto riesgo para el usuario, entre estas se encuentran el tramo comprendido por las calles 9, 10, 11 y 12 con carreras 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15, todo esto sin tener en cuenta que existe informalidad en el sector transporte, pues el mototaxismo ha llegado a niveles preocupantes.

Figura 8. Accidentalidad



Fuente: (Álvarez, Ascanio, & Gallardo, 2018)

Respecto a los índices de accidentalidad, se encuentra que el número de accidentes ha disminuido desde el 2014, encontrándose en que estos se presentan con mayor frecuencia en los primeros meses del año y a mediados (julio), disminuyendo en el segundo semestre e incrementándose más al final del año. El número promedio de muertes es de 18 muertes, más que la media nacional; y de 143 lesionados, de esta población, 8 eran jóvenes entre los 18 a 25 años, de los cuales 5 casos se asociaron al no uso del casco de protección.

En semaforización, solo ocho (8) intersecciones se encuentran semaforizadas, estas son: (1) Calle 12 por la carretera Central; (2) Calle 11 con Carrera 12; (3) Calle 11 con Carrera 13; (4) Calle 10 con Carrera 13; (5) Calle 10 con Carrera 12; (6) Calle 11 con Carrera 25; (7) Calle 7^a con Carrera 26; y (8) Transversal 30 con Avenida Francisco Fernández de Contreras.

De acuerdo con lo anterior, aún existen puntos críticos en la ciudad, específicamente en la intersección de la avenida Francisco Fernández de Contreras con la vía Primero de Mayo, El Lago, Tejarito y Ciudadela Norte entre otros.

Características geométricas de la vía. Para el levantamiento de la información se realizó un mapeo de la muestra en el cual se definen los tramos objeto de estudio,

representados en la siguiente figura.

Figura 9. Vía objeto de estudio



Longitud de la vía: 2.5 Km.

Ancho de calzada: 6 - 7 metros

Calzada: 1

Carriles: 2

Tipo de pavimento: Flexible

Nivel de tránsito: Alto

Carriles evaluados: 2

5.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 1: IDENTIFICACIÓN DE LOS DAÑOS Y ANÁLISIS DE LAS CONSECUENCIAS

La inspección se realizó en cinco (5) tramos, según el Manual de INVÍAS, cada 100 metros se tomaron fotografías de los daños y se realizó el registro de estos, como puede observarse en las siguientes tablas y figuras.

Tabla 10. Inventario de los daños encontrados

FORMATO CARACTERIZACION VIAL											
NOMBRE DE LA VÍA		DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA		25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN		OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									
ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		ANCHO DE LA VÍA	OBSERVACIONES
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO		
0+000											Inicio del tramo de estudio via en buen estado
0+175		X		PCH			X	15	4	6	
0+280			X	PC		X		3,9	2,6		
0+350	X			PC			X	8,58	4,35	6.1	predomina la falla de PC pero hay presencia de PCH y DC.
0+358.58	X			PC		X		13,4	2		
0+370		X		PCH			X	12	5	7	
0+450			X	DC		X		2,5	1,35	7.1	Predomina DC pero hay presencia de SB
0+500			X	BCH		X		3,7	2,3		Predomina BCH pero hay presencia de PA
0+510		X		PCH			X	22,3	7,2	7.20	
0+537			X	BCH			X	2,5	1,9		
0+550		X		PCH			X	17	4	7.0	
0+610			X	PCH	X			1,3	2,8	7.0	
0+650			X	BCH		X		0,9	0,8		
0+680			X	PA		X		2,6	0,7		
0+700	X			BCH		X		1,5	3	7.0	
0+724			X	PC		X		4	1,1		
0+750			X	CD				3	1,2		
0+810		X		FT			X	0,6	7		
0+853			X	BCH		X		4,2	3,5		Predomina BCH pero hay presencia de PC
0+907		X		PC			X	7	7		
1+090	X			BCH			X	6,4	1,3		
1+170			X	BCH			X	4	1		
1+405			X	PA		X		7,8	2,6		Predomina PA pero hay presencia de DC
1+420	X			PCH			X	2	4		
1+450		X		PC			X	8,5	6,5		
1+950	X			BCH			X	4,3	2,05	6.8	
2+240			X	DC		X		5,5	2,2		Predomina DC pero hay presencia de PA
2+270	X			PC		X		8	6	6.6	Predomina PC pero hay presencia de PA
2+380		X		SB			X	12,8	2,45		Predomina SB pero hay presencia de PC y BCH
2+397		X		PC		X		45	6	6.5	Predomina PC pero hay presencia de BCH
2+446		X		PC	X			50	6		Predomina PC pero hay presencia de FBD y PCH

Tabla 9. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+000)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VÍA		DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN								
FECHA		25/10/2019 - 26/10/2019								
UBICACIÓN		OCAÑA, NORTE DE SANTANDER								
ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
0+000				NINGUNA				50	6.0	



Es posible observar el buen estado al inicio de la vía objeto de estudio.

Tabla 10. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+070)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+070				NINGUNA				50	6.5



Tabla 11. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+120)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL									
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN								
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019								
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER								

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+120				NINGUNA				40	6.5



Tabla 12. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+175)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+175	X	X		PCH			X	15	4

Parche (PCH): La aplicación de parches refieren áreas donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado por material similar, utilizado para reparar la estructura (a nivel de concreto asfáltico o hasta los granulares), que incluye la instalación o reparación de algunas redes de servicios (acueducto, gas, etc.). Aunque en el momento de realizar la inspección no se encuentren daños, es preciso indicarlo en el informe por cuanto da cuenta de la existencia de un daño anterior y

su tamaño.

Al registrarlo estas intervenciones como parches en el informe final, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- Cuando el área a intervenir comprende el reemplazo total o parcial del espesor de concreto asfáltico, ésta se conoce como parcheo.
- Cuando se realiza el reemplazo parcial o total de granulares, dicha intervención se conoce como bacheo.

Tabla 13. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+280)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL									
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN								
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019								
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER								

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+280			X	PC		X		3.90	2.60

Piel de cocodrilo (PC): Comprende una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga, las cuales inician en el fondo de las capas asfálticas y en donde los esfuerzos de tracción son mayores. Su propagación inicia con una o varias fisuras longitudinales paralelas debida a la repetición de cargas de tránsito, que forman piezas angulares similar a la piel de un cocodrilo, piezas con un diámetro promedio menor a 30 cm.

Este tipo de daño suele presentar en áreas sometidas a altas cargas de tránsito,

pero también en áreas donde el espesor de las capas es deficiente, relacionados con otros mecanismos como problemas de drenaje con afectación de materiales granulares, compactación ineficiente de las capas, reparaciones mal ejecutadas y subrasantes expansivas, entre otras; su presencia en capas de material asfáltico colocadas sobre placas de concreto rígido, es poco frecuente.



Tabla 14. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+950)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+350	X			PC			X	8.58	4.35

Piel de cocodrilo (PC): Como se mencionó anterior, el pavimento suele presentar patrones irregulares con un diámetro promedio menor a 30 cm, muy similares a la piel de estos réptiles, las cuales suelen presentarse en área expuestas a repeticiones de carga. Zonas donde la fisuración se inicia en las capas asfálticas con esfuerzos de tracción que se encuentran bajo la acción de las cargas, las cuales se expanden a la superficie observándose fisuras longitudinales paralelas.

Estas deformaciones están relacionadas también con problemas de drenaje que producen un impacto negativo en los materiales granulares, en el estado de compactación de las capas, o en reparaciones mal ejecutadas y subrasantes expansivas, y en capas de material asfáltico colocadas sobre placas de concreto rígido, aunque en estas últimas es poco frecuente.



Tabla 15. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+358.58)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+358.58	X			PC			X	13.40	2.0

Piel de cocodrilo (PC): Se presenta en zonas con altas cargas de tránsito y la acción repetitiva de este, observándose en el pavimento la presencia de patrones irregulares similar a los encontrados en los cocodrilos, los cuales muestran formas angulares, que se propagan debido a una mayor presencia de esfuerzos de tracción generada por la acción de las cargas. El tamaño de estas figuras regulares es menor a 30 cm.

Este daño puede presentarse incluso en zonas no relacionadas con fallas estructurales, como son problemas con materiales granulares en drenajes, fallas en la compactación de las capas, reparaciones deficientes y subrasantes expansivas, entre otras; o en donde se han instalado capas de material asfáltico sobre placas de concreto rígido, aunque su presencia es poco frecuente en este último caso.



Tabla 16. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+370)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+370		X	X	PCH				12	5.0

Parche (PCH): Se presentan en parejas intervenidas a nivel de capas asfálticas, restaurando su estructura empleando materiales similares, incluyendo la reparación de algunas redes de servicios (acueducto, gas, etc.), para lo cual se tiene en cuenta su extensión o tamaño, consignando dichos valores y descripción en el informe, datos recopilados en el trabajo de campo. En casos donde la intervención se dé a nivel de estructuras granulares, se le denomina bacheo.

Tabla 17. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+450)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+450			X	DC				2.50	1.35

Descascaramiento (DC): Refiere el desprendimiento de una porción de la capa asfáltica, presentada a nivel superficial, por lo que no afecta las capas subyacentes.



Tabla 18. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+500)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL									
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN								
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019								
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER								
ABSCISA	CARRIL			SEVERIDAD	DAÑO				

	I	C	D	TIPO DE FALLA	B	M	A	LARGO	ANCHO
0+500			X	BCH	X			3.70	2.30

Baches (BCH): Es la pérdida total de la carpeta asfáltica y las subyacentes por lo que es posible observar los materiales granulares, que conlleva finalmente a aumento de la profundidad y del área afectada por acción del tránsito. En esta misma clasificación se encuentra el ojo de pescado, que son baches de forma circular, profunda y diámetro variable, con bordes generados de la deficiencia localizada en las capas estructurales.



Tabla 19. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+510)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
0+510		X		PCH				22.30	7.20	

Parche (PCH): Se presenta en zonas con deficiencias en la estructura a nivel de concreto asfáltico y granulares, incluso en áreas intervenidas por la reparación o instalación de redes de servicios, para lo cual es necesario remover y reemplazar el material existente con uno de características y calidad similares. La extensión del daño permite determinar la dimensión de daños anteriores, es necesario reportar esta información en el trabajo de campo y registrarlo en el formato de caracterización de la vía. En este sentido, es necesario distinguir el tipo de daño, es decir, si se trata del reemplazo del espesor parcial o total de concreto asfáltico es un parche; y si es en una capa granular, se debe referenciar como bacheo.



Tabla 20. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+537)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+537			X	BCH		X		2.50	1.90

Baches (BCH): Es la pérdida total de la capa asfáltica con alta exposición de material granulado, que puede llevar a un aumento en la dimensión del área dañada, causada generalmente por el accionar del tránsito. Se encuentra otro tipo de daño dentro de esta clasificación, conocido como ojos de pescado los cuales tienen una forma redondeada y profundidad variable, con bordes definidos resultantes de la deficiencia de las capas estructurales.



Tabla 21. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+550)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
0+550		X	X	PCH	X			17	4.0	

Parche (PCH): Los parches son áreas intervenidas de pavimento donde la capa asfáltica ha sido removida y reemplazada por materiales similares, reparaciones estructurales superficiales o profundas (a nivel granular), o en zonas que han sido intervenidas para la instalación o reparación de alguna red de servicios públicos.

Dentro de esta clasificación es necesario diferenciar durante la inspección y registro, la forma y profundidad, si el reemplazo se realizó solo a la capa asfáltica se denomina parcheo y si llegó a niveles más profundos con desprendimiento granular, se conoce como bacheo.

Tabla 22. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+570)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL									
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN								
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019								
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER								

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+570				NINGUNA				30	7.0



Tabla 23. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+610)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+610			X	PCH	X			1.30	2.80

Parche (PCH): Son áreas que han sufrido reemplazo de material asfáltico o granular, profundos (baches) o superficiales (parches), con insumos de características y calidad similar al anterior, presentados generalmente por reparaciones o instalaciones de servicios públicos practicadas, o por la acción del tránsito.

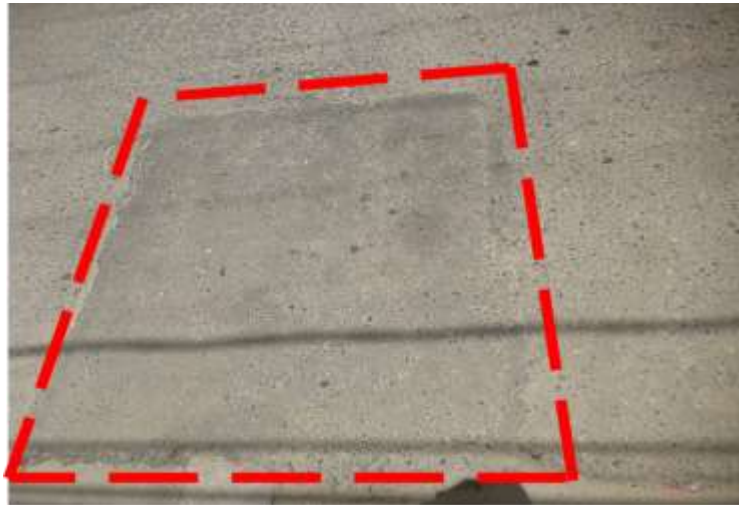


Tabla 24. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+650)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL									
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN								
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019								
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER								

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+650			X	BCH		X		0.9	0.8

Baches (BCH): Los baches son áreas intervenidas debido a la pérdida profunda de la carpeta asfáltica y materiales granulares, que afectan en gran manera el estado de la vía, que pueden expandirse por la acción del tránsito. Otro tipo de daño, son los ojos de pescado, que son baches de forma redondeada y profundidad variable, con bordes definidos con deficiencia localizada en las capas estructurales.



Tabla 25. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+680)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL									
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN								
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019								
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER								

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+680			X	PA		X		2.60	0.70

Pérdida de agregado (PA). Desintegración de la capa de rodadura por pérdida gradual de agregados, que conlleva a una superficie más rugosa y exposición de materiales granulares, agravado por el accionar del tránsito y eventos climáticos. Aunque es común el daño superficial, suelen presentarse estrías en la dirección del riego, los cuales se registran como surcos.



Tabla 26. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+700)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
0+700	X			BCH		X		1.50	3.0	

Baches (BCH): Pérdida de la carpeta asfáltica y posterior desprendimiento del material granular, que con el accionar de tránsito, el área afectada suele incrementarse. Los baches con forma redonda y profunda, se reconocen como ojos de pescado, con bordes característicos resultantes de capas estructurales deficientes.



Tabla 27. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+724)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
0+724			X	PC		X		4.0	1.10	

Piel de cocodrilo (PC): Daños que comprende un conjunto de formas irregulares, similar a la piel de un cocodrilo, debidas en parte a las cargas de tránsito y esfuerzos de tracción. La fisuración presentada se propaga superficialmente con una o más fisuras longitudinales paralelas, generalmente su tamaño es inferior a 30 centímetros.

Adicional a las cargas de tránsito, también se encuentran en áreas con problemas de drenaje, compactación ineficiente de las capas, reparaciones mal ejecutadas y subrasantes expansivas, etc., incluso en capas de material asfáltico colocadas sobre placas de concreto rígido.

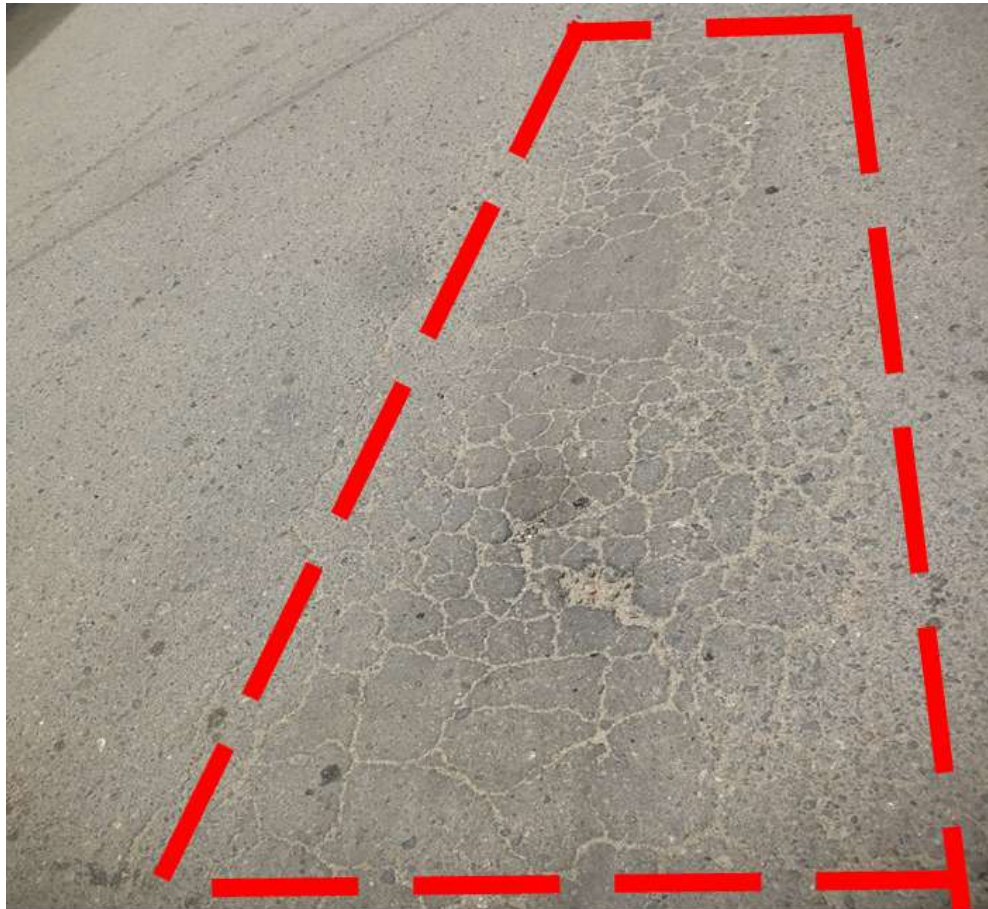


Tabla 28. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 0+750)

ORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
0+750			X	CD				3.0	1.20	

Cabezas duras (CD). Hace referencia a la presencia de agregados expuestos fuera del mortero arena-asfalto, con riesgo de aumento de la rugosidad del pavimento, provocando ruido excesivo para el conductor.



Tabla 29. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+810)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL									
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN								
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019								
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER								
ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+810		X		FT			X	0.6	7.0

Fisuras longitudinales y transversales (FL, FT): Son aquellas discontinuidades en la carpeta asfáltica, en la misma dirección del tránsito o transversales a él, causadas por los esfuerzos de tensión en alguna de las capas, que superan la resistencia del material afectado. Las fisuras en el carril son un buen indicativo de la causa que las generó, mientras que las observadas en zonas sujetas a carga se relacionan con problemas de fatiga en toda o parte de la estructura.



Tabla 30. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+853)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL									
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN								
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019								
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER								

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
0+853			X	BCH		X		4.20	3.50

Baches (BCH): Comprende la pérdida total de la carpeta asfáltica que llega a la capa granular, cuya pérdida de material corre el riesgo de incrementar el área afectada. El accionar del tránsito es el principal causante de estos, baches redondos y de profundidad variable, con bordes definidos, son reconocidos como ojos de pescados, resultantes de una deficiencia localizada en las capas estructurales.



Tabla 31. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+907)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									
	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
ABSCISA	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
0+907		X		PC			X	7.0	7.0	

Piel de cocodrilo (PC): Corresponde a una serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga. La fisuración tiende a iniciarse en el fondo de las capas asfálticas, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de las cargas. Las fisuras se propagan a la superficie inicialmente como una o más fisuras longitudinales paralelas. Ante la repetición de cargas de tránsito, las fisuras se propagan formando piezas angulares que desarrollan un modelo parecido a la piel de un cocodrilo. Tales piezas tienen por lo general un diámetro promedio menor que 30 cm.

La piel de cocodrilo ocurre generalmente en áreas que están sometidas a cargas de tránsito, sin embargo, es usual encontrar este daño en otras zonas donde se han generado deformaciones en el pavimento que no están relacionadas con la falla estructural (por tránsito o por deficiencia de espesor de las capas) sino con otros mecanismos como por ejemplo problemas de drenaje que afectan los materiales granulares, falta de compactación de las capas, reparaciones mal ejecutadas y subrasantes expansivas, entre otras. Este tipo de daño no es común en capas de material asfáltico colocadas sobre placas de concreto rígido.



Tabla 32. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 1+090)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
1+090	X			BCH			X	6.40	1.30	

Baches (BCH): Desintegración de la carpeta asfáltica cuya pérdida total deja expuestos materiales granulares lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito. Dentro de este tipo de deterioro se encuentran los ojos de pescado que corresponden a baches de forma redondeada y profundidad variable, con bordes bien definidos que resultan de una deficiencia localizada en las capas estructurales.





Tabla 33. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 1+170)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
1+170			X	BCH			X	4.0	1.0	

Baches (BCH): Desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito. Dentro de este tipo de deterioro se encuentran los ojos de pescado que corresponden a baches de forma redondeada y profundidad variable, con bordes bien definidos que resultan de una deficiencia localizada en las capas estructurales.



Tabla 34. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 1+180)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
1+180				NINGUNA				120	6.5





Tabla 35. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+405)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
1+405			X	PA	X			7.80	2.60

Pérdida de agregado (PA). Conocida también como desintegración, corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados, haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos. Este tipo de daño es común en tratamientos superficiales, caso en el que pueden aparecer estrías en la dirección del riego y debe ser reportado como surcos.





Tabla 36. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+420)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL									
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN								
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019								
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER								

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
1+420	X			PCH				2.0	4.0

Parche (PCH). Los parches son áreas donde el pavimento o carpeta asfáltica ha sido reemplazada con materiales de características y calidad similar a la instalada o aplicada inicialmente. Si el daño se observa superficialmente en la capa asfáltica

se reconoce como parche, generalmente de poca profundidad, si llega a las capas subyacentes se hace referencia a baches.



Tabla 37. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 0+450)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
1+450		X		PC				8.5	6.5	

Piel de cocodrilo (PC): Comprende un conjunto de fisuras irregulares que se propagan gracias a los esfuerzos de tracción generados por la acción de las cargas. Se extienden de forma longitudinal y paralela. Se distinguen los parches de otros daños debido a la profundidad, pues estos son inferiores a 30 cm, mientras que los baches son mayores a estos.



Tabla 38. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 1+950)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
1+950	X			BCH		X		4.30	2.05	

Baches (BCH): Es la desintegración total de la carpeta asfáltica con exposición de los materiales granulares, área que suele incrementarse y expandirse por la acción del tránsito. Algunos presentan bordes definidos, forma circular y variaciones en la profundidad, por lo que se conocen como ojos de pescado debido a deficiencias en las capas.





Tabla 39. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 2+240)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									
ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
2+240			X	DC		X		5.50	2.20	

Descascaramiento (DC): Hace referencia al desprendimiento de la capa asfáltica superficial, que no afecta las capas subyacentes.



Tabla 40. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 2+270)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	
2+270		X		PC	X			80	6.0	

Piel de cocodrilo (PC): Son fisuras de forma irregular similar a la piel de estos reptiles, localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga, generalmente observadas en el fondo de las capas asfálticas, donde se presentan esfuerzos de tracción mayores bajo la acción de las cargas. El diámetro promedio de estas formas es de 30 cm o menos.

Suelen observarse también en áreas con problemas de drenaje, compactación deficiente, reparaciones mal ejecutadas y subrasantes expansivas, etc., poco común en capas asfálticas sobrepuestas en placas de concreto rígido.



Tabla 41. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10, (Abcisa 2+380)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									
ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO		
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO	

2+380	X			SB		X	12.80	2.45	
-------	---	--	--	----	--	---	-------	------	--

Separación de la berma (SB). Daño que produce mayor separación de la junta existente entre la calzada y la berma, que favorece la filtración de agua hacia las capas subyacentes, provocando finalmente su deterioro.



Tabla 42. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 2+397)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
2+397		X		PC		X		45	6.0

Piel de cocodrilo (PC): Comprende un conjunto de fisuras interconectadas, de forma irregular con un diámetro promedio de 30 cm, presentadas por el accionar del tránsito y los esfuerzos de tracción de las cargas. Pueden encontrarse también en zonas intervenidas (reparaciones y expansión de subrasante), compactación deficiente, calidad de materiales granulares, etc.

Tabla 43. Caracterización vial Avda. Francisco Fernández, Calle 7 a Carrera 10,
(Abcisa 2+446)

FORMATO CARACTERIZACION VIAL										
NOMBRE DE LA VIA	DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN									
FECHA	25/10/2019 - 26/10/2019									
UBICACIÓN	OCAÑA, NORTE DE SANTANDER									

ABSCISA	CARRIL			TIPO DE FALLA	SEVERIDAD			DAÑO	
	I	C	D		B	M	A	LARGO	ANCHO
2+446		X		PC	X			50	6.0

Piel de cocodrilo (PC): Comprende una serie de fisuras interconectadas, longitudinales y paralelas, con patrones irregulares, localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga y esfuerzos de tracción, que se propagan superficialmente, el diámetro promedio de las formas es de 30 cm o menos.

Se presentan también en zonas que han sufrido algún tipo de problema, reparación o intervención en las capas asfálticas o subyacentes, poco común en capas asfálticas colocadas sobre placas de concreto rígido.





5.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 2: ESTANDARIZACIÓN DE SOLUCIONES U OBRAS DE REHABILITACIÓN Y/O MANTENIMIENTO DE LA VÍA

De acuerdo a los resultados anteriores, en este proyecto se proponen soluciones para atender los deterioros tipo A, que comprenden vías alternas específicamente en aquellas donde el nivel de tránsito va de medio a alto, para lo cual se tienen en cuenta las cargas de tránsito, las condiciones ambientales, el tiempo, la capa de rodadura, la base asfáltica, los detalles constructivos y económicos, y los materiales (calidad), las cuales se requieren conocer para así establecer un método de diseño. (Rondón Quintana & Reyes Lizcano, 2007)

Según Jugo (2005), un punto óptimo de rehabilitación es cuando el pavimento presenta una disminución del 40% de su calidad, en donde los deterioros han afectado a un 75% de la vida útil del pavimento, debido en parte a las cargas de tránsito y las condiciones climáticas, lo que se traduce en costos moderados frente a los altos costos económicos que implicaría la reconstrucción.

Para el desarrollo de estas actividades, se tiene en cuenta la siguiente información, además del procedimiento propuesto por el INVÍAS para el mejoramiento de las vías terciarias.

- Si la capacidad portante de la subrasante es menor al 3%, debe considerarse apoyar la estructura vial sobre una subrasante mejorada con una CBR mínima de 4%.
- La pendiente longitudinal, la cual se tiene en cuenta para aplicación de soluciones de placa huella con índices superiores al 10%, y valores por debajo de este, se consideran otras alternativas.
- El período de diseño es de 10 años.
- El tránsito promedio diario es de 2.300 a 2.500 vehículos.
- El índice de rugosidad por kilómetro es inferior a 5.0.

Tabla 11. Propuestas de solución por tipo de falla, técnicas, materiales y herramientas

Falla	Actividades a realizar	Mezcla	Técnica	Elementos geométricos a atender	Materiales
Fisuras en bloque	Retiro de material afectado, teniendo en cuenta características mecánicas del nuevo material.	Frío o caliente	Sobrecapa estructural. Fresado y sobrecapa. Remoción y reemplazo de capas.	Bahías Bermas Drenaje superficial Áreas verdes Pavimento	Asfalto modificado con polímeros, o asfalto caucho. Malla Geotextil de refuerzo. Emulsión asfáltica. Silicona Insertos preformados de neopreno
Fisuras transversales	Retiro de material afectado, reparación o parcheo en casos graves.	Frío.	Sellado de fisuras. Renivelación con sobrecarga.		
Fisuras longitudinales	Sellado de fisuras y retiro de material para casos graves en los que se precisa la reconstrucción.		Sellado de fisuras. Parcheo parcial.		
Ahuellamiento	Actividades de refuerzo, o reconstrucción de capas granulares o asfálticas de la vía.		Fresado de sobrecapa. Sobrecapa estructural.		

Falla	Actividades a realizar	Mezcla	Técnica	Elementos geométricos a atender	Materiales
Pérdida de ligante y agregados finos.	Se realizan tratamientos superficiales mejorar la adherencia del bitumen con el agregado. Retiro de material en casos severas, colocación de nueva mezcla.				
Parcheos	Remoción de material.		Parcheo en superficies de rodadura		
Piel de cocodrilo	Remoción de material.		Parcheo parcial o profundo. Sobrecarpeta		

Adicional a las actividades anteriores, se suma el mantenimiento rutinario el cual comprende actividades de rocería y limpieza de la vía, que comprende limpieza de vegetación, hierbas y arbustos, con el fin de dar mayor visibilidad y prevenir la obstrucción en drenaje superficial.

Como procedimientos de seguridad, establecer cierres necesarios de pista o calzada para facilitar el trabajo de los operarios en la reconstrucción del pavimento y así también brindar la seguridad necesaria para que los peatones circulen por el lugar y también los vehículos que transiten por el mismo.

5.4 OBJETIVO ESPECÍFICO 3: PROPUESTA DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO DE REHABILITACIÓN Y/O MANTENIMIENTO

Una vez se obtuvo el levantamiento de daños en todo el tramo de la vía, se inicia el procesamiento y el análisis de la información de campo, con el fin de conseguir los resultados de la inspección visual de daños realizada. Con la información recolectada en los formatos de campo se procede analizar la información agrupando los daños encontrados por tipo de deterioro, severidad y por tramos de 500 m, en una hoja de cálculo, donde se calculan los porcentajes de afectación general por toda la vía, con el fin de establecer los daños más frecuentes, los tramos más afectados y las áreas totales de daños.

Calculo para el análisis y procesamiento de datos

Tabla 44. Inventario de fallas

TRAMOS	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	AREA TOTAL	DAÑOS EN EL PAVIMENTO																TOTAL DE AFECTACION											
				PCH				PA				PC				FF				CB				BCH		M2	POR TRAMO				
				B	M	A	O	M	A	O	M	A	O	M	A	O	M	A	O	M	A	O	M	A	O			M	A	O	
T1	P 0-500	P 500	250	60	60					30.0			64.0	13.30													107.64	4.30			
T2	P 500	P 1000	500	71.0	60.0			1.0				4.4	4.0												1.0	240.0	48.0	9.60			
T3	P 1000	P 1500	500																										2.85		
T4	P 1500	P 2000	500																										8.77		
T5	P 2000	P 2500	500																										25.25		
AREA TOTAL INSPECCIONADA			8250																	AREA TOTAL AFECTADA(M2) Y PORCENTAJE DE AFECTACION(%)		1586.7	19.23								
ANCHO DE CALZADA			6.5																												
AREA TOTAL AFECTADA POR SEVERIDAD Y POR DAÑO M2				0.00	200.00	0.00	0.00	22.00	0.00	300.00	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AREA TOTAL AFECTADA POR DAÑO M2				0.00	200.00	0.00	0.00	22.00	0.00	300.00	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO DEL DAÑO DENTRO DEL AREA INSPECCIONADA SEGUN				0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
PESO TOTAL DEL DAÑO DENTRO DEL AREA TOTAL INSPECCIONADA (%)				2.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles (INVIAS). AUTOR

Área total inspeccionada de vía

El área total inspeccionada de la vía es el siguiente: 16.250 m²

Área de afectación total de vía

El área total de afectación inspeccionada de la vía es el siguiente: 1.308,3 m²

Porcentaje de afectación de la vía

El porcentaje de afectación por tramos y sumándolos para así obtener el porcentaje de afectación total el cual para la vía estudiada es el siguiente: 8,05%.

Deterioros más frecuentes en la vía

El deterioro más frecuente encontrado en la vía es el siguiente: PIEL DE COCODRILO (PC) severidad MEDIA, con un porcentaje de afectación de 1,98% equivalente a 322,4 m² de los 16.250 m² del tramo inspeccionado.

Porcentaje de afectación producido por los deterioros más frecuentes de la vía

El porcentaje de afectación producido en la vía, para cada uno de los daños y sus severidades más frecuentes encontradas y con una sumatoria de los mismos, es el siguiente:

PARCHE

Severidad Alta: 0,05%

Severidad Baja: 0,81%

Severidad Media: 1,36%

Total: 2,2%

PIEL DE COCODRILO

Severidad Alta: 1,04 %

Severidad Media: 1,91 %

Severidad Baja: 1,98%

Total: 4,93%

Deterioros menos frecuentes encontrados en la vía

El deterioro menos frecuente encontrado en la vía es el siguiente:

CABEZA DURA

No tiene severidad y el porcentaje es 0,02%

FISURA TRANSVERSAL

Severidad Alta: 0,03%

Los tramos de vía más afectados son los siguientes:

Tramo 1: comprendido entre el P0+ 000 al 0 + 500 con un área de daños de 197,64 m², y un porcentaje de afectación de 6,08%.

Tramo 2: comprendido entre el P0+ 500 al 1+ 000 con un área de daños de 344,5 m², y un porcentaje de afectación de 10,60 %.

Tramo 3: comprendido entre el P1+ 000 al 1+ 500 con un área de daños de 95,85 m², y un porcentaje de afectación de 2,95 %.

Tramo 4: comprendido entre el P1+ 500 al 2+ 000 con un área de daños de 8,82 m², y un porcentaje de afectación de 0,27 %.

Tramo 5: comprendido entre el P2+ 000 al 2+ 500 con un área de daños de 661,46 m², y un porcentaje de afectación de 20,35 %.

Los tramos de vía menos afectados son los siguientes:

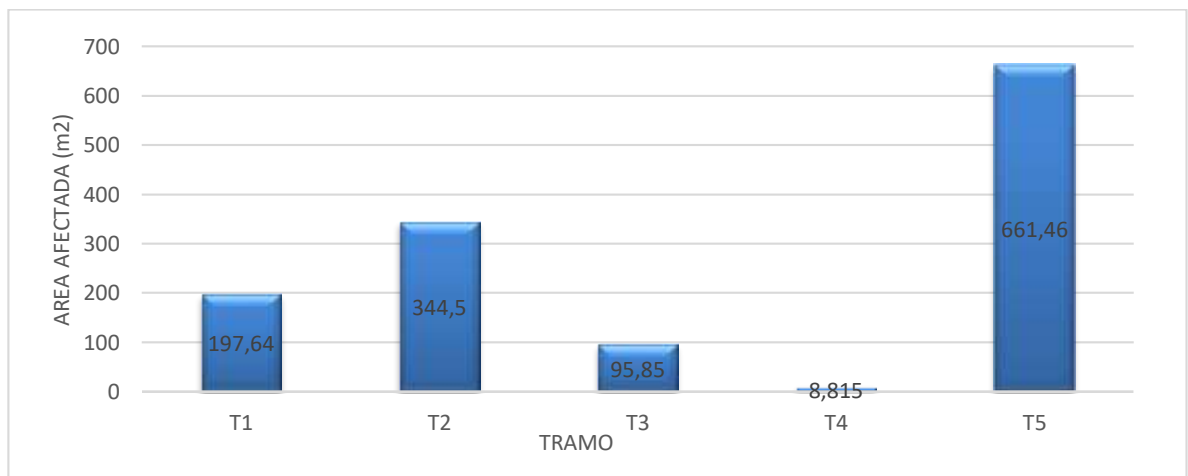
Tramo 4: comprendido entre el P1+ 500 al 2+ 000 con un área de daños de 8,81 m², y un porcentaje de afectación de 0,27 %.

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS Y AREAS AFECTADAS DE LA VÍA

En las siguientes graficas podemos observar las distribuciones de daños y áreas afectadas para los tramos del sector en estudio, en donde cada tramo estudiado cuenta con una longitud de 500 m, y un ancho promedio de 6,5 m, para un área aproximada de 3250 m², cada tramo está comprendido de la siguiente manera:

- Tramo 1 (T1): comprende del PR 0+000 al PR 0+500
- Tramo 2 (T2): comprende del PR 0+500 al PR 1+000
- Tramo 3 (T3): comprende del PR 1+000 al PR 1+500
- Tramo 4 (T4): comprende del PR 1+500 al PR 2+000
- Tramo 5 (T5): comprende del PR 2+000 al PR 2+500

Grafica 1. Grafica de área afectada por tramos.



Fuente: Nixon Sepúlveda Arévalo

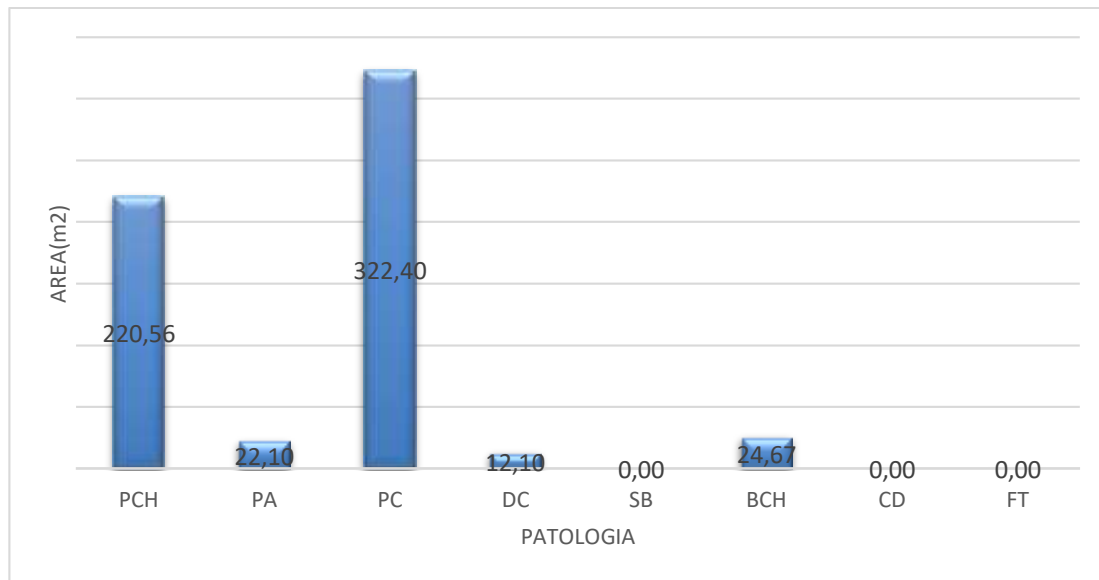
Como podemos observar en la gráfica, representamos la afectación de cada tramo en un diagrama de barras, del cual podemos deducir que los tramos T1-T2-T3-T4-T5, el área afectada es considerable toda vez que sumando de las aéreas de dichos tramos tenemos un área afectada de 1.308,3 m², siendo este el 8,05 % de afectación de la vía.

En el tramo T4, podemos observar que este cuenta con un área afectada de 8,82

m2 y con un porcentaje de 0,27% del total del área afectada por tramo siendo este el tramo con menor número de fallas encontradas.

DISTRIBUCION DE DAÑOS POR SEVERIDAD

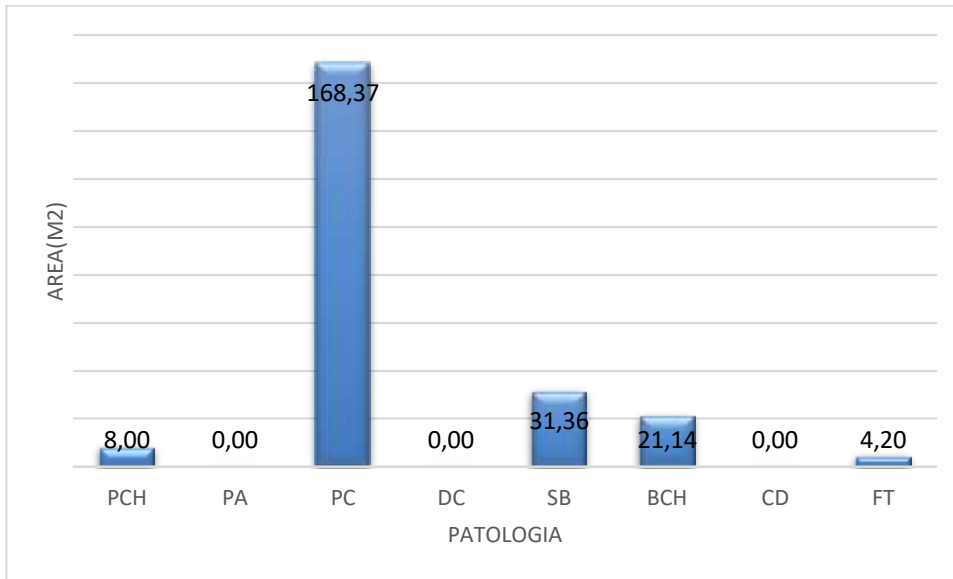
Grafica 2. Grafica de severidad media de los daños encontrados.



Fuente: Nixon Sepúlveda Arévalo

Esta grafica nos ilustra la distribución de los tipos de daños encontrados que presentan una severidad media, en los cuales observamos que el daño que más presenta este tipo de severidad es Piel de cocodrilo (PC) con un área de 322,40 m2 y un porcentaje de 1,98% del porcentaje total inspeccionado, siguiendo con el daño tipo Parche (PCH) con un área de 220,56 m2 y un porcentaje de 1,36% del porcentaje total inspeccionado, siguiendo con la falla tipo Bache(BCH) con un área de 24,67m2 y un porcentaje de 0,15% , La siguiente falla es Perdida de Agregados (PA) con un área de 22,1 m2 y un porcentaje del 0.14% del porcentaje total inspeccionado, Con un área y porcentaje menor se encuentra el daño tipo Descascaramiento(DC) con un área de 12,1m2 y un porcentaje 0,07% del total inspeccionado.

Grafica 3. Grafica de severidad alta de los daños encontrados.



Fuente: Nixon Sepúlveda Arévalo

Esta grafica nos ilustra la distribución de los tipos de daños encontrados que presentan una severidad alta, en los cuales observamos que el daño que más presenta este tipo de severidad es Piel de cocodrilo (PC) con un área de 168,37 m² y un porcentaje de 1,04% del porcentaje total inspeccionado seguido por Separación de la Berma (SB) con un área de 31,36 m² y un porcentaje de 0,19% del porcentaje total inspeccionado, siguiendo con el daño de Baches(BCH) con un área de 21,14 m² y un porcentaje de 0,13 % del porcentaje total inspeccionado y después se encuentra Parche(PCH) con un área de 8,00 m² y un porcentaje de 0,05% seguido por Fisura Transversal con un área de 4,20 m² y un porcentaje de 0,03.

DATOS DEL ESTUDIO					
ECUACION %CBR = 761*(IPDC ^{-2,026})					
PRUEBA	LOCALIZACION	INDICE PDC	LOG (PDC)	%CBR	LOG %CBR
1	PR 0+030 BARRIO LOS LAGOS	8,5	0,929	9,9	1,00
2	PR 1+000 BARRIO EL LANDIA	7,1	0,851	14,3	1,16
3	PR 1+300 BARRIO JUAN XXIII	8,1	0,908	11	1,04
4	PR 1+800 BARRIO JUAN XXIII	7,5	0,875	12	1,08
5	PR 2+500 BARRIO EL TEJARITO	7	0,845	14	1,15

Tabla 13. Valores CBR

FUENTE: AUTORES

Con los datos anteriores escogemos como CBR de diseño el menor en el cual se obtiene el CBR de 9,9% aprox.10.00 %

DISEÑO MÉTODO AASHTO.

VARIABLES DE DISEÑO.

CONFIABILIDAD (R):

Para el tramo en estudio se tomó un **R de 85%**, esto debido al tipo de vía que para este caso es Urbana y se clasifica como arteria principal por lo que la confiabilidad deseada oscila entre (80% - 99%), estando 85% entre el rango deseado.

NIVELES DE CONFIABILIDAD RECOMENDADOS POR AASHTO

Clasificación funcional de la vía	Nivel recomendado de confiabilidad (%)	
	Urbana	Rural
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

DESVIACIÓN ESTANDAR (So).

Para esta variable que se encuentra en función del pavimento y con las predicciones del tránsito. Para el presente estudio se toma un valor de 0.49.

CRITERIOS DE DESEMPEÑO.

SERVICIABILIDAD FINAL (Pt).

Para este concepto de serviciabilidad se toma un **valor final de 2.0** antes de la rehabilitación de la vía, adoptando así valores de Serviciabilidad Inicial PI = 4.5 y Serviciabilidad Final = 2.5, toda vez que esta se mide con el índice presente de serviciabilidad (PSI), que oscila de 1 a 5, siendo 1 el camino imposible o en muy mal estado y 5 el camino con condiciones perfectas.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES.

MODULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE.

Con el CBR de diseño hallado con los datos de los ensayos realizados en campo de PDC y los obtenidos en laboratorios, se procede a calcular el Modulo de Resiliencia

Se eligió como Modulo Resiliente de la subrasante 11.400 PSI. Con base en la ecuación:

$$MR (PSI) = 2.555 \times (CBR)^{0.65}$$

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DEL CONCRETO ASFALTICO, BASE (a2) Y SUBBASE (a3).

Para el coeficiente estructural del Concreto Asfaltico, Base Granular y la Subbase Granular se toma como referencia lo estipulado en las especificaciones técnicas

para construcción de carreteras del INVIAS Artículo 450 y Artículo 330. Teniendo así un módulo de elasticidad de la mezcla superior de 450.000 PSI y un coeficiente estructural para este tipo de capa de 0.44, así mismo CRB mínimo de 80% para la capa de Base Granular y con un coeficiente esperado de 0.14 pulgadas y para la capa de Subbase Granular un CBR mínimo de 30% con un coeficiente esperado de 0.11 pulgadas.

Coefficientes estructurales de capa (a_p)

➤ Valores promedio de coeficientes estructurales

—Mezcla asfáltica densa en caliente: 0.44/pulgada

—Base de grava y piedra partida: 0.14/pulgada

—Subbase granular: 0.11/pulgada

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO ESTRUCTURAL.

Para el cálculo y determinación del número estructural se utilizó el programa desarrollado por el Ing. Luís Ricardo Vázquez Varela.

A continuación, se ilustran los datos adoptados anteriormente calculados que fueron ingresados al programa para realizar los cálculos de los Números estructurales para cada una de las capas a emplearse dentro del diseño de la estructura del pavimento.

CALCULO SN

Número de ejes equivalentes de 8.2 toneladas (W18):	169170
Confiabledad (R):	0.85
Desviación Estándar (So):	0.49
Δ PSI:	2.0
Mr de la Subrasante:	11.400 PSI

SN: 2.13

CÁLCULO DE ESPEORES.

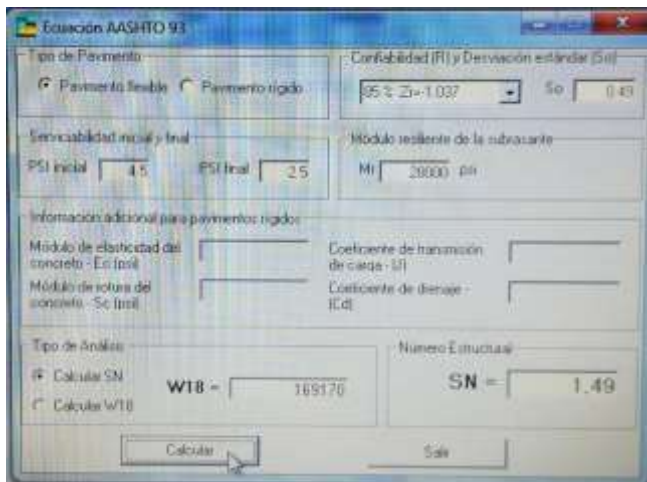
Para el cálculo de los espesores se debe tener en cuenta los siguientes espesores mínimos:

Espesores mínimos (pulgadas)

N	CONCRETO ASFALTICO	BASE GRANULAR
Menos de 50.000	1.0 o Tratamiento Superficial	4
50.001 – 150.000	2.0	4
150.001 – 500.000	2.5	4
500.001 – 2.000.000	3.0	6
2.000.001 – 7.000.000	3.5	6
Más de 7.000.000	4.0	6

CALCULO SN1

Calculo SN1 programa



SN1 = 1.49 Con Mr Base = 28000 PSI

$D1 = 1.49 / 0.44 = 3.39 > 2.5$ Ok (Tabla espesores mínimo)

$D1^* = 3.5$ pulgadas $D1^* = 8.89$ centímetros

$SN1^* = (D1^*) * a1 = 3.5 * 0.44 = 1.54$

CALCULO SN2

Calculo SN2 programa



SN2 = 1.97 Con Mr Subbase = 14000 PSI

$$D2 = (SN2 - SN1^*) / (a2 * m2)$$

$$D2 = (1.97 - 1.54) / (0.14 * 0.6) = > 4 \text{ (Tabla espesores mínimo),}$$

$$D2^* = 5.1 \text{ pulgadas} \quad D^*2 = 12.95 \text{ centímetros}$$

$$SN2^* = (D2^*) * (a2 * m2) = 5.1 * 0.14 * 0.6 = 0.43$$

CALCULO SN3

$$D3 = (SN - (SN1^* + SN2^*)) / (a3 * m3) = (2.13 - (1.54 + 0.43)) / (0.11 * 0.6) \quad D3 = 2.42$$

$$D3^* = 2.5 \text{ plg}$$

$$SN3^* = (D3^*) * (0.11 * 0.6) = 2.5 * 0.11 * 0.6 = 0.165 \quad D^*3 = 6.35 \text{ centímetros}$$

VERIFICACIÓN

$$SN1^* + SN2^* + SN3^* = 1.54 + 0.43 + 0.165 = 2.135 > 2.13 \quad \text{Ok}$$

La estructura teórica calculada es la siguiente:

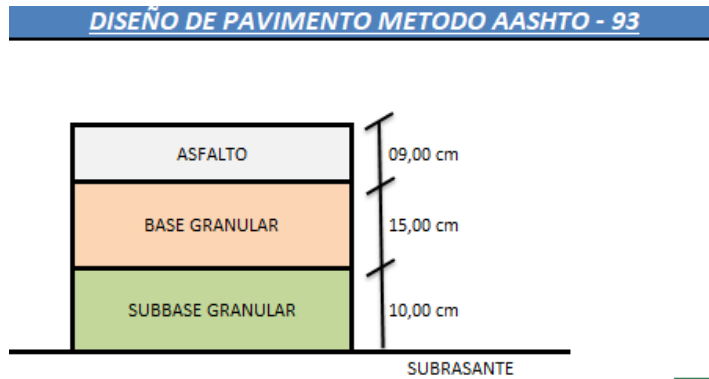
Concreto Asfáltico: 8.89 cm.

Base Granular: 12.95 cm.

Subbase Granular: 6.35 cm.

La estructura propuesta por los investigadores es la siguiente:

Concreto Asfáltico: 9 cm.
Base Granular: 15 cm.
Subbase Granular: 10 cm.



5.5 OBJETIVO ESPECÍFICO 4: PRESUPUESTO

En el presente apartado se describe el presupuesto de intervención para las actividades de rehabilitación y mantenimiento preventivo y correctivo, lo cual incluye el total del área a intervenir por cada tipo de daño.

Otro aspecto relevante en la selección de diseño son el período de diseño, el crecimiento y la distribución vehicular, en el presente caso se trata de una vía terciaria, para lo cual los espesores adaptados en el presupuesto se tomaron en base a las tablas generadas por la AASHTO – INVÍAS, listadas en el Manual de diseño de pavimentos de bajo, mediano y alto tránsito (Londoño Naranjo & Álvarez Pabón, 2008), no obstante mediciones y cálculos precisos requieren de inspecciones apoyadas en diferentes tecnologías, vehículos y personal auxiliar, complementados estos con ensayos (toma de muestra) del pavimento y los resultados gráficos generados por el deflectómetro de impacto, entre otros equipos.

Tabla 45. Unidades de medida y área total de daños a intervenir

TRAMOS	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	ÁREA TOTAL	DAÑOS EN EL PAVIMENTO																TOTAL DE AFECTACION POR TRAMO								
				PCB				PA				PC				CB					BCH							
				B	M	A	D	B	M	A	D	B	M	A	D	B	M	A	D									
T1	P 5+000	P 5+500	3250	88	88							1014				1432	130							16	2000	1500	10744	8,00
T2	P 5+500	P 5+800	1750	718	803																						2442	8,00
T3	P 5+800	P 5+900	1750			8	28,30									1024											2645	2,80
T4	P 5+900	P 5+950	1250																								838	8,00
T5	P 5+950	P 5+990	1750																								1614	8,00
ÁREA TOTAL INSPECCIONADA			8250																	13862	8,00							
ANCHO DE CALZADA			8,5																									
ÁREA TOTAL AFECTADA POR SEVERIDAD Y POR DAÑO M2				11941	22081	838	0,80	22,00	8,00	2804	22240	8820	0,80	11,90	6,00	4,20	4,20	6,00	2436	3,80	200	2400	24					
ÁREA TOTAL AFECTADA POR TRAMO M2				2623						2031																		
PESO DEL DAÑO DENTRO DEL ÁREA INSPECCIONADA SEGUN				0,80	1,30	0,28	1	1,41	1,91	1,93	1,04	0,82	0,27				0,82	0,18	1,10									
PESO TOTAL DEL DAÑO DENTRO DEL ÁREA TOTAL INSPECCIONADA (%)				2,2			8,9			4,83			8,0	0,82			8,9	0,82	0,432									

Fuente: Autor del proyecto

En la tabla anterior se puede observar el total de área a intervenir en el tramo o tramos afectados, teniendo en cuenta las unidades de medición para cada uno de los deterioros.

Pese a la inspección visual, se precisa de información específica complementaria a los datos recopilados en el trabajo de campo, como son un estudio del suelo, toma de muestra y aplicación de ensayos para el cálculo del CBR, la serviciabilidad inicial y el cálculo del servicio final de la vía, entre otras variables, las cuales deben combinarse para generar alternativas de solución precisas (factor camión, tránsito promedio diario, crecimiento vehicular, información estadística e histórica de las vías, etc.), a fin de generar un presupuesto más detallado de las actividades, materiales y mano de obra a utilizar en el desarrollo de las tareas de rehabilitación y mantenimiento.

Tabla 15. Presupuesto de rehabilitación

DESDE LA AVENIDA FRANCISCO FERNANDEZ DE CONTRERAS, CALLE 7 HASTA LA CARRERA 10, OCAÑA AGUA DE LA VIRGEN EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER.					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	V/UNITARIO	V/TOTAL
1,1	Corte y Demolición de Pavimento existente con concreto asfáltico.	M2	1282,57	\$ 18.085,71	\$ 23.196.194,57
1,2	Excavacion para reparacion de pavimento asfáltico existente	M3	324,79	\$ 91.586,84	\$ 29.746.490,45
1,3	Suministro e Instalación de Base Granular.	M3	144,47	\$ 87.267,00	\$ 12.607.463,49
1,4	Suministro e Instalación de Subase Granular.	M3	96,30	\$ 83.802,00	\$ 8.070.132,60
1,5	Riego de Imprimación con Emulsión Asfáltica	M2	1308,29	\$ 1.290,99	\$ 1.688.992,01
1,6	Suministro e instalacion de mezcla asfáltica MDC-10.	M3	121,21	\$ 463.304,00	\$ 56.157.077,84
1,7	SELLO DE ARENA-ASFALTO CON EMULSIÓN CRR-2	M2	25,70	\$ 3.802,00	\$ 97.711,40
1,8	Retiro de Escombros.	M3	422,23	\$ 22.371,99	\$ 9.446.126,23
COSTOS DIRECTOS					\$ 141.010.188,58
<i>Administración 24%</i>					<i>\$ 33.842.445,26</i>
<i>Imprevistos 1%</i>					<i>\$ 1.410.101,89</i>
<i>Utilidades 5%</i>					<i>\$ 7.050.509,43</i>
COSTOS INDIRECTOS					\$ 42.303.056,58
COSTO TOTAL DE LA OBRA					\$ 183.313.245,16
COSTO TOTAL INTERVENTORIA 7%					\$ 12.831.927,16
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					\$ 196.145.172,32

Fuente: Autor del proyecto

Tabla 46. Corte y Demolición de Pavimento rigido existente

1.1 Corte y Demolición de Pavimento rigido existente

NORTE DE SANTANDER MUNICIPIO DE OCAÑA		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ACTIVIDAD: Corte y Demolición de Pavimento rigido existente						ITEM : 1.1
HERRAMIENTA Y EQUIPO						UNIDAD : M2
Descripción	Tipo	Tarifa/H	Rendimi	Valor-Unit.		
CORTADORA		90000	140	\$ 642,86		
HERRAMIENTA MENOR (10%) M.O				\$ 1.585,71		
MATERIALES EN OBRA				Sub-Total	\$ 2.228,57	
Descripción	Unidad	Precio-Un	Cantidad	Valor-Unit.		
				Sub-Total		
TRANSPORTE						
Material	Vol. Pes	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
				Sub-Total	\$ 0,00	
MANO DE OBRA						
Trabajado	Jornal	Cedrillos	Prestaci	Jornal Tot	Redimic	Valor-Unit.
OBRERO	30000	30000	1,85	55500	3,5	15857
				Sub-Total	15857	
Total Costo Directo					\$ 18.085,71	

Tabla 49. Suministro e Instalación de Sub base Granular e=0,10 m.

1.4 Suministro e Instalación de Sub base Granular e=0,10 m.

NORTE DE SANTANDER MUNICIPIO DE OCAÑA		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ACTIVIDAD: Suministro e Instalación de Sub base Granular e=0,10 m.						ITEM 1.4 UNIDAD : M3
HEBRAMIENTA Y EQUIPO						
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
Motoniveladora			100.000,00	25,00	4.000,00	
Compactador vibratorio			85.000,00	25,00	3.400,00	
Carrotanque			50.000,00	25,00	2.000,00	
Herramienta menor (10% M.O.)			0,10		1.620,88	
					Sub-Total	11.420,88
MATERIALES EN OBRA						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
Material de Sub Base Granular		m3	34.500,00	1,0	34.500,00	
Señal Preventiva					450,00	
Desperdicio 5%					1.725,00	
					Sub-Total	36.675,00
TRANSPORTE						
Material	Vol. Peso ó	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
Tarifa de transporte material de Bases, subbases u. petreos.	1	30,00	30,00	650,00	19.500,00	
					Sub-Total	19.500,00
MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Cuadrilla	Restacion	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.
Oficial	55207	#####	1,85	102.132,95	20,00	5.105,65
Obrero (4)	30000	#####	1,85	222.000,00	20,00	11.100,00
					Sub-Total	16.205,65
					Total Costo Directo	83.802,00

Tabla 50. Riego de imprimación con emulsión asfáltica

1.5 Riego de imprimación con emulsión asfáltica

NORTE DE SANTANDER MUNICIPIO DE OCAÑA		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ACTIVIDAD: Riego de imprimación con emulsion asfaltica						ITEM 1.5 UNIDAD : M2
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
IRRIGADOR			70.000	300,00	77,78	
AISLAMIENTO DEL AREA			70.000	350,00	200,00	
HERRAMIENTA MENOR (10% MO)					7,93	
					Sub-Total	285,71
II. MATERIALES EN OBRA						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
SEÑAL PREVENTIVA					5,00	
ARENA		M3	35.000,00	500,000	70,00	
EMULSION		LT	1.150,00	0,740	851,00	
					Sub-Total	326,00
III. TRANSPORTES						
Material	Vol. Peso ó Can	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.	
					Sub-Total	0,00
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Cuadrilla	Restacion	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.
OBREROS (1)	30000	\$ 30.000,00	1,85	55.500,00	1.400,00	39,64
PALETEROS (1)	30000	\$ 30.000,00	1,85	55.500,00	1.400,00	39,64
					Sub-Total	79,29
					Total Costo Directo	1.290,99

1.6 Suministro e Instalación de Mezcla Asfáltica MDC-10

NORTE DE SANTANDER MUNICIPIO DE OCAÑA		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ACTIVIDAD Suministro e Instalación de Mezcla Asfáltica MDC-2						TEM: 1.6 UNIDAD : M3
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
TERMINADORA DE ASFALTO			120.000	11,50	10.434,78	
COMPACTADOR			100.000	11,50	8.695,65	
HERRAMIENTA MENOR (10%M.O)					306,65	
						Sub-Total
II. MATERIALES EN OBRA						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
MEZCLA DENSA EN CALIENTE MDC-2		M3	410.000	1.000	410.000,00	
SEÑAL PREVENTIVA					800,00	
						Sub-Total
III. TRANSPORTES						
Material		Vol. Peso ó Can	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.
MEZCLA DENSA EN		1,000	30,00	30,00	1.000	30.000,00
						Sub-Total
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Cuadrilla	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.
OBREROS (5)	\$ 30.000,00	\$ 150.000,00	1,85	277.500,00	160,00	1.734,38
OFICIAL (1)	\$ 55.207,00	\$ 55.207,00	1,85	102.132,95	160,00	638,33
PALETEROS (2)	\$ 30.000,00	\$ 60.000,00	1,85	111.000,00	160,00	693,75
						Sub-Total
						3.066,46
Total Costo Directo						463.304,00

Tabla 51. Sello de Arena-asfalto con emulsión CRR-2

1.7 Sello de Arena-asfalto con emulsión CRR-2

NORTE DE SANTANDER MUNICIPIO DE OCAÑA		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ACTIVIDAD Sello de Arena-asfalto con emulsión CRR-2						ITEM 1.7 UNIDAD : M2
HERRAMIENTA Y EQUIPO						
Descripción		Tipo	Tarifa/Hora	rendimiento	Valor-Unit.	
Compactador neumático de Potencia 70 HP, pesc			90.000,00	418,00	215,31	
Eparcador de gravilla, Ancho de esparcimiento 310			92.000,00	418,00	220,10	
Herramienta menor (10% M.O.)				0,10	3,69	
						Sub-Total
MATERIALES EN OBRA						
Descripción		Unidad	Precio-Unit	Cantidad	Valor-Unit.	
Arena de trituración (sellos de arena-asfalto)		m3	30.000,00	0,010	300,00	
Emulsión CRR-2		Lt	2.200,00	1,2500	2.750,00	
Desperdicio 5%					15,00	
						Sub-Total
TRANSPORTE						
Material		Vol. Peso ó	Distancia	M3-Km	Tarifa	Valor-Unit.
Transporte de Arena		0,01	30,00	0,30	650,00	195,00
						Sub-Total
MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Cuadrilla	Prestaciones	Jornal Total	rendimiento	Valor-Unit.
Oficial	55.207	55.207,00	1,85	102.132,95	3.344,00	30,54
Obrero (4)	30000	120.000,00	1,85	222.000,00	3.344,00	66,39
						Sub-Total
						96,93
Total Costo Directo						3.802,00

Tabla 52. Retiro de Escombros

1.8 Retiro de Escombros

NORTE DE SANTANDER						
MUNICIPIO DE OCAÑA		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
ACTIVIDAD		ITEM 1.8				
Retiro de Escombros.		UNIDAD : M3				
EQUIPO Y HERRAMIENTA						
Descripción		Unidad	Tarifa/Hora	Rendimiento	Valor-Unit.	
Volqueta 6 m3		dia	350.000,00	27,00	12.962,96	
Cargador		hm	85.000,00	27,00	3.148,15	
HERRAMIENTA MENOR 10% (M.O)					569,17	
					Sub-Total	16.680,28
MATERIALES EN OBRA						
Descripción		Unidad	Precio-Unit.	Cantidad	Valor-Unit.	
					Sub-Total	0,00
IV. MANO DE OBRA						
Trabajador	Jornal	Prestaciones	Jornal Total	Rendimiento	Valor-Unit.	
Obrero (2)	35.706,60	1,85	113.834,20	20,00	5.691,71	
					Sub-Total	5.691,71
					Total Costo Directo	22.371,99

6. OBSERVACIONES

Entre los aspectos positivos se encuentran la aplicación de los conocimientos adquiridos en la carrera, el trabajo de campo es una excelente forma de consolidar los presaberes, sin embargo, el tiempo es un factor que debe considerarse para la realización de los trabajos, así mismo, el conformar un equipo de trabajo, pese a que existe tecnología, el trabajo con personal adicional puede agilizar las actividades a desarrollar, o bien distribuir la carga de tareas.

Por otro lado, la falta de información específica de las diferentes vías del municipio de Ocaña es otro de los obstáculos que se presentaron, aunque existen estaciones o peajes instalados en la ruta Avenida Francisco Fernández de Contreras Calle 7 – Circunvalar (ruta 70), no se logró obtener datos concretos sobre el número de vehículos que transitan vías terciarias como la observada en el proyecto, por lo que se precisó de un conteo vehicular en los dos tramos mayormente afectados.

Por otro lado, para el espesor de la carpeta asfáltica, la subrasante y el número estructural se tuvo en cuenta lo generado por el INVÍAS – AASHTO en los manuales de diseño, pues su cálculo requiere de información detallada de variables relevantes como son: el tránsito vehicular y su crecimiento en el período de estudio, histórico de dicho tránsito, tipo de camiones que transitan por la vía analizada, el número de ejes, datos de pesaje de cada uno de los vehículos (eje sencillo, doble, etc.), que pueden y se recomienda incluir a fin de obtener un presupuesto más claro y definitivo.

CONCLUSIONES

- Los resultados, demuestran que para este ejercicio la evaluación por este método, califica la vía en un buen estado, toda vez que el porcentaje de afectación de la vía es del 8,05%.
- Los daños superficiales encontrados son muy mínimos a comparación de los daños estructurales, esto se debe a que no se trató a tiempo las fallas superficiales y se fueron evolucionando hasta convertirse en fallas estructurales.
- El daño más representativo encontrado en el tramo estudiado con los tres tipos de severidad, es la falla tipo piel de cocodrilo "PC" con un porcentaje afectación del 4,93%.
- Los drenajes en la vía son regulares (Muy pobres), se tienen varios tramos en los cuales no existe cunetas, y el sistema de drenaje en la vía es insuficiente.
- Tramo de mayor afectación encontrado fue el tramo No 5, con un porcentaje de afectación del 20,35% donde la falla que predomina es la de PC.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, J., Ascanio, T., & Gallardo, R. (2018). Determinación y análisis de las causas de accidentalidad en la ciudad de Ocaña, Norte de Santander. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. Cartagena. Obtenido de <https://www.acofipapers.org/index.php/eiei2018/2018/paper/viewFile/2851/1089>
- Apolinario Morales, E. (2012). *Innovación del método VIZIR en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras con bajo volumen de tránsito*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1315/1/apolinario_me.pdf
- Atencio Ccalahuille, L., Ticona García, A., Alarcón, D., & Mamani Padilla, C. (2018). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método del PCI*. Tacna: Universidad Privada de Tacna. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/388910119/Evaluacion-Superficial-de-Pavimentos>
- Cabezas, J., & González, G. (2018). Análisis de la estructura del pavimento flexible de la vía Ventanas-Cruce a Ricaurte por el método del PCI y propuesta para su rehabilitación ubicada en la Provincia de los Ríos. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil. Recuperado el 22 de marzo de 2019, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/38275/1/BMAT-V096-2018-Ing.%20CIVIL%20-%20CABEZAS%20LLAGUNO%20JEFFRY%20CLAUDIO%20-%20GONZALEZ%20BRAVO%20GENESIS%20JACQUELINE.pdf>
- Castillo Contreras, C. (2008). *Formulación de una metodología general para la elección de programas de conservación de pavimentos viales y su aplicación a la región de Magallanes*. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103218/castillo_cc.pdf?seq

uence=3&isAllowed=y

Castrillón Rodríguez, A., & Peña Bedoya, J. (2013). *Diseño e implementación de proyecto piloto para el sistema de gestión de pavimento del municipio de Itagüí*. Medellín: Universidad de Medellín. Obtenido de https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/4643/TG_EVT_17.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Consejo de Directores de carreteras de Iberia e Iberoamérica. (2002). M5.1. Catálogo de deterioros de pavimentos flexibles. Colección de documentos. (11). México. Obtenido de <http://dircaibea.org/sites/all/themes/dircaibea/images/vol11.pdf>

Coronado, J. (2000). Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras, Tomo III, Catálogo centroamericano de daños a pavimentos viales. Recuperado el 20 de marzo de 2019, de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/catalogo-centroamericano-de-danos-a-pavimentos-viales.pdf>

Coy, O. (2017). Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52A a 53C comparando los métodos VIZIR y PCI. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado el 22 de marzo de 2019, de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16508/CoyPinedaOscarMauricio2017.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Cruz, J., & Restrepo, G. (2017). Evaluación del estado de pavimentos flexibles en la zona urbana de La Calera. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Recuperado el 25 de marzo de 2019, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6988/1/RestrepoGarc%C3%ADaGiovanny2017.pdf>

Department of Transportation. (2006). *Pavement Condition Rating Procedures*. Ohio. Obtenido de <http://www.dot.state.oh.us/Divisions/Planning/TechServ/TIM/Documents/PCRManual/2006PCRManual.pdf>

DNP; INVÍAS; Ministerio de Transporte. (2018). *Proyectos Tipo. Soluciones ágiles*

para un nuevo país. Mejoramiento de vías terciarias - vías de tercer orden. Versión 1.0. Bogotá, D.C.: Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/viasterciarias/ptviasterciarias.pdf>

- Fienco, M., Bravo, B., Guachisaca, V., Jaramillo, E., & Fienco, V. (2017). *Elementos originales en el diseño geométrico de carreteras* (1a. ed.). Ingeniería y Tecnología, 3 Ciencias. Obtenido de <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2017/11/Elementos-originales-dise%C3%B1o-carreteras-abrev.pdf>
- Forero, A. (2012). Rehabilitación de pavimentos fisurados por reflexión implementando Sistemas de Membrana Antifisura S.A.M.I. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Recuperado el 18 de marzo de 2019, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/.../ForeroRondonAnaMaria2012.pdf?...1>
- Gallardo, R., Quintero, L., & Cuanalo, O. (2017). Caracterización de la tipología de fallos presentados en los pavimentos de la ciudad de Ocaña Norte de Santander. *Revista Ingenio UFPSO*, 13, 57-64. Recuperado el 28 de marzo de 2019, de <http://revistas.ufpso.edu.co/index.php/ringenio/article/view/440/260>
- Garnica, P., Gómez, J., & Sesma, J. (2002). *Mecánica de materiales para pavimentos*. México: Instituto Mexicano del Transporte. Obtenido de <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt197.pdf>
- Guamán Padilla, M., & Calero Cordoñez, O. (2012). *Estudio de las causas del deterioro prematuro de la estructura del pavimento asfáltico de la Avenida Canónico Ramos desde la Avenida 11 de Noviembre a la Avenida Monseñor Leonidas Proaño-By Pas*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/501/1/UNACH-EC-IC-2012-0003.pdf>
- Gutiérrez, A. (2016). *Tipos de pavimento para calles*. Obtenido de

<https://rendimientollantassuperficie.wordpress.com/2016/11/24/tipos-de-pavimento-para-calles/>

- INVÍAS. (2006). *Guía Metodológica para la Inspección visual de pavimento flexible*. Bogotá: UNAL - MINTRANSPORTE. Recuperado el 24 de marzo de 2019, de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>
- INVÍAS. (2008). *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras. Anexo B, Instructivo para la inspección visual y la evaluación de los deterioros de los pavimentos asfálticos de carreteras*. Bogotá. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://www.invias.gov.co/.../986-guia-metodologica-para-el-diseno-de-obras-de-reha...>
- INVÍAS. (2016). *Manual de Mantenimiento de Carreteras (Vol. 2)*. Bogotá: MINTRANSPORTE - INVÍAS. Recuperado el 25 de marzo de 2019, de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/7713-manual-de-mantenimiento-de-carreteras-2016-v1/file>
- INVÍAS. (2018). *Mejoramiento de vías terciarias - vías de tercer orden. Proyectos Tipo. Soluciones ágiles para un nuevo país*. Bogotá. Obtenido de <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/viasterciarias/ptviasterciarias.pdf>
- Jiménez, E. (2009). *Diseño geométrico de vías*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/castilloaroni/diseo-geomtrico-de-vas>
- José Heredia y Asociados. (s.f.). *Clasificación de las fallas en pavimento flexible y rígido*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/.../Guia-de-Fallas-de-Pavimento-Rigido-y-Flexible-Solucion>
- Jugo, A. (2005). *Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles*. Obtenido de http://vialidad21.galeon.com/manual_mrvial.pdf
- Kulash, D. (s.f.). *The Strategic Highway Research Programa (SHRP)*. Obtenido de <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3663&context=roads>

chool

- La Opinión. (2018). La avenida Circunvalar, en Ocaña, se mejorará con una glorieta. Obtenido de <https://www.laopinion.com.co/ocana/la-avenida-circunvalar-en-ocana-se-mejorara-con-una-glorieta-148179#OP>
- Lemus Nájera, J. (2010). *Evaluación de tipos de fallas de la capa de rodadura en pavimentos flexibles*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5157/1/JOS%C3%89%20HAROLDO%20L%C3%89MUS%20N%C3%81JERA.pdf>
- Londoño Naranjo, C., & Álvarez Pabón, J. (2008). *Manual de diseño de pavimentos de concreto : para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito*. Medellín: ICPC. Obtenido de <https://www.invias.gov.co/...manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-...>
- Londoño, W., & Monterroza, A. (2007). Diseño estructural y de la sección transversal de la Carrera 19 (Av. El Progreso) desde la Troncal de Occidente (K0 + 000) hasta el K1 + 358.2 en el municipio de Sincelejo. Sincelejo: Tesis de Ingeniero Civil, Universidad de Sucre. Obtenido de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/309/2/T625.7%20L847.pdf>
- Marrugo, C. (2014). Evaluación de la metodología VIZIR como herramienta para la toma de decisiones en las intervenciones a realizar en los pavimentos flexibles. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/12067/TG%20CEMM%20Codigo%206100153.pdf?sequence=1>
- Mateo & García Contratistas Generales. (s.f.). Rehabilitación de pavimentos flexibles del mercado de Productores Santa Anita. Recuperado el 18 de marzo de 2019, de https://www.academia.edu/10266843/INFORME_ESTADO_DE_PAVIMENTOS_FLEXIBLES
- Ministerio de Fomento. (2012). *Guía para la realización de inspecciones principales*

- de obras de paso en la Red de Carreteras del Estado*. España. Obtenido de https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/0870250.pdf
- Ministerio de Transporte & INVÍAS. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Bogotá. Obtenido de <http://artemisa.unicauca.edu.co/~carboled/Libros/Manual%20de%20Diseno%20Geometrico%20de%20Carreteras.pdf>
- Ministério Dos Transportes. (2003). *Norma DNIT 005/2003 - TER*. Obtenido de http://ipr.dnit.gov.br/normas-e-manuais/normas/terminologia-ter/dnit005_2003_ter.pdf
- Miranda, R. (2010). *Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos*. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
- Montejo, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras* (2a. ed.). Santafé de Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Moreno, L., Parrales, G., Cobos, D., Cordero, M., Peralta, J., Ponce, F., & Baque, B. (2018). *Mantenimiento y conservación de carreteras*. España: Área de Innovación y Desarrollo, S.L.
- Porras Díaz, H., Castañeda Pinzón, E., Sanabria Echeverry, D., & Medina Pérez, G. (2012). Detección automática de grietas de pavimento asfáltico aplicando características geométricas y descriptores de forma. *Revista INGE CUC*, 1(1), 261-280. Obtenido de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/265>
- Public Works Department Malaysia. (2012). *A Guide to the Visual Assessment of Flexible Pavement Surface Conditions*. Malasia. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/a-guide-to-the-visual-assesment-of-flexible-pavement-surface-conditions-jkr-20709-2060-92.html>
- Ramírez, F. (2012). *Pavimentos flexibles y rígidos*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/nievesiita/pavimento-flexible-y-rigido>
- Robles Bustos, R. (2015). *Cálculo del Índice de Condición del Pavimento (PCI) Barranco - Surco - Lima*. Lima: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de

<https://core.ac.uk/download/pdf/80541000.pdf>

- Robles, R. (2015). Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI) Barranco - Surco - Lima. Lima, Perú: Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Ricardo Palma. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/80541000.pdf>
- Rodríguez Velásquez, E. (2009). *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. Piura: Universidad de Piura. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf?sequence=1
- Rondón Quintana, H., & Reyes Lizcano, F. (2007). Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: Tendencias, Alcances y Limitaciones. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 17(2), 41-65. Obtenido de <https://www.umng.edu.co/documents/63968/74787/17n2art3.pdf>
- Sandoval, S. (2009). *Pavimentos articulados*. Obtenido de <http://udesobrasciviles.blogspot.com/2009/04/pavimentos-articulados.html>
- Saucedo, A. (2012). Concreto hidráulico permeable, una alternativa para la recarga de los mantos acuíferos del Valle de México. México: Tesis de Ingeniero Civil, UNAM. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/529/A5.pdf?sequence=5>
- Thenoux, G., & Gaete, R. (1995). Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico. *Revista de Ingeniería de Construcción*. Obtenido de <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/364/306>
- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1). Recuperado el 20 de marzo de 2019, de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/download/538/589/>

APÉNDICE

Apéndice A. Formato para el procesamiento de la información recopilada

TRAMO	SECCIONES		ÁREA (M ²)	EL			FC			F.A			PC			ARR			DC			BCH			VCS			TOTAL	% RESTRICCIÓN POR TRAMO			
	SENER	MASTR		SI	SE	A	SI	SE	A	SI	SE	A	SI	SE	A	SI	SE	A	SI	SE	A	SI	SE	A	SI	SE	A					
I	300	300	100																													
II	120	180	100																													
III	230	290	100																													
IV	300	360	100																													
V	330	330	100																													
Área total restringida (m ²)																												Área total afectada y porcentaje de afectación				
Área total afectada por severidad y por daño (m ²)																																
Área total afectada por daño (m ²)																																
Presión del daño dentro del área restringida según severidad (%)																																
Presión total del daño dentro del área restringida (%)																																