



**Diagnóstico del pavimento rígido de la vía del barrio Diamante etapa I del Municipio
de Cartago, Valle del Cauca**

Carlos Alberto Pacheco Colorado.

Código 14 572 171

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil

Pereira, Colombia

2021

**Diagnóstico del pavimento rígido de la vía del barrio Diamante etapa I del Municipio
de Cartago, Valle del Cauca**

Carlos Alberto Pacheco Colorado

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Civil

Director:

Ingeniero Octavio Andrés Aguirre Jaramillo

Línea de Investigación:

Infraestructura Sostenible

Grupo de Investigación:

Grupo de Investigación GRESIA

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería Civil

Pereira, Colombia

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado Diagnóstico del pavimento rígido de la vía del barrio Diamante etapa I del Municipio de Cartago, Valle del Cauca Cumple con los requisitos para optar al título de Ingeniero Civil

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Pereira, 30 octubre 2021.

Contenido

	Pág.
Introducción.....	12
1. Antecedentes	15
2. Objetivos.....	20
3. Justificación	21
4. Marco teórico	23
5. Diseño metodológico.....	55
6. Resultados y análisis de resultados	60
7. Conclusiones.....	98
8. Recomendaciones.....	102
Bibliografía.....	107
Anexos.....	111

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 . Localización satelital geográfica del barrio Diamante I. municipio de Cartago	13
Figura 2. Localización satelital geográfica del barrio Diamante I. municipio de Cartago	13
Figura 3. Localización fisuras en las losas de la vía del barrio Diamante etapa I	14
Figura 4. Localización perdida de capa superficial de rodadura en las losas de la vía del barrio Diamante etapa I	14
Figura 5. Pavimento	23
Figura 6. Clases de pavimentos	24
Figura 7. Características del pavimento rígido	24
Figura 8. Estructura pavimento flexible, rígido e híbrido.....	25
Figura 9. Elementos estructurales que integran un pavimento	26
Figura 10. Proceso constructivo, construcción de vías urbanas de bajo tránsito con pavimento rígido	27
Figura 11. Tipo de daño en los pavimentos	29
Figura 12. Vista en planta Grieta de esquina	30
Figura 13. Vista típica Grieta de esquina.....	30
Figura 14. Vista en planta Grieta longitudinal.....	31
Figura 15. Vista típica Grieta longitudinal	31
Figura 16. Vista en planta Grietas transversales.....	31
Figura 17. Vista típica Grietas transversales.....	31
Figura 18. Vista en planta Grietas en los extremos de los pasadores	32
Figura 19. Vista típica Grietas en los extremos de los pasadores.....	32
Figura 20. Vista en planta Grietas en bloque.....	33
Figura 21. Vista típica Grietas en bloque.....	33
Figura 22. Vista en planta Grietas em pozos de inspección	33
Figura 23. Vista típica Grietas em pozos de inspección	33
Figura 24. Vista en planta Separación de juntas longitudinales	34
Figura 25. Vista típica Separación de juntas longitudinales	34
Figura 26. Vista en planta Deterioro del sello	35
Figura 27. Vista típica Deterioro del sello	35
Figura 28. Vista en planta Desportillamiento de juntas	35
Figura 29. Vista típica planta Desportillamiento de juntas.....	35
Figura 30. Vista en planta Descascaramiento	36
Figura 31. Vista típica Descascaramiento.....	36
Figura 32. Vista en planta Desintegración	37
Figura 33. Vista típica Desintegración.....	37
Figura 34. Vista típica Baches	37
Figura 35. Vista típica Baches	38

Figura 36. Vista típica Pulimento de losas de concreto	38
Figura 37. Vista en planta Escalonamiento de junta transversal	39
Figura 38. Vista típica Escalonamiento de juntas	39
Figura 39. Vista en planta Levantamiento localizado en losas de concreto	39
Figura 40. Vista típica Levantamiento localizado en losas de concreto	39
Figura 41. Vista típica Parches en asfalto y concreto	40
Figura 42. Vista típica Parches en asfalto y concreto	40
Figura 43. Vista típica Hundimiento y asentamiento.....	41
Figura 44. Vista típica Fisuración por retracción o tipo de malla.....	42
Figura 45. Vista típica Fisuración por ligeras de aparición temprana	43
Figura 46. Vista en planta Fisuración por durabilidad.....	43
Figura 47. Vista en planta Fisuración por durabilidad.....	43
Figura 48. Vista típica Bombeo sobre la junta.....	44
Figura 49. Vista en planta Descenso de la berma	45
Figura 50. Vista típica Descenso de la berma.....	45
Figura 51. Vista en planta Separación entre la berma y el pavimento.....	46
Figura 52. Vista típica Separación entre la berma y el pavimento	46
Figura 53. Deficiencias presentadas en los pavimentos.....	49
Figura 54. Generalidades del tránsito. A	50
Figura 55. Generalidades del tránsito. B.....	51
Figura 56. Mapa conceptual, Volumen de tránsito	52
Figura 57. Separación entre varillas.....	65
Figura 58. Diseño de la varilla longitudinal.....	65
Figura 59. Detalle de los pasadores	66
Figura 60. ICPC Diseño de la varilla transversal.....	66
Figura 61. Canastilla como parte de las juntas transversales.....	67
Figura 62. Juntas de expansión en las intersecciones y cerca de algún obstáculo.....	67
Figura 63. Juntas de expansión alrededor de elementos incorporados dentro del pavimento	67
Figura 64. Planos estructurales de la vía. Plano Urbanización El Diamante	69
Figura 65. Plano con numeración de placas y abscisado	69
Figura 66. Plano con ubicación de cámaras, sumideros y otros	70
Teniendo como guía el formato de inspección propuesto en el manual, como se aprecia en la figura 68, se procedió a realizar su verificación en trabajo de campo.	71
Figura 68. Formato de inspección para diagnóstico del pavimento rígido	71
Figura 69. Captura Lista de chequeo para diagnóstico del pavimento rígido.....	72
La figura 70, muestra un gráfico donde se resumen los daños por tramos, porcentaje de losas con daños con respecto al total de losas de la vía barrio el Diamante Etapa I,	76
Figura 71. Cálculo de la afectación en función del área dañada.....	76
Figura 72. Cuadro resumen de patologías encontradas por tramo, PR y severidad.....	77
Figura 73. Número de placas afectadas por tramo.....	77

Figura 74. Número y peso porcentual peso de placas afectadas por severidad y su peso porcentual.....	78
Figura 75. Grado de severidad pavimento, Barrio El diamante.....	79
Figura 76. Resumen estudio de tránsito vehicular (tipo auto y día semana)	84
Figura 77. Resumen estudio de tránsito vehicular (tipo de auto)	84
Figura 78. Variación horaria de volumen de tránsito por tipo de vehículo	86
Figura 79. Volúmenes por movimiento (ADES)	87
Figura 80. Variación horaria del volumen de tránsito	88
Figura 81. Participación de cada movimiento en el tramo, por día	89
Figura 82. Variación horaria de volumen de tránsito por tipo de vehículo	90
Figura 83. Análisis de la hora de Max. demanda (HMD).....	91
Figura 84. Variación de volumen de tránsito a la hora de máxima demanda	91
Figura 85. Ejes equivalentes a 8.2 ton	93
Figura 86. Categorías de tránsito para la selección de espesores	95
Figura 87. Grado de severidad pavimento, Barrio El diamante.....	99
Figura 88. Riego de liga tratamiento de juntas transversales, longitudinales y fisuras	103
Figura 89. Riesgo de liga en la totalidad de la superficie	103
Figura 90. Instalación de geomalla	104
Figura 91. Instalación de mezcla asfáltica	105
Figura 92. Plano red de alcantarillado sanitario y pluvial. Urbanización El Diamante.....	121
Figura 93. Plano vía. Urbanización El Diamante	122
Figura 94. Plano localización de sumideros. Urbanización El Diamante.....	123

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Investigación de referente internacional con énfasis en afectación en pavimentos rígidos.	15
Tabla 2. Investigación de referente internacional con énfasis en estado de pavimento rígido y flexible mediante metodología de inspección visual.	15
Tabla 3. Referente nacional que propone rehabilitar el pavimento rígido, de un sector de Suba.16	16
Tabla 4. Referente nacional que diagnóstica la falla en pavimento rígido de una vía del municipio de Tamalameque.....	16
Tabla 5. Referente nacional que caracteriza las fallas de los pavimentos de las vías de la ciudad de Ocaña Norte de Santander.....	17
Tabla 6. Referente nacional con énfasis en diagnóstico de pavimentos rígidos y flexibles en vías del municipio de Villavicencio.	17
Tabla 7. Referente nacional con énfasis en el diagnóstico pavimento rígido y flexible encontrado en la Cra. 5 entre calle 27 a la 14 en la ciudad de Pereira.....	18
Tabla 8. Referente nacional con énfasis en el diagnóstico pavimento rígido en un sector del barrio Kennedy, Pereira	18
Tabla 9. Resumen del estado del arte (convergencias y divergencias).....	19
Tabla 10. Niveles de severidad daño en los pavimentos	29
Tabla 11. Características de la Grieta de esquina	30
Tabla 12. Características de la Grietas longitudinales	30
Tabla 13. Características de la Grietas transversales	31
Tabla 14. Características de la Vista en planta Grietas en los extremos de los pasadores	32
Tabla 15. Características de la Grietas en bloque	32
Tabla 16. Características de la Grietas en pozos de inspección.....	33
Tabla 17. Características de la Separación de juntas longitudinales	34
Tabla 18. Características del Deterioro del sello	34
Tabla 19 . Características del Desportillamiento de juntas.....	35
Tabla 20. Descascaramiento	36
Tabla 21. Desintegración	36
Tabla 22. Baches.....	37
Tabla 23. Pulimento de losas de concreto.....	38
Tabla 24. Escalonamiento de juntas.....	38
Tabla 25. Levantamiento localizado en losas de concreto	39
Tabla 26. Parches en asfalto y concreto.....	40
Tabla 27. Hundimiento o asentamiento	41
Tabla 28. Fisuración por retracción o tipo de malla	42
Tabla 29. Fisuraciones ligeras de aparición temprana	42
Tabla 30. Ondulaciones	45

Tabla 31. Descenso de la berma	45
Tabla 32. Separación entre la berma y el pavimento	46
Tabla 46. Deterioros expuestos: Grietas, agrietamientos, juntas, deterior superficial.....	46
Tabla 47. Deterioros expuestos: Otros daños, daños bermas.....	47
Tabla 33. Factores de equivalencia.....	53
Tabla 34. Fases de la investigación.....	56
Tabla 35. Procedimiento metodológico. Objetivo 3	57
Tabla 36. Procedimiento metodológico. Objetivo 2.	57
Tabla 37. Procedimiento metodológico. Objetivo 3.	57
Tabla 38. Procedimiento metodológico. Objetivo 3.	58
Tabla 39. Evaluación visual en cantidad en m2 en las vías del barrio Diamante I, municipio de Cartago.....	60
Tabla 40 Parámetros de diseño del pavimento Barrio El Diamante	62
Tabla 41. Características del Concreto utilizado	62
Tabla 42. Subrasante.....	63
Tabla 43. Junta de dilatación	64
Tabla 48. Parte de la Inspección visual de diagnóstico de pavimento rígido Vía # 1	73
Tabla 49. Cuadro resumen de daños por tramo	74
Tabla 50. Ejemplo de cuadro resumen de patologías encontradas	74
Tabla 51. Formato estudio de tránsito vehicular.....	80
Tabla 52. Factores de Conversión Automóvil directo equivalente (ADES).....	81
Tabla 53. Volúmenes por movimiento (ADES)	82
Tabla 54. Variación horaria de volumen de tránsito por tipo de vehículo.....	85
Tabla 55. Volúmenes, todos los movimientos por día (ADES).....	86
Tabla 56. Estimación del TPDA a partir del TPDS	92
Tabla 57. Variables para tener en cuenta para la estimación del TPDA.....	93
Tabla 58. Factor daño por tipo de vehículo	94
Tabla 59. Niveles de severidad	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 61. Inspección visual de diagnóstico de pavimento rígido	112

Resumen

Referente al objetivo general propuesto para este trabajo, de diagnosticar los tipos de daños ocasionados en el pavimento rígido presentado en la vía principal del barrio Diamante etapa I ubicado en el municipio Cartago Valle, se puede concluir que se pudo llevar a cabo el diagnóstico de las fallas del pavimento de la vía situada en el barrio Diamante etapa I, municipio de Cartago Valle del Cauca. La metodología del trabajo corresponde a una investigación cuantitativa y descriptiva. Se eligieron para el desarrollo de los objetivos las metodologías propuestas por INVIAS para diseño de pavimentos de concreto, y el manual de inspección visual de pavimentos. Entre los resultados más importantes están que el 48% (29 placas) presentan afectación severa de rango medio, estas losas requieren intervención inmediata para evitar un mayor y progresivo deterioro. De acuerdo con el estudio de tránsito efectuado se determinó que la vía corresponde a una terciaria. Finalmente, se evidenció además que el deterioro que presentan las losas es debido a la pérdida de partículas por desintegración y que una posible solución recomendada, es la de aplicación de capa de mezcla asfáltica.

Palabras claves. Concreto rígido, diseño de pavimentos, diagnóstico pavimentos, volúmenes de tránsito, capa de rodadura, mezcla asfáltica.

Abstract

Regarding the general objective proposed for this work, to diagnose the types of damage caused in the rigid pavement presented in the main road of the Diamante neighborhood stage I located in the Cartago Valle municipality, it can be concluded that the diagnosis of the road pavement failures located in the Diamante neighborhood stage I, Cartago Valle del Cauca municipality. The work methodology corresponds to a quantitative and descriptive investigation. The methodologies proposed by INVIAS for the design of concrete pavements, and the visual inspection manual of pavements, were chosen for the development of the objectives. Among the most important results are that 48% (29 plates) present severe mid-range involvement, these slabs require immediate intervention to avoid further and progressive deterioration. According to the traffic study carried out, it was determined that the road corresponds to a tertiary. Finally, it was also evidenced that the deterioration presented by slabs is due to the loss of particles by disintegration and that a possible recommended solution is to apply an asphalt mixture layer, a joint seal is made with a bond known as asphalt emulsion, both transverse and longitudinal.

Keywords. Rigid concrete, pavement design, pavement diagnosis, traffic volumes, wearing course, asphalt mix.

Introducción

Los pavimentos con los que se encuentran cubiertas las vías de una ciudad, zona, sector barrio, juegan un papel importante en el desarrollo económico – social de ellas, vías pavimentadas permiten la movilización en menores tiempos agilizando los diferentes procesos que giran alrededor de una comunidad, minimizando los costos de transporte ,acortando los tiempos de llegad al destino final, alargando la vida útil de los vehículos que transitan por ella y finalmente son un indicador o no de desarrollo de ellas, así que su existencia debe tener incomparado también un juicioso programa de mantenimiento que permita su durabilidad en el tiempo de acuerdo a las característica de su construcción.

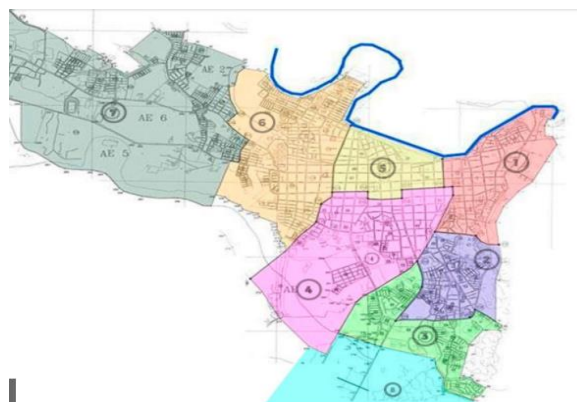
Es así como comunidades de una ciudad pueden estar beneficiados por contar con este tipo de pavimentos en sus vías o damnificadas y presentar algún tipo de problema como lo es el caso del barrio Diamante etapa I ubicado en la comuna 4, occidente del municipio de Cartago, Valle del Cauca, clasificado según SISBEN por habitantes de estrato 1 y 2, con una población aproximada de: 748 personas ubicadas en 187 viviendas con un promedio de 4 por predio. El pavimento rígido con el que están construidas las losas de la vía principal del barrio Diamante etapa I, han venido presentando serias deficiencias en la estructura de su única y la más importante vía que ocasiona mayor tiempo de desplazamiento de los autos que transitan por ella aumentando el tiempo que su población necesita para cumplir con las diferentes actividades sean ellas laborales, estudio, medicas, de recreación u otras. Este deterioro que se ha venido agravando, puede provocar ciertos trastornos en los tiempos de movilidad, y otros factores como daños a vehículos que deben ser corregidos a tempo. Entre las deficiencias encontradas en visita preliminar, se encontraron: fisuras y perdida de material de la estructura de las losas que la constituyen.

El barrio Diamante etapa I ubicado en la comuna 4, occidente del municipio de Cartago, Valle del Cauca, tiene como características socioeconómicas que está clasificado según SISBEN por habitantes de estrato 3, con una población aproximada de. 748 personas ubicadas en 187 viviendas con un promedio de 4 por predio.

Figura 1 .
Localización satelital geográfica del barrio
Diamante I. municipio de Cartago



Figura 2.
Localización satelital geográfica del barrio
Diamante I. municipio de Cartago



Fuente. (Google Earth.2021); (Ciudad Región, 2020)

El pavimento rígido con el que están construidas las losas de la vía principal del barrio Diamante etapa I, han venido presentando serias deficiencias en la estructura de su única y la más importante vía (terciaria), a un plazo muy corto ocasionara daños en las partes de los vehículos. Entre las deficiencias encontradas en visita preliminar, se encuentra: fisuras y pérdida de material de la estructura de las losas que la constituyen, situación que se evidencia a lo largo de toda la vía, tal como se muestra en el registro fotográfico relacionado en las figuras 3 y 4.

Figura 3.
Localización fisuras en las losas de la vía
del barrio Diamante etapa I



Figura 4.
Localización perdida de capa
superficial de rodadura en las losas de la
vía del barrio Diamante etapa I



Fuente. Elaboración propia

El trabajo consta del estado del arte donde se presenta antecedentes a nivel internacional y nacional de trabajos similares a los objetivos trazados en este trabajo, presenta el marco teórico, conceptual, metodología del proyecto, resultados, análisis, conclusiones y recomendaciones.

1. Antecedentes

Para la presente investigación se recopilaron fuentes bibliográficas diversas las cuales generaron un aporte amplio para la realización del trabajo, se encontraron diferentes puntos de vista sobre los métodos y formas de diagnosticar las fallas un pavimento, ello a nivel nacional e internacional, dichas fuentes fueron obtenidas de repositorios de universidades y de revistas científicas, logrando así una amplia visualización sobre este tipo de trabajos realizados por otros investigadores

1.1. Referentes internacionales

Tabla 1.
Investigación de referente internacional con énfasis en afectación en pavimentos rígidos.

Título, año, lugar	Investigación de referente internacional con énfasis en afectación en pavimentos rígidos.
Autor (Es)	(Szasdi, 2015)
Objetivo General	Análisis de la afectación en pavimentos rígidos que determine cómo se comporta el soporte lateral en estas estructuras.
Resultados	Los resultados demostraron que, si se utiliza el soporte lateral, alarga la vida media de la estructura minimizando los costos de producción.
Puntos convergentes (aportes a mi investigación)	Evalúa y diagnósticas losas deterioradas.
Puntos divergentes (aspectos en los que difiere)	Norma de construcción de pavimentos de Guatemala. No hay aforo vehicular.

Fuente. (Szasdi, 2015)

Tabla 2.
Investigación de referente internacional con énfasis en estado de pavimento rígido y flexible mediante metodología de inspección visual.

Título, año, lugar	Investigación de referente internacional con énfasis en estado de pavimento rígido y flexible mediante metodología de inspección visual, de Puno. (Perú)
Autor (Es)	(Paucar, 2019)
Objetivo General	Evaluar estado del pavimento flexible y rígido aplicando metodologías de inspección visual en zonas de riesgo de Puno. (Perú)

Resultados La mayoría de las losas presentan un estado regular por falta de mantenimiento de la vía

Puntos convergentes (aportes a mi investigación) Metodologías de inspección visual

Puntos divergentes (aspectos en los que difiere) Pavimento flexible, zonas de riesgo, Metodología de Perú

Fuente. (Paucar, 2019)

1.2. Referentes nacionales

Tabla 3.

Referente nacional que propone rehabilitar el pavimento rígido, de un sector de Suba.

Título, Año, Lugar	Referente nacional que propone rehabilitar el pavimento rígido, de un sector de Suba.
Autor (Es)	(Nova, 2017)
Objetivo general	Proponer alternativas de rehabilitación del pavimento rígido, en una localidad de -Bogotá.
Resultados	Evidencia que las losas existentes, presentan un estado óptimo. Recomiendan, se controle la debilidad y erosión pues ellos limitarían reflexionarse en el borde losas.
Puntos convergentes (aportes a mi investigación)	Brinda información respecto a teoría de cada uno de los factores que intervienen en la elaboración del pavimento. Evalúa el estado del pavimento rígido. Manual de Inspección Visual de Pavimentos rígidos (INVIAS)
Puntos divergentes (aspectos en los que difiere)	Ensayos no destructivos (modelo FWD).

Fuente. (Nova, 2017)

Tabla 4.

Referente nacional que diagnóstica la falla en pavimento rígido de una vía del municipio de Tamalameque

Título, año, lugar	Referente nacional que diagnóstica la falla en pavimento rígido de vías del municipio de Tamalameque
Autor (Es)	(Sánchez & Machuca, 2015)
Objetivo general	Elabora un diagnóstico de las fallas encontradas en los pavimentos de vías de dicho municipio.
Resultados	Encontraron que se utilizaron materiales de baja calidad, (Concreto) y no se tuvo en cuenta los proveedores locales por lo cual el costo e incremento.

Puntos convergentes (aportes a mi investigación)	Utiliza el Manual de Inspección Visual de Pavimentos rígidos (INVIAS), para desarrollar el trabajo
---	--

Puntos divergentes (aspectos en los que difiere)	Nos muestra las diferentes fallas y aspectos que se deben de tener en cuenta en la elaboración de un pavimento.
---	---

Fuente. (Sánchez & Machuca, 2015)

Tabla 5.

Referente nacional que caracteriza las fallas de los pavimentos de las vías de la ciudad de Ocaña Norte de Santander.

Título, año, lugar	Referente nacional que caracteriza las fallas de los pavimentos de las vías de la ciudad de Ocaña Norte de Santander
Autor (Es)	(Gallardo & Quintero, 2017)
Objetivo general	Caracterizar las fallas de los pavimentos de las vías de la ciudad de Ocaña Norte de Santander
Resultados	Encontraron fallas en: Flexible: piel de cocodrilo y baches. Rígido: grieta, desintegración. Grado de severidad de daño: Medio, alto Causas fallas: Asociadas a deficiencias en estructura de pavimentos y condiciones inadecuadas de los suelos de subrasante.
Puntos convergentes (aportes a mi investigación)	Utiliza el Manual de Inspección Visual de Pavimentos rígidos (INVIAS), para desarrollar el trabajo
Puntos divergentes (aspectos en los que difiere)	Diagnostico a pavimentos flexibles. Sin aforo vehicular

Fuente. (Gallardo & Quintero, 2017)

Tabla 6.

Referente nacional con énfasis en diagnóstico de pavimentos rígidos y flexibles en vías del municipio de Villavicencio.

Título, año, lugar	Referente nacional con énfasis en el diagnóstico de pavimentos rígidos y flexibles en vías del municipio de Villavicencio.
Autor (Es)	(Hernández, Riaño, & Velásquez, 2016)
Objetivo general	Realizar inspección visual de pavimentos rígidos y flexibles que, identifiquen patologías en vías del municipio de Villavicencio
Resultados	Las patologías encontradas comprenden fisuras, baches evidenciando un proceso de deterioro paulatino, debido a factores como tránsito, clima o malos procesos constructivos,
Puntos convergentes (aportes a mi investigación)	Utiliza el Manual de Inspección Visual de Pavimentos rígidos (INVIAS), para desarrollar el trabajo
Puntos divergentes	Inspección visualmente los pavimentos, pero tipo flexible. No realizan aforo vehicular.

(aspectos en los que difiere)

Fuente. (Hernández, Riaño, & Velásquez, 2016)

1.3. Referente local

Tabla 7.

Referente nacional con énfasis en el diagnóstico pavimento rígido y flexible encontrado en la Cra. 5 entre calle 27 a la 14 en la ciudad de Pereira

Título, año, lugar	Referente nacional con énfasis en el diagnóstico pavimento rígido y flexible encontrado en la Cra. 5 entre calle 27 a la 14 en la ciudad de Pereira
Autor (Es)	(Salcedo & Grisales, 2016)
Objetivo general	Inspección del pavimento rígido y flexible en estas calles.
Resultados	identificaron establecieron las fallas que se dan en las losas del pavimento en los sectores intervenidos, proponen medidas de tipo correctivo y / o preventivo p, presupuestan el valor de la intervención.
Puntos convergentes (aportes a mi investigación)	Inspección visual de pavimentos rígidos
Puntos divergentes (aspectos en los que difiere)	Inspección visualmente pavimento flexible, Presupuesto del mantenimiento, Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Flexibles. No realizan aforo vehicular.

Fuente. (Salcedo & Grisales, 2016)

Tabla 8.

Referente nacional con énfasis en el diagnóstico pavimento rígido en un sector del barrio Kennedy, Pereira

Título, año, lugar	Referente nacional con énfasis en diagnóstico el pavimento rígido en un sector del barrio Kennedy, Pereira
Autor (Es)	(Escobar, Garcés, & Giraldo, 2019)
Objetivo general	Inspeccionar visualmente el pavimento rígido en un sector del barrio Kennedy, Pereira
Resultados	Observaron que la mayoría de las placas construidas presentan algún tipo de daño, (90% de su total), causadas por falta de mantenimiento, intervención inmediata.
Puntos convergentes (aportes a mi investigación)	Inspeccionaron visualmente el pavimento rígido. Realizaron aforos vehiculares, utilizaron como guía el Manual de Inspección Visual de Pavimentos rígidos (INVIAS)
Puntos divergentes (aspectos en los que difiere)	Presentan un completo y detallado presupuesto de intervención. No realizan aforo vehicular.

Fuente. (Escobar, Garcés, & Giraldo, 2019)

1.4. Resumen del estado del arte (convergencias y divergencias)

La Tabla 9, presenta un resumen convergencias y divergencias del estado del arte investigado.

Tabla 9.
Resumen del estado del arte (convergencias y divergencias)

	Convergencias	Divergencias
A nivel internacional	Evalúan y diagnostican losas deterioradas mediante inspecciones visuales	a) Metodologías de cada uno de los países. b) No realizan aforo vehicular, ni proponen presupuesto.
A nivel nacional	Utilizan el Manual de Inspección Visual de Pavimentos rígidos (INVIAS) para su diagnóstico	a) Uno utiliza Ensayos no destructivos (modelo FWD). b) Uno realiza aforo vehicular. c) Uno utiliza inspección visual de pavimentos flexibles.
A nivel local	a) Utilizan el Manual de Inspección Visual de Pavimentos rígidos (INVIAS). b) Proponen presupuesto para mantenimiento, no	a) No realizan aforo vehicular. b) Inspección del pavimento rígido y flexible

Fuente. Elaboración propia

De ocho trabajos analizados se concluyó qué:

- ✓ La mayoría son afines en cuanto al diagnóstico visual.
- ✓ Difieren los internacionales en su metodología.
- ✓ No ven importante el uso del aforo vehicular como método de análisis, a nivel nacional y local.
- ✓ Todos coinciden en el uso de la misma metodología de Invías.
- ✓ Dos utilizan aforo vehicular.
- ✓ Uno no propone presupuesto de mantenimiento.
- ✓ Otro utiliza ambas metodologías flexible y rígido para esos dos tipos de pavimentos.

2. Objetivos

2.1. General

Diagnosticar los tipos de daños ocasionados en el pavimento rígido presentado en la vía principal del barrio Diamante etapa I ubicado en el municipio Cartago Valle.

2.2. Específicos

- 1) Presentar una revisión documental del proceso constructivo del concreto rígido utilizado en la vía a fin de encontrar las brechas entre el estado de conocimiento y la situación real.
- 2) Efectuar el inventario de daños en las placas en pavimento rígido de la vía, de acuerdo con el manual para la inspección visual de pavimento del INVIAS.
- 3) Realizar chequeo de diseño de pavimento con medición actual de variable tránsito
- 4) Efectuar análisis de brechas e identificación de hallazgos con el fin de inferir las posibles causales de los daños en el pavimento.

3. Justificación

En la construcción de los pavimentos sean rígidos o flexibles, se debe tener en cuenta algunas variables que pueden ser causa de su deterioro así: El clima y los tipos de suelos en que se construyen, calidad de los materiales utilizados, el proceso constructivo, el flujo vehicular, el clima, los tipos de suelos, son entre algunos, elementos que se deben tener en cuenta en un buen diseño que permita la durabilidad en el tiempo de acuerdo con la normatividad. Por lo tanto, es justificable que las vías que presenten cualquier tipo de deterioro sean evaluadas, diagnosticadas para, posteriormente después identificar, las causas que ocasionan las diferentes fallas y poder realizar el mantenimiento correctivo a que haya lugar.

De acuerdo con lo expuesto, se presenta una situación de deterioro en la vía que atraviesa el barrio Diamante etapa I del municipio de Cartago, Valle del Cauca que presenta en la actualidad un daño considerable que requiere un diagnóstico y evaluación de sus placas y los elementos constitutivos de ellas para poder posteriormente encontrar una posible solución de su daño. Por todo lo anterior se justifica realizar este tipo de diagnóstico aplicando los conocimientos adquiridos durante las diferentes asignaturas de Ingeniería Civil en un problema real como el descrito en este trabajo.

Al realizar el diagnóstico de los tipos de daños del pavimento rígido presentado en la vía principal del barrio Diamante etapa I ubicado en el municipio Cartago Valle y proponer una posible solución, y si ella se realizara, se lograría que la comunidad que habita dicho sector contara con una ruta que les generaría mayor conectividad y menores tiempos de traslado entre las diferentes áreas o zonas de Cartago, una adecuada infraestructura vial asegurará que las comunidades cuenten con vías que permitan desplazamientos en menores tiempos, minimizando los costos que se derivan de desplazarse por ella, lo que redundará no solo el bienestar de ellas sino

también en la economía de su sector, es por lo tanto justificable realizar este diagnóstico para evitar problemas viales, sociales y económicos debido a la situación actual.

En cuanto a la pertinencia social al momento de realizar el mantenimiento de la vía de acuerdo con el diagnóstico presentado en esta propuesta, traerá consigo un impacto social positivo al beneficiar a los habitantes del barrio Diamante etapa I, ellos constituidos por 748 personas, los cuales encontrarán, una mayor vida útil del pavimento rígido constitutivo de su vía principal, evitando problemas de movilidad daños de máquina y preservando la integridad de sus habitantes. Por último, el resultado final de esta propuesta será socializado con las autoridades municipales y la comunidad beneficiada para que sepan de primera mano la situación real y los beneficios que traerá la intervención propuesta

4. Marco teórico

Los aspectos teóricos y las variables, que se tienen en cuenta en el desarrollo del trabajo son las siguientes.

4.1 Pavimento

Los pavimentos son las estructuras compuestas por capas de diferentes materiales, que se construyen sobre terreno natural, y que permiten el flujo vehicular sobre ellos.

Figura 5.
Pavimento



Fuente. (INFORCIVIL, 2021)

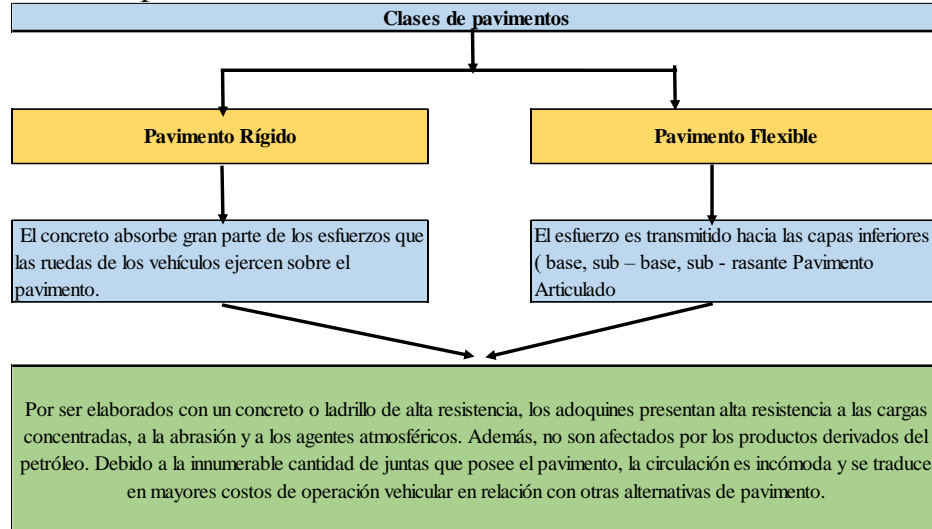
De acuerdo a los estudios preliminares de suelo, análisis de tránsito se elige, las capas que lo componen, así la primera capa que es la que está en contacto directo con el tránsito se le denomina de rodadura, a las otras capas que lo integran en su orden son la base (cuando el pavimento solo tiene una), si son dos se llaman base y subbase, a l terreno donde se instalara el pavimento se le denomina subrasante el cual es encargado de soportar el pavimento.

(CORBLOCK, 2017)

4.1.1. Clasificación de los pavimentos

Según el material de su capa de rodadura de los pavimentos y a su comportamiento, son clasificados como rígidos o flexibles, (Londoño & Alberto, 2008). presenta dicha clasificación. en la figura 6.

Figura 6.
Clases de pavimentos

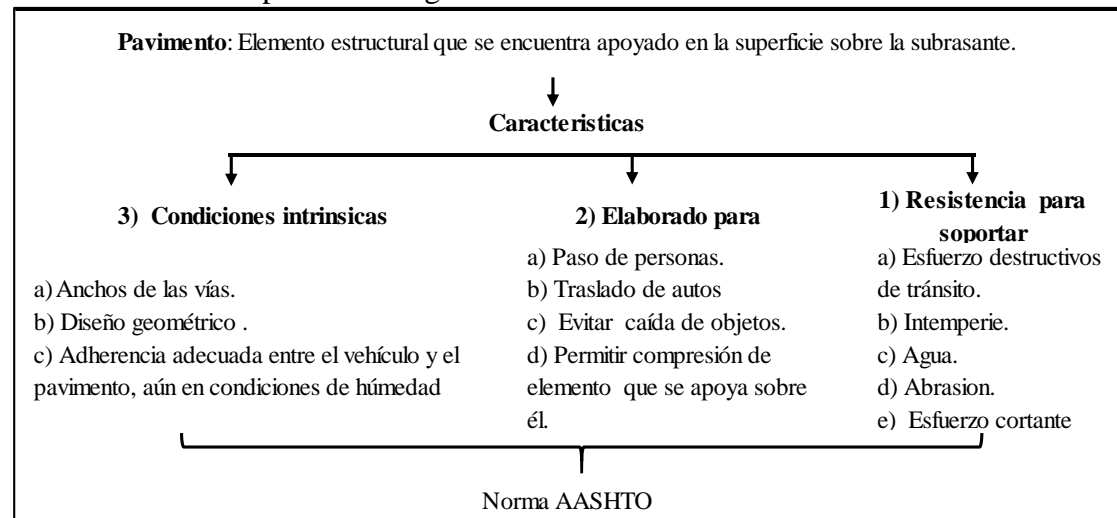


Fuente. (Londoño & Alberto, 2008).

4.1.2. Características del pavimento rígido

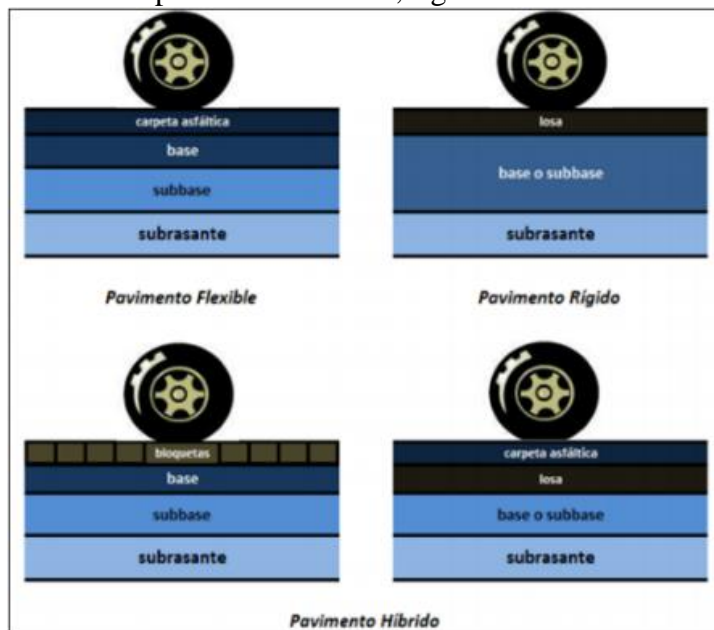
De acuerdo con la Norma AASHTO, las condiciones del pavimento rígido tienen que ver con las características de la vía que permiten determinar para que fueran elaboradas y la resistencia que deben soportar, la figura 6 presenta los elementos estructurales según la norma. Y la figura 7, muestra la estructura del pavimento flexible, rígido e híbrido.

Figura 7.
Características del pavimento rígido



Fuente. (Rodríguez, 2009)

Figura 8.
Estructura pavimento flexible, rígido e híbrido



Fuente. (Rodríguez, 2009)

A nivel colombiano el Manual de especificaciones generales de construcción de carreteras. INVIAS. (2020), presenta la normatividad para producción de afirmados, subbases y bases granulares y estabilizadas.

4.1.3. Elementos estructurales que integran un pavimento

Los pavimentos son estructuras conformadas por capas construidas sobre terrenos naturales, que asumen la carga producida por los vehículos que la transitan. Ver figura 8, con mapa conceptual de los elementos estructurales que integran un pavimento.

Figura 9.
Elementos estructurales que integran un pavimento

Elementos estructurales que integran un pavimento	
El suelo	En pavimentos rígidos se debe tener en cuenta la estructura de sus capas, la utilización de material utilizados que garanticen la vida útil del mismo. (Lara & Villanueva, 2019), (Bonilla, y otros, 2017). Compuesto por diversas mezclas y tamaños diversos, de roca, grava, arenas, arcillas y limos. (Hoyos, 2016), (Lara & Villanueva, 2019).
Sud-Brasante	Debe presentar condiciones para la resistencia de cargas y esfuerzos transmitidos por el pavimento, que proporcione a la vez condiciones de apoyo uniformes y permanentes. (Bernal, Gómez, & Cespedes, 2017), (Lara & Villanueva, 2019), (Bonilla, y otros, 2017)
Sud-Base	Esta capa se encuentra debajo de la losa de concreto, tiene como función primordial impedir la acción de bombeo en las juntas grietas y externos del pavimento. (Bernal, Gómez, & Cespedes, 2017), (Lara & Villanueva, 2019), (Bonilla, y otros, 2017)
Cemento para concreto hidráulico	Se forma a partir de mezcla de caliza y arcilla, se endurece al contacto con agua. (conocido en como Clinker), y así evitar la contracción de la mezcla al fraguar cuando y que se endurezca posteriormente. (Bernal, Gómez, & Cespedes, 2017)
Agua para el concreto hidráulico	El agua cumple dos funciones en el concreto, permite la hidratación del cemento y hace la mezcla manejable. no debe contener sales inorgánicas, aceites, arcillas, sedimentos, hojas y otros desechos vegetales lo cual hace que en la elaboración de la mezcla, se pierde calidad. (Bernal, Gómez, & Cespedes, 2017)
Materiales pétreos para concreto hidráulico	Son agregados pétreos naturales los cuales son sujetos a tratamientos de desagregación, criba, tritura o lavado, o materiales producidos por expansión, calcinación o fusión, que al mezclarse con cemento portland y agua forma concreto hidráulico.
	Agregado fino: arena obtenida mediante trituración, pudiendo contener finos de menor tamaño dentro de las proporciones establecidas en la norma.
	Agregado grueso: puede ser grava natural u obtenida mediante trituración, escorias de alto hornos enfriadas en aire o una combinación de dichos materiales, puede contener fragmentos de roca y arena dentro de las proporciones establecidas en la norma. (Bernal, Gómez, & Cespedes, 2017), (Lara & Villanueva, 2019)
Aditivos	Los aditivos reducen tiempos de curado, acelerando la puesta de servicio de la estructura, posibilita evitar rápidamente las fugas de agua en estructura hidráulica, reduce la presión sobre el encofrado, contrarresta el efecto de la baja temperatura en clima frío, entre otras. (Bernal, Gómez, & Cespedes, 2017), (Lara & Villanueva, 2019)

Fuentes. (Lara & Villanueva, 2019), (Bonilla, y otros, 2017), (Hoyos, 2016), (Bernal, Gómez, & Cespedes, 2017)

4.1.4. Proceso constructivo de los pavimentos

Es el conjunto de etapas, que se requieren, para materializar un proyecto de construcción de una vía con pavimento rígido, la figura 16, presenta un diagrama con el proceso, el cual, deberá cumplir con las especificaciones para construcción de carreteras (INVIAS. 2012). (Departamento Nacional de Planeación. DNP, 2016)

Figura 10.
Proceso constructivo, construcción de vías urbanas de bajo tránsito con pavimento rígido



Fuente. (Departamento Nacional de Planeación. DNP, 2016)

4.1.5. Diagnóstico de las fallas del pavimento

Para los autores, (Bernal, Gómez, & Cespedes, 2017), el análisis del estado de un pavimento solo es posible mediante un diagnóstico visual y teniendo en cuenta las metodologías utilizadas por cada país, para el caso colombiano INVIAS editó el manual de inspección visual para pavimentos (rígidos o livianos), el cual permite determinar el tipo de daño y el grado de severidad teniendo en cuenta las características estructurales, materiales usados, factores externos, como el clima, la composición del suelo. Adicional a ello se puede reforzar esa evaluación mediante pruebas de laboratorio, que permiten diagnosticar el estado estructural y las características del material usado en la construcción del pavimento.

4.1.6. Deterioro los pavimentos.

Para (Bernal, Gómez, & Cespedes, 2017), a pesar de estar diseñados para durar largos periodos, numerosas causas externas se constituyen en factores de un posible deterioro, entre las cuales se pueden apreciar las siguientes:

- ✓ El clima y los tipos de suelos en que se construyen.
 - ✓ Deficiencia en el diseño.
 - ✓ Características de los materiales utilizados.
 - ✓ Procesos contractivos inadecuados.
 - ✓ Valoración y análisis inadecuado del flujo vehicular.
- a) Otros deterioros.

4.1.7. Tipo de daño en los pavimentos

la figura 11, muestra los diferentes tipos de daño que presentan los pavimentos, dependiendo de algunas características intrínsecas, de la composición y mezcla de sus materiales constitutivos, de su localización, composición del suelo, factores climáticos y del nivel de las cargas que debe soportar, los más importantes se pueden apreciar en las figuras que se muestran a continuación

Figura 11.
Tipo de daño en los pavimentos

Tipo de daño	Denominación	Símbolo	Unidad de medida	
Fisuras	Longitudinales	FL	Longitud en metros de carril afectado. (m)	
	Transversales	FT		
	De junta	FJ		
	En bloque	FB		
	Piel de cocodrilo	PC		
	Media luna	FML		
Deformaciones	Abultamiento	AB	Superficie afectada en metros cuadrados.(m2)	
	Ahuellamiento	AH		
	Desplazamiento de borde	DB		
	Hundimientos	HU		
	Media luna	ML		
Desprendimientos	Bache	BCH	Superficie afectada en metros cuadrados.(m2)	
	Parche	PCH		
	Descascaramiento	DC		
	Pérdida de agregados	PA		
Otros daños	Pérdida de ligante	PL	Superficie afectada en metros cuadrados.(m2)	
	Afloramientos	AFL		Número de veces que se presenta
	Cabezas duras	CD		
	Exudación	EX		
Daños en las bermas	Pulimento	PU	Longitud en metros de carril afectado. (m)	
	Hundimiento	HUB		
	Separación de berma	SB		
	Fisuramiento	FSB		
	Baches	BCB	Superficie afectada en metros cuadrados.(m2)	

Fuente. (Quintero, 2011)

a) Niveles de severidad daño en los pavimentos

La tabla 10 muestra el tipo de severidad o afectación, el nivel de severidad y el rango de daño en los pavimentos

Tabla 10. Niveles de severidad daño en los pavimentos

Tipo de severidad o afectación	Niveles de severidad daño en los pavimentos			
	Nivel de severidad	Rango del Nivel de severidad		
	Nivel de severidad	En metros (m)		En milímetros
Baja	Perdida de material superficial a una profundidad de:	0,005		5,000
Media	Perdida de material superficial a una profundidad de:	0,005	0,015	5,000 15,000
Alta	Perdida de material superficial a una profundidad de:	0,015		15,000

Fuente. (INVIAS, 2006)

b) Daño por Fisuras

i. Daño por Grieta de esquina

Tabla 11. Características de la Grieta de esquina

Grieta de esquina						
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad			
			En metros (m)		En milímetros	
Baja	Escalonamiento imperceptible y el bloque de la esquina esta completo	Selladas o con abertura menor a	0,003	3,000		
Media		Aberturas entre	0,003	0,010	3,000	10,000
Alta	Escalonamiento y el bloque de la esquina esta dividido en varias partes	Aberturas mayores a	0,010		10,000	

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 12. Vista en planta Grieta de esquina

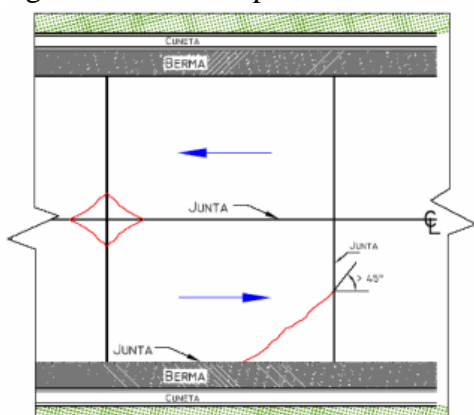


Figura 13. Vista típica Grieta de esquina



Fuente. (INVIAS, 2006)

ii. Daño por Grietas longitudinales

Tabla 12. Características de la Grietas longitudinales

Grietas longitudinal						
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad			
			En metros (m)		En milímetros	
Baja	Escalonamiento imperceptible	Selladas o con abertura m	0,003	3,000		
Media		Aberturas entre	0,003	0,010	3,000	10,000
Alta	Escalonamiento mucho mayor	Aberturas mayores a	0,015		15,000	

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 14. Vista en planta Grieta longitudinal

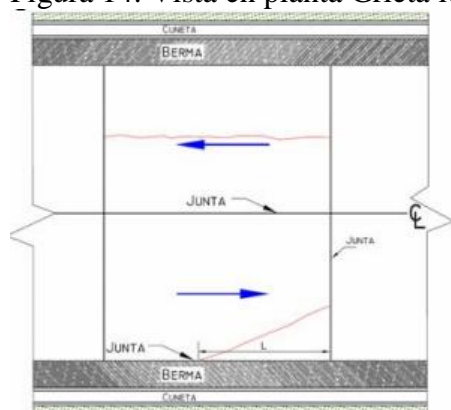


Figura 15. Vista típica Grieta longitudinal



Fuente. (INVIAS, 2006)

iii. Daño por Grietas transversales

Tabla 13. Características de la Grietas transversales

		Grietas transversales			
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad		
			En metros (m)	En milímetros	
Baja	Escalonamiento imperceptible	Selladas o con abertura m	0,003	3,000	
Media		Aberturas entre	0,003	0,010 3,000 10,000	
Alta	Escalonamiento mucho mayor	Aberturas mayores a	0,010	10,000	

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 16. Vista en planta Grietas transversales

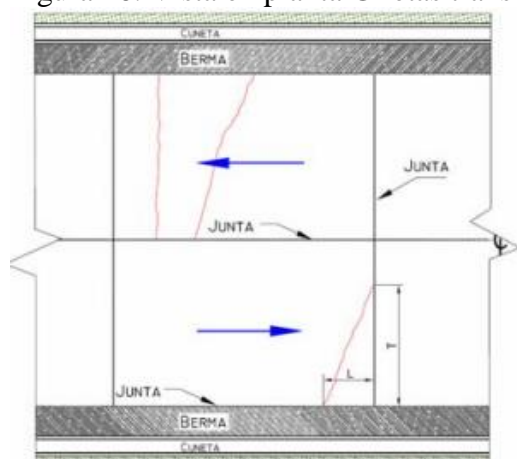


Figura 17. Vista típica Grietas transversales



Fuente. (INVIAS, 2006)

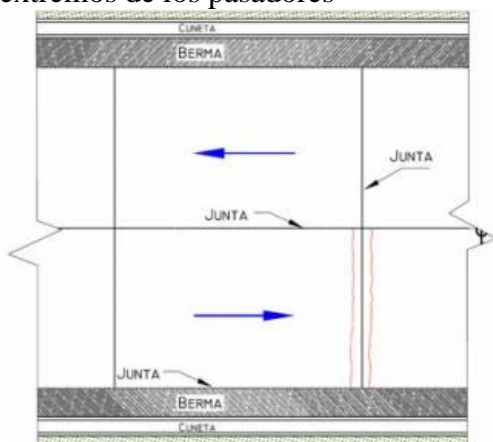
iv. Daño por Grietas en los extremos de los pasadores

Tabla 14. Características de la Vista en planta Grietas en los extremos de los pasadores

		Grietas en los extremos de los pasadores (GP)			
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad		
			En metros (m)	En milímetros	
Baja	Escalonamiento imperceptible	Selladas o con abertura m	0,003	3,000	
Media		Aberturas entre	0,003	0,010 3,000 10,000	
Alta	Escalonamiento mucho mayor	Aberturas mayores a	0,010	10 0,006 6,000	

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 18. Vista en planta Grietas en los extremos de los pasadores



Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 19. Vista típica Grietas en los extremos de los pasadores



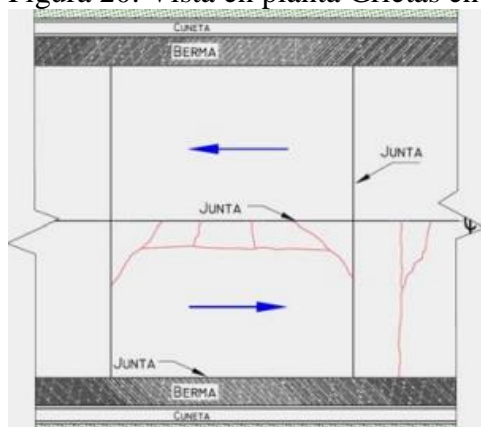
v. Daño por Grietas en bloque

Tabla 15. Características de la Grietas en bloque

		Grietas en bloque		
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad	
			En metros (m)	En milímetros
Alta	Siempre se considera	Fracturación múltiple, posiblemente por fatiga de concreto, equivocado diseño estructural y condiciones de soporte deficientes	Se mide en m ² de cada placa y severidad	

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 20. Vista en planta Grietas en bloque



Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 21. Vista típica Grietas en bloque



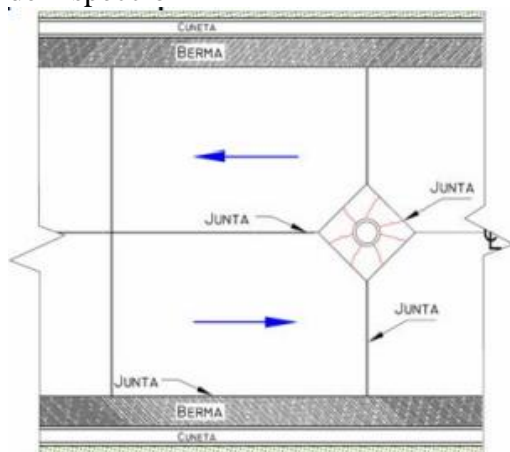
vi. Daño por Grietas en pozos de inspección

Tabla 16. Características de la Grietas en pozos de inspección

		Grietas en pozos o sumideros (GA)					
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad				
			En metros (m)		En milímetros		
Baja	Escalonamiento imperceptible	Selladas o con abertura m	0,003	3,000	3,000	10,000	
Media		Aberturas entre	0,003	0,010			
Alta	Escalonamiento mucho mayor	Aberturas mayores a	0,010	0,006	0,006	6,000	

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 22. Vista en planta Grietas em pozos de inspección



Fuente. (INVIAS, 2006)

a) Daño en juntas

i. Daño por Separación de juntas longitudinales

Figura 23. Vista típica Grietas em pozos de inspección

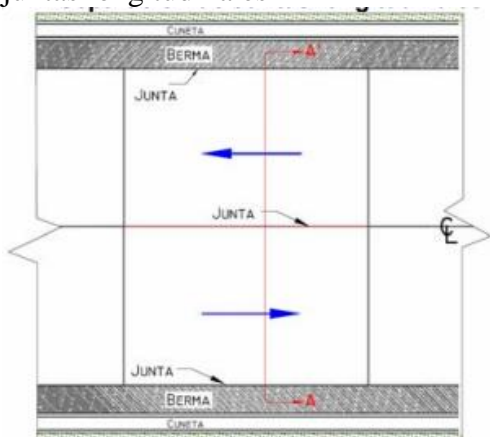


Tabla 17. Características de la Separación de juntas longitudinales

Daños en (Separacion de juntas longitudinales)						
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad			
			En metros (m)		En milímetros	
Baja	Levantamiento imperceptible	Desportillamiento minimc	0,003	3,000		
Media		Aberturas entre	0,003	0,025	3,000	25,000
Alta	Se presenta diferencia de nivel entre losas adyacentes o altura sobre el nivel de la via mucho mayor a	Aberturas mayores a	0,010		10,000	

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 24. Vista en planta Separación de juntas longitudinales



Fuente. (INVIAS, 2006)

ii. Daño por Deterioro del sello

Figura 25. Vista típica Separación de juntas longitudinales

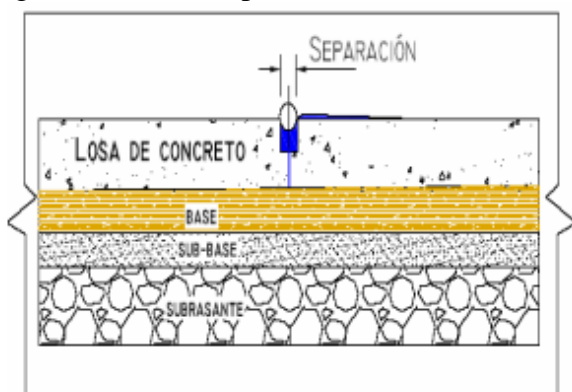


Tabla 18. Características del Deterioro del sello

Deterioro del sello (DST -DSL)			
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad
Baja	Longitud con deficiencia de sellado menor al 5% de la longitud de la junta y no existe riesgo de entrada de agua y / o material encompresible		0,00% 5,00%
Media	Longitud con deficiencia de sellado entre el 5% y el 25% de la longitud de la junta y el resto del material sellante se encuentra en condicion regular		5,01% 25,00%
Alta	Longitud con deficiencia de sellado mayor a al 25% de la longitud de la junta , entrada de agua y / o material incompresible, el cambio y sellado debe ser inmediato		25,0%

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 26. Vista en planta Deterioro del sello



Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 27. Vista típica Deterioro del sello



b) Daño por Deterioros superficiales

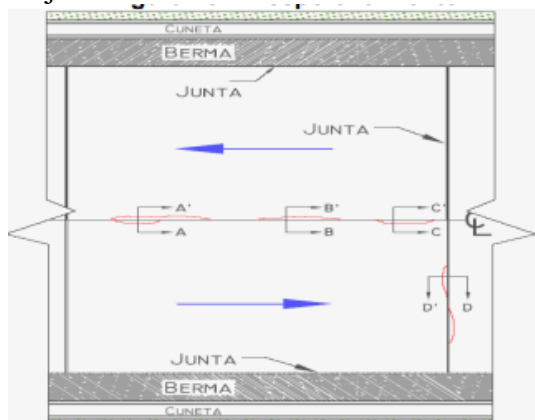
i. Daño por Desportillamiento de juntas

Tabla 19 . Características del Desportillamiento de juntas

Desportillamiento de juntas (DPT,DPL)				
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad	
			En metros (m)	En milímetros
Baja	Pequeños fracturamientos		0,080	80,000
Media	Las fracturas se extienden a lo largo de las losas adyacentes o altura sobre el nivel de la vía mucho mayor a	Aberturas entre	0,090	80,000
Alta	Se presenta diferencia de nivel entre las losas adyacentes o altura sobre el nivel de la vía mucho mayor a	Aberturas mayores a	0,080	80,000
	Tienen una profundidad de		0,025	25,000

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 28. Vista en planta Desportillamiento de juntas



Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 29. Vista típica planta Desportillamiento de juntas



ii. Daño por Descascaramiento

Tabla 20. Descascaramiento

Descascaramiento (DE)					
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad		
			En metros (m)		En milímetros
Baja	Perdida de material superficial a una profundidad menor a		0,005		5,000
Media	Perdida de material superficial a una pr	Aberturas entre	0,005	0,015	5,000 15,000
Alta	Perdida de material superficial a una pr	Aberturas mayores a	0,015		15,000

Figura 30. Vista en planta Descascaramiento

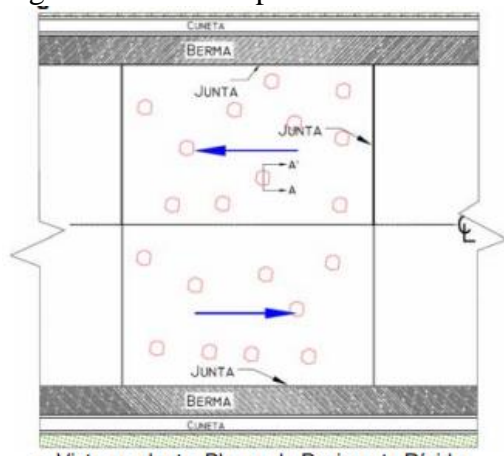


Figura 31. Vista típica Descascaramiento



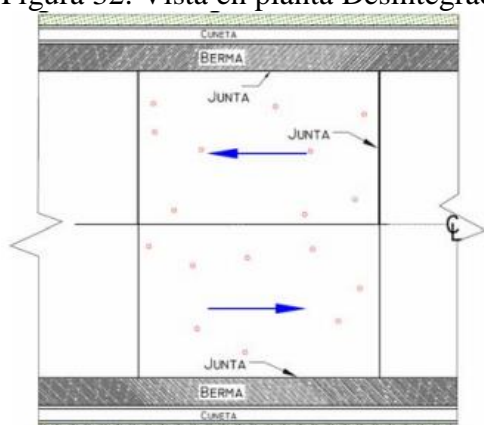
Fuente. (INVIAS, 2006)

iii. Daño por Desintegración

Tabla 21. Desintegración

Desintegración	
Descripción del daño	
Baja	Pequeños desprendimientos muy superficiales o concentrados en pequeña areas como remiendos
Media	Pealduras generalizadas, dando lugar a una textura abierta, pero elso desprendimientos se limitan a mateial fino solo superficiales
Alta	Pealduras generalizadas, dando lugar a una superficie rugosa , con desprendimientos de agregado grueso formano cavidades o pequeños baches superficiales

Figura 32. Vista en planta Desintegración



Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 33. Vista típica Desintegración



iv. Daño por Baches y Pulimento de losas de concreto

Tabla 22. Baches

		Baches (BCH)		
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad	
			En metros (m)	En milímetros
Baja	Profundida de afectación menor a	igual	0,000	25,000
Media	Profundida de afectación menor entre	Aberturas entre	25,001	50,000
Alta	Profundida de afectación mayor a	Aberturas mayores a	50,010	

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 34. Vista típica Baches



Fuente. (INVIAS, 2006)

v. Daño por Pulimento de losas de concreto

Tabla 23. Pulimento de losas de concreto

Pulimento (PU)	
Descripción del daño	Rango del Nivel de severidad
No se definen niveles de severidad. El grado de pulimento de la superficie debe ser alto para ser informado.	No se definen niveles de severidad. El grado de pulimento de la superficie debe ser alto para ser informado.

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 35. Vista típica Baches



Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 36. Vista típica Pulimento de losas de concreto



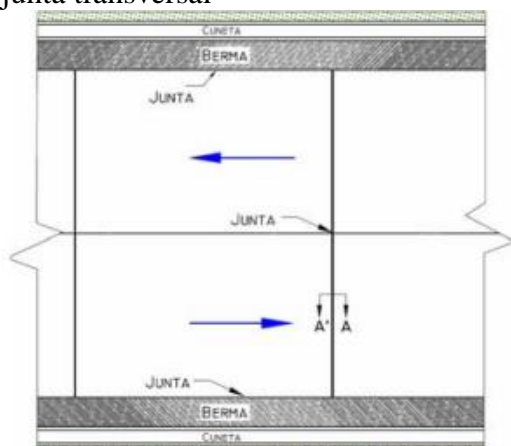
vi. Daño por Escalonamiento de juntas

Tabla 24. Escalonamiento de juntas

Escalonamiento de juntas longitudinales (EJL) y Transversales (EJT)					
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad		
			En metros (m)		En milímetros (mm)
Baja	Desnivel menor a		0,005		5,000
Media	Desnivel entre		0,005	5,000	0,010 10,000
Alta	Desnivel mayor a		0,010		10,000

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 37. Vista en planta Escalonamiento de junta transversal



Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 38. Vista típica Escalonamiento de juntas



vii. Daño por Levantamiento localizado en losas de concreto

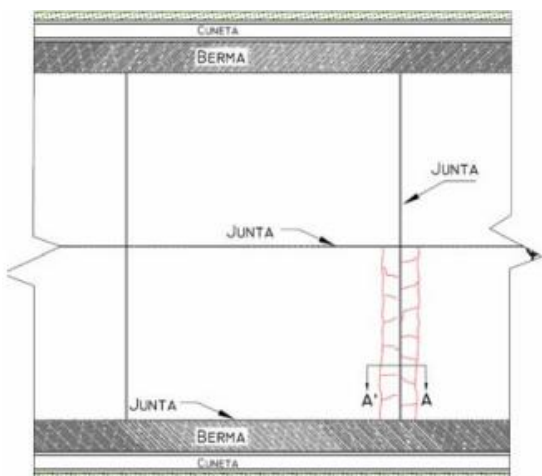
Tabla 25. Levantamiento localizado en losas de concreto

Levantamiento localizado (LET, LEL)				
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad	
			En metros (m)	En milímetros
Baja	Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio. Elevación entre los bordes de la losa menor a		0,005	5,000
Media	Moderada incidencia en la comodidad de manejo, genera incomodidad y obliga a disminuir la velocidad de circulación. Elevación entre bordes de la losa entre		0,005	5,000 0,010 10,000
Alta	El levantamiento causa un excesivo alto del vehículo, generando la pérdida de control del mismo, una sustancial incomodidad, y / o riesgo para la seguridad y / o daños al vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad. Separación entre bordes de la losa mayor a		0,010	10,000

viii. Daño por Levantamiento localizado en losas de concreto

Figura 39. Vista en planta Levantamiento localizado en losas de concreto

Figura 40. Vista típica Levantamiento localizado en losas de concreto



Fuente. (INVIAS, 2006)

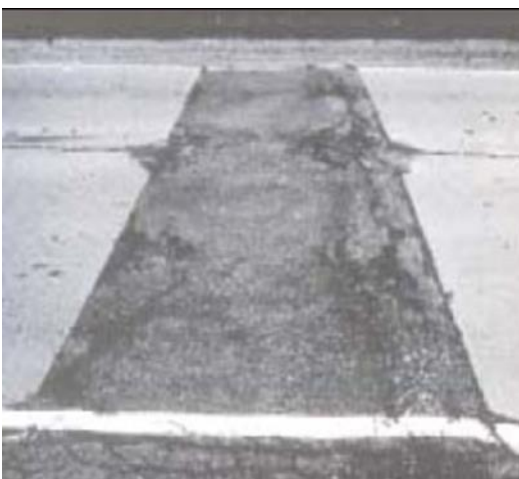
ix. Daño por Parches en asfalto y concreto

Tabla 26. Parches en asfalto y concreto

		Parches (PCHA - PCHC)			
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad		
			En metros (m)	En milímetros	
Baja	Buena condición y desempeño satisfactorio		0,005	5,000	
Media	Presenta daños de severidad baja o media y deficiencias en los bordes		0,005	5,000 0,010 10,000	
Alta	Gravemente deteriorado, requiere reparación inmediata		0,010	10,000	

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 41. Vista típica Parches en asfalto y concreto



Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 42. Vista típica Parches en asfalto y concreto



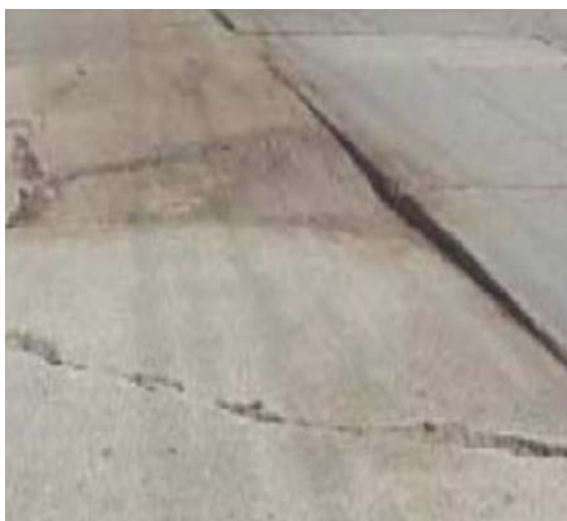
x. Daño por Hundimiento o asentamiento

Tabla 27. Hundimiento o asentamiento

Hundimiento de losa o Asentamiento (HU)				
	Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad	
			En metros (m)	En milímetros
Baja	Causa poca vibración al vehículo, sin generar incomodidad al conductor. Profundida menor que			20,000
Media	Causa mayor vibración al vehículo, generando incomodidad al conductor. Profundida entre		20,000	40,000
Alta	Causa vibración excesiva al vehículo, generando un alto grado de incomodidad haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad. Profundida mayor a			40,000

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 43. Vista típica Hundimiento y asentamiento



Fuente. (INVIAS, 2006)

c) Otros tipos de Daño por deterioros

i. Daño por Fisuración por retracción o tipo de malla

Tabla 28. Fisuración por retracción o tipo de malla

Fisuración por retracción o tipo de malla (FR)		
	Descripción del daño	Especificación del daño
Baja	Fisuramiento bien definido, pero sin descascaramiento	
Media	Fisuramiento con descascaramiento	Afecta menos al 10% de la superficie deteriorada.
Alta	Fisuramiento con descascaramiento	Afecta al 10% o mas de la superficie deteriorada.

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 44. Vista típica Fisuración por retracción o tipo de malla



Fuente. (INVIAS, 2006)

ii. Daño por Fisuraciones ligeras de aparición temprana y por durabilidad

Tabla 29. Fisuraciones ligeras de aparición temprana

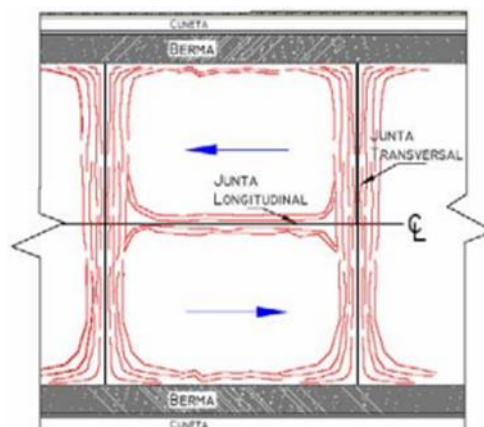
Fisuración por ligeras de aparición temprana (FT)		
	Descripción del daño	Especificación del daño
Baja	Sin descascaramiento	
Media	Fisuramiento con descascaramiento	Afecta menos al 10% de la losa.
Alta	Fisuramiento con descascaramiento	Afecta al 10% o mas de la losa.

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 45. Vista típica Fisuración por ligeras de aparición temprana



Figura 46. Vista en planta Fisuración por durabilidad



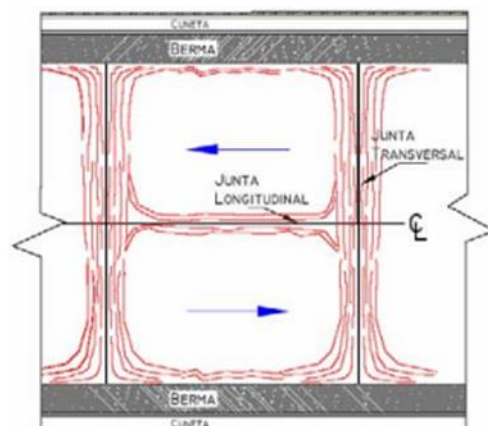
Fuente. (INVIAS, 2006)

iii. Daño por Fisuraciones ligeras por durabilidad

		Fisuración por durabilidad (FD)	
Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad	
		En metros (m)	En milímetros
Baja	Grietas muy cercanas.		
Media	Grietas bien definidas.		Establecer la superficie en m ² , para cada nivel de severidad presente y para cada placa.
Alta	Patron de la falla bien desarrollado.		

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 47. Vista en planta Fisuración por durabilidad



Fuente. (INVIAS, 2006)

iv. Daño por Bombeo sobre la junta transversal

Bombeo sobre la junta transversal (BOT)			
	Descripción del daño	Rango del Nivel de severidad	
		En metros (m)	En milímetros
Baja	La diferencia de alturas entre el pavimento y el nivel de referencia es menor a :	0,005	50,000
Media	La diferencia de alturas entre el pavimento y el nivel de referencia esta entre :	0,050	0,150 50,000 150,000
Alta	La diferencia de alturas entre el pavimento y el nivel de referencia es mayor a :	0,150	150,000

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 48. Vista típica Bombeo sobre la junta



Fuente. (INVIAS, 2006)

v. Daño por Ondulaciones

Tabla 30. Ondulaciones

		Ondulaciones (ON)			
Descripción del daño	Especificación del daño	Rango del Nivel de severidad			
		En metros (m)	En milímetros		
Baja	Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a velocidad de operación promedio	Desnivel menor a	0,005	5,000	
Media	Moderada incidencia en la comodidad de manejo, genera incomodidad y obliga a disminuir la velocidad de circulación	Desnivel entre	0,005	5,000	0,010 10,000
Alta	El desnivel causa un excesivo salto del vehículo, generando la pérdida de control del mismo, una sustancial incomodidad y / o riesgo para la seguridad y / o daños a vehículo, siendo necesario reducir drásticamente la velocidad.	Desniveles mayores a	0,010	10,000	

Fuente. (INVIAS, 2006)

vi. Daño por Descenso de la berma

Tabla 31. Descenso de la berma

		Descenso de la berma (DB)			
Descripción del daño		Rango del Nivel de severidad			
		En metros (m)	En milímetros		
Baja	La diferencia de alturas entre la losa y la berma es	0,010	10,000		
Media	La diferencia de alturas entre la losa y la berma esta	0,010	0,030	10,000	30,000
Alta	La diferencia de alturas entre la losa y la berma es	0,030	30,000		

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 49. Vista en planta Descenso de la berma

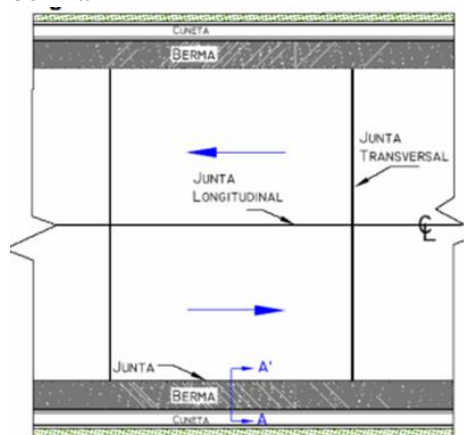


Figura 50. Vista típica Descenso de la berma



Fuente. (INVIAS, 2006)

vii. Daño por Separación entre la berma y el pavimento

Tabla 32. Separación entre la berma y el pavimento

Descenso de la berma (SB)	
Descripción del daño	Rango del Nivel de severidad
<p>No se clasifican los niveles de severidad, pero si hay entrada o se presume la entrada de agua entre la junta (separaciones mayores a 1 mm), es suficiente para considerarlo de alta severidad y debe ser sellada la junta de inmediato para evitar el ingreso del agua hacia la base, se puede presumir entrada de agua si hay presencia de finos a lo largo de la junta.</p>	<p>Se evalúa la longitud en metros de la junta afectada, definiendo si hay penetración de agua a la base.</p>

Fuente. (INVIAS, 2006)

Figura 51. Vista en planta Separación entre la berma y el pavimento

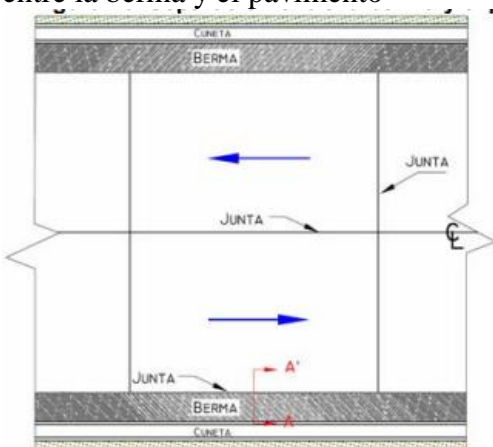


Figura 52. Vista típica Separación entre la berma y el pavimento



Fuente. (INVIAS, 2006)

4.1.8. Resumen daños en los pavimentos

Tabla 33.

Deterioros expuestos: Grietas, agrietamientos, juntas, deterior superficial

No.	Tipo de Daño (unidad de medida)	Símbolo	Severidad		
			Baja (B)	Media (M)	Alta (A)
GRIETAS Y AGRIETAMIENTOS					
1.	Grietas longitudinales (m)	GL	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
2.	Grietas transversales (m)	GT	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
3.	Grietas de esquina (m)	GE	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
4.	Grietas en los extremos de los pasadores (m)	GP	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
5.	Grietas en bloque o múltiples (m2)	GB		Siempre altas	
6.	Grietas en pozos y sumideros (m2)	GA	<3mm	3 - 10mm	>10mm
JUNTAS					
7.	Separación de juntas (m)	SJ	<3 mm	3 - 25 mm	>25mm
8.	Deficiencias de sellado (m)	DST, DSL	L < 0.5m	0.5 - 2.0 m	> 2.0m
DETERIORO SUPERFICIAL					
9.	Desportillamiento (m)	DPT, DPL	a <5 cm	5 - 15 cm	>15cm
10.	Descascaramientos (m2)	DE		Sin severidad	
11.	Pulimento (m2)	PU	Fácilmente perceptible	El área pulimentada tiene un acabado mate	Apariencia de espejo
12.	Desintegración (m2)	DI		Sin severidad	
13.	Cabezas duras (m2)	CD		Sin severidad	
14.	Escalonamiento de juntas (unidad)	EJ	h < 6 mm	6 - 13 mm	>13mm
15.	Levantamiento localizado (m)	LET, LEL	h <5mm	5 - 10mm	>10mm
16.	Parches (m2)	PCHA, PCHC	bueno	Daños leves y medios, asent<5mm	Daños severos, asent>5mm
17.	Hundimientos o asentamientos (unidad)	HU	No genera molestia (o rebote) al conductor.	Genera poca molestia (o rebote) al conductor.	Causa reducción de velocidad.

Fuente. Adaptación propia a partir de (INVIAS, 2006)

Tabla 34.
Deterioros expuestos: Otros daños, daños bermas

OTROS DANOS					
18.	Fisuramiento por retracción (tipo malla) (m2)	FR	Sin descascarar	desc < 10%	desc > 10%
19.	Fisuras ligeras de aparición temprana (m2)	FT	Sin descascarar	Con algunas zonas descascaradas	Agrietamiento y descascaramiento
20.	Fisuración por durabilidad (m2)	FD	Sin severidad		
21.	Bombeo (m)	BOT, BOL	El agua es expulsada sin arrastrar finos.	Existe una pequeña cantidad del material bombeado en las juntas.	Existe una gran cantidad de material bombeado sobre el pavimento.
22.	Ondulaciones (m2)	ON	Genera un rebote leve al vehículo.	Genera rebote al vehículo con algo de incomodidad.	Genera un rebote excesivo al vehículo, requiere reducir velocidad.
DANOS EN BERMAS					
23.	Descenso de la berma (m)	DB	h<10mm	10 - 30mm	>30mm
24.	Separación entre berma y pavimento (m)	SB	Abertura < 3mm.	Entre 3mm y 10mm.	> 10mm.

Fuente. Adaptación propia a partir de (INVIAS, 2006)

Las tablas 46 y 47, presentan los deterioros expuestos, agrupados por clase y su convención, resumen de las severidades.

4.1.9. Metodología para la Inspección visual de pavimento rígido

En cuanto a la información que se obtuvo en las inspecciones visuales de diagnóstico de pavimento rígido, se tiene en cuanto los deterioros expuestos en el manual de diagnóstico visual de pavimentos que se requerirán posteriormente para realizar el correspondiente análisis gráfico del grado de severidad de los encontrados.

➤ Datos generales de la vía inspeccionada

- ❖ La ubicación abscisas (inicial y final).
- ❖ Número de placas construidas por tramo, (total de losas en cada uno de los carriles)
- ❖ Total, de placas afectadas. De acuerdo con el tipo de daño:

$$= \left(\frac{\# \text{ de losas con daño}}{\text{total de placas construidas}} \right) \times \%$$

Respecto al total de placas construidas por tramo.

- Gráfico comparativo: de acuerdo con la información anterior se realiza una comparativa de daños por tramo, que permitirá determinar cuál(es) son los tramo (s) que presenta (n) mayor afectación (es) y estudiar las causas del deterioro, y proponer posible solución.
- Con respecto al formato del manual se procede a realizar su verificación en trabajo de campo, como se aprecia en las tablas 35 a la 47.

4.1.10. Deficiencias presentadas en los pavimentos

Figura 53.
Deficiencias presentadas en los pavimentos

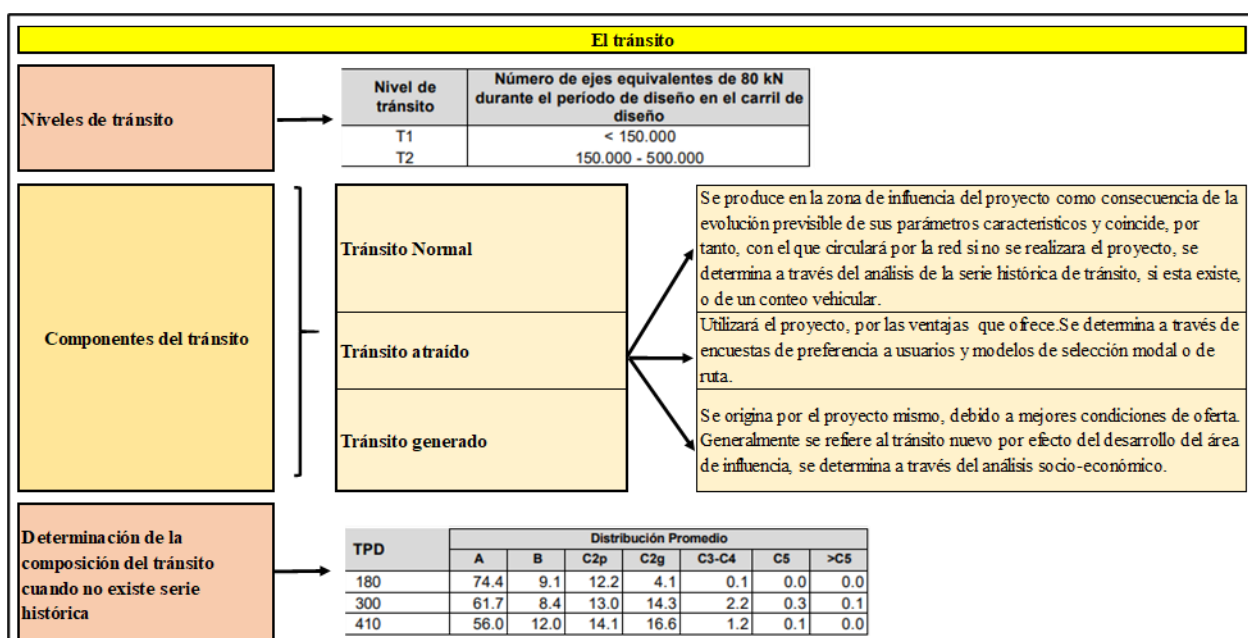
Deficiencias presentadas en los pavimentos		Posibles causas
Sellado	Al posibilitarse la acumulación de material en las juntas o se permita infiltración de agua, impide el movimiento de la losa y se produzcan fallas, como levantamiento o despostillamientos de juntas.	<ul style="list-style-type: none"> Ø Endurecimiento por oxidación del material de sello. Ø Pérdida de adherencia con los bordes de las losas. Ø Levantamiento del material de sello por efecto del tránsito y movimientos de las losas. Ø Escasez o ausencia del material de sello. Ø Material de sello inadecuado. (UNAM, 2009), (INVIAS, 2006), (Cementos Argos, s.f.)
Juntas saltadas	Rotura, fracturación o desintegración de los bordes de las losas dentro de los 0.50 metros de una junta o una esquina. Además, no se extiende verticalmente a través de la losa, sino que intersecan la junta en ángulo.	<ul style="list-style-type: none"> Ø Producidos como consecuencia de excesivas tensiones en las juntas ocasionadas por cargas del tránsito y/o por infiltración de materiales incompresibles; debilidad hormigón y excesiva distribución durante la ejecución de la junta; deficiente diseño y/o construcción de los sistemas de transferencia de carga de la junta; acumulación de agua a nivel de las juntas. Ø Corresponde a una abertura de la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos.
Separación de la junta longitudinal	Corresponde a una abertura de la junta longitudinal del pavimento. Este tipo de daño se presenta en todos los tipos de pavimentos rígidos	<ul style="list-style-type: none"> Ø Contracción o expansión de losas debido a la ausencia de barras de anclajes entre carriles adyacentes. Ø Desplazamiento lateral de las losas motivado por un asentamiento en la subrasante. Ø Grietas.
Grietas de esquina.	Fisuras que intercepta la junta o borde que delimita la losa a una distancia menor de 1.30 m a cada lado medida desde la esquina. Se extienden verticalmente a través de todo el espesor de la losa.	<ul style="list-style-type: none"> Ø Por fatiga de hormigón combinado a la acción que drena esa superficie, debilitando y erosionando el apoyo de la fundación, deficiente transferencia de cargas a través de la junta, favoreciendo que se produzcan altas deflexiones de esquina. Ø Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos planos.
Grietas longitudinales	Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente paralela al eje de la carretera, dividiendo la misma en dos planos.	Repetición de cargas pesadas, pérdida de soporte de la fundación, gradientes de tensiones originados por cambios de temperatura y humedad, o por las deficiencias en la ejecución de éstas y/o sus juntas longitudinales.
Grietas transversales	Fracturamiento de la losa que ocurre aproximadamente perpendicular al eje del pavimento, o en forma oblicua a este, dividiendo la misma en dos planos.	Causadas por excesiva repetición de carga pesadas, deficiente apoyo de las losas, asentamientos de la fundación, excesiva relación longitud / ancho de la losa o deficiencias en la ejecución de éstas. La ausencia de juntas transversales, producen fisuras transversales o diagonales, regularmente distribuidas o próximas al centro de las losas.
Deterioro superficial	Fisuras por retracción (tipo malla). la rotura de la superficie de la losa hasta una profundidad del orden de 5 a 15 mm, por desprendimiento de pequeños trozos de hormigón. Por fisuras capilares se refiere a una malla o red de fisuras superficiales muy finas, que se extiende solo a la superficie del concreto.	Son consecuencia de un exceso de acabado del hormigón fresco colocado, produciendo exudación. Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino o desprendido de matriz arena cemento del hormigón, provocando una superficie de rodamiento rugosa y pequeñas cavidades.
Desintegración	Progresiva desintegración de la superficie del pavimento por pérdida de material fino desprendido de matriz arena cemento del hormigón, provocando una superficie de rodamiento rugosa y pequeñas cavidades.	El efecto abrasivo del tránsito sobre hormigones de pobre calidad, ya sea por el empleo de dosificaciones inadecuadas o por deficiencias

Fuente., , (UNAM, 2009); (INVIAS, 2006)

4.2. Variables de tránsito utilizadas en el diseño de pavimentos

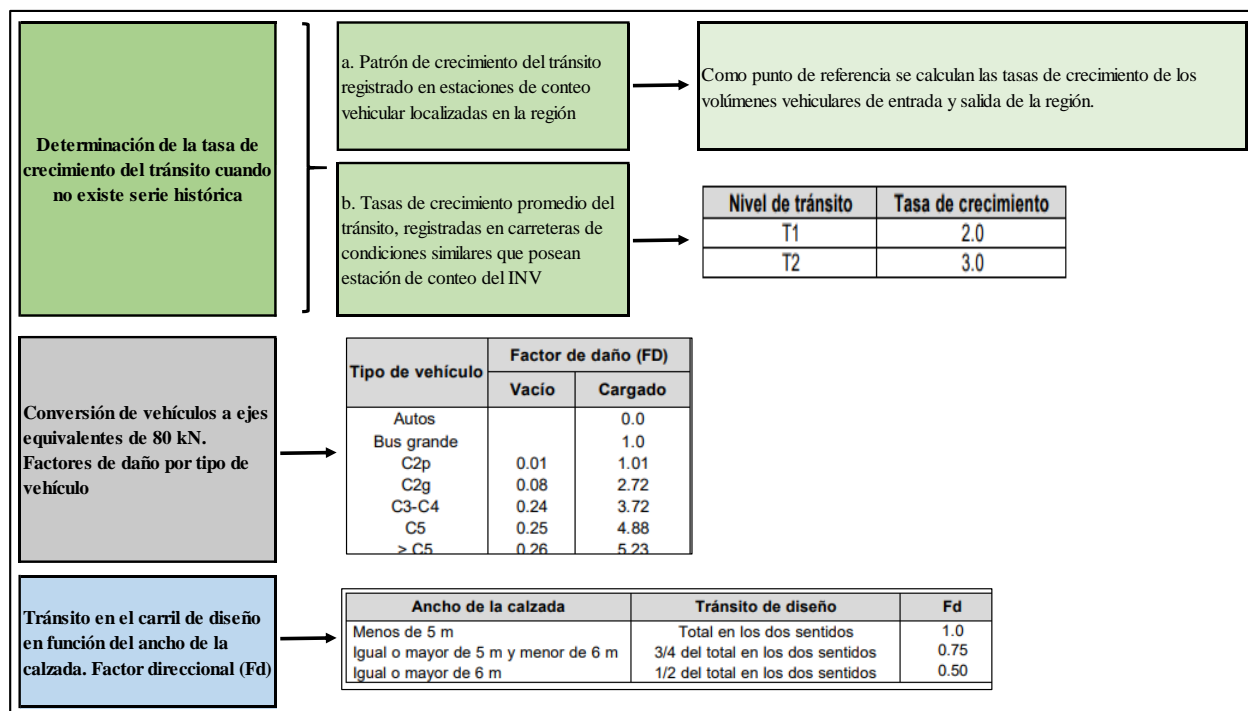
Para el diseño de pavimentos se debe tener en cuenta algunas variables de tránsito que se encuentran relacionadas en el capítulo 2 del Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito, la figura 54 (A y B), presenta un mapa conceptual donde se reúnen las utilizadas y propuestas en dicho manual y requeridas en el análisis de este trabajo.

Figura 54.
Generalidades del tránsito. A



Fuente. (Instituto Nacional de Vías. INVIAS, 2007)

Figura 55.
Generalidades del tránsito. B



Fuente. (Instituto Nacional de Vías. INVIAS, 2007)

La figura 55. Presenta en forma esquematizada las variables más importantes de tránsito utilizadas en el diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito.

4.2.1. Volumen de tránsito.

Se define como contar el número de autos que pasan por un determinado tiempo en un punto, se expresa en vehículo /año, vehículo /mes, vehículo /día, vehículo /hora, vehículo /min, etc.

La figura 17 Presenta un mapa conceptual, donde se describen los conceptos generales en Ingeniería de Tránsito y específicamente los utilizados para el desarrollo de este trabajo.

Figura 56.

Mapa conceptual, Volumen de tránsito



Fuente. Elaboración propia a partir (Coggle, Markdown, 2018).

4.2.2. Factores de conversión. Automóvil directo equivalente (ADES)

Para hallar los vehículos equivalentes, Automóvil directo equivalente, por sus siglas (ADES), es decir a cuantos autos livianos equivalen a los otros autos que transitan (Camionetas, Buses, Camiones y tractocamiones) por una vía. se han adoptado en forma general los siguientes factores de equivalencia:

Tabla 35. Factores de equivalencia

Tipo de auto	Equivalencia
Autos	1.0
Buses	1.5
Camiones	2.0

Fuente. (ANI, 2016)

La importancia de realizar los factores de equivalencia es la de hallar una única medida que relacione las diferencias que se presentan al relacionar los vehículos livianos con los otros tipos de vehículos, y homologar su peso.

El cálculo del volumen vehicular en ADES está dado por la siguiente expresión:

$$\text{ADES} = \text{Auto} * 1.0 \% + \text{Bus} * 1.5 \% + \text{Camión} * 2.0 \quad (2)$$

El volumen de hora pico es el máx. número de vehículos que pasan por un punto o sección de un carril o de una calzada durante 60 minutos consecutivos durante un día estándar, partir de aforos vehiculares, se determinan los volúmenes horarios de máxima demanda, (VHMD).

4.2.3. Horario de Máxima Demanda, VHMD

$$FHMD = VHMD N (qmax) \quad (3)$$

Dónde:

N = # de períodos durante la hora de máxima demanda.

FHMD = Factor de Hora de Máxima Demanda.

qmáx = Flujo máximo del periodo.

Los períodos dentro de la hora de máxima demanda pueden ser de 5 a 15 minutos, utilizándose este último con mayor frecuencia, el factor de la hora de máxima demanda se calcula con la siguiente expresión:

$$FHMD = VHMD 4 (qmax) \quad (4)$$

El Factor Hora de Máxima Demanda, es un indicador de las tipologías del flujo vehicular en períodos máximos. Indica la forma como se distribuyen estos flujos dentro de la hora. Su mayor valor es uno, (distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora), valores menores a uno indican concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora. (ANI, 2016). La metodología ADES fue, adaptada para Colombia del manual Highway Capacity Manual 2010, por el Ministerio de Transporte y la Agencia Nacional de la Infraestructura ANI.

5. Diseño metodológico

5.1. Tipo de investigación, mixta (cuantitativa - descriptiva)

Siendo este trabajo, secuencial, probatorio y que busca el análisis objetivo de los hechos que se presenten en el que parte de una idea que se acota y de la cual se deriva su planteamiento y objetivos, de acuerdo con los autores (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), es de tipo cuantitativo, pues en este se revisa la literatura y se construye un marco teórico. De su planteamiento se derivan sus objetivos y se califican sus variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y matemáticos de los cuales se extrae una serie de conclusiones.,

Descriptivo porque, Busca especificar las propiedades y las características de los procesos, que se sometieron al análisis, pero sin alterar sus variables. Es decir, que como en este trabajo, solamente se recolecto la información de manera independiente pero sin alterarlas y solo se indicó cómo se relacionan ellas (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

5.2. Fuentes y herramientas utilizadas en la investigación

- ❖ Cuestionarios (Listas de chequeo).
- ❖ Observación (trabajo de campo).
- ❖ Entrevistas.
- ❖ Datos secundarios (Análisis bibliográfico).
 - Libros especializados en ASV.
 - Revistas de ingeniería y de ASV.
 - Trabajos de grado, informes científicos sobre ASV.

5.2.1. Equipo requerido

- 1) Regla y decámetro para fijar la profundidad de los daños relacionados con baches.
- 2) Cinta métrica para fijar micro fisuras.
- 3) Formato de registro de daños.
- 4) Cámara fotográfica.
- 5) Libreta de apuntes.
- 6) Vehículo de transporte.
- 7) Equipo de cómputo.
- 8) Implementos de papelería.
- 9) Acompañante para apoyo de medición.

5.3. Fases de la investigación

Tabla 36.
Fases de la investigación

Fases de la investigación	
Fases	Descripción
I Fase Planificación del proyecto	Analizar el material bibliográfico.
	Seleccionar la metodología utilizada para el diagnóstico.
	Analizar el material bibliográfico.
	Analizar los planos de diseño de la vía.
	De Plano.
	Analizar los elementos constitutivos de la vía de acuerdo con el Manual de Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras. INVIAS. (2020).
	Realizar el diagnóstico de acuerdo con el proceso constructivo
	Realizar la propuesta de intervención
	Enfoque de la investigación: Cuantitativo.
	Alcance de la investigación: Descriptiva.
II Fase Metodológica	Diseño de investigación: No experimental cuantitativa.
	Operacionalización de variables: Procedimiento metodológico por cada Objetivo.
	Recolección de datos cuantitativos: Mediante diversas fuentes e instrumentos, como los siguientes:
	Cuestionarios (Listas de chequeo).
	Observación (trabajo de campo).
Datos secundarios (Análisis bibliográfico).	

III Fase Operativa	Recolección de Información: Diagnóstico pavimento, aforos vehiculares, toma de muestra pavimento Tabulación de Información
IV Fase Resolutiva	Análisis: del diagnóstico pavimento, aforos vehiculares, toma de muestra pavimento Conclusiones. Sobre el logro obtenido en el desarrollo de cada uno de los objetivos propuestos

Fuente. Elaboración propia

5.4. Operacionalización de variables

Tabla 37.

Procedimiento metodológico. Objetivo 3

1) Efectuar una revisión documental del proceso constructivo del concreto rígido utilizado en la vía a fin de encontrar las brechas entre el estado de conocimiento y la situación real.				
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Fuentes
Revisión documental de procesos constructivos	Procesos constructivos de la vía Manuales referentes a pavimentos rígidos	Análisis planos vs manuales	Información de la vía, planos	Primarias: Observación Secundarias: Alcaldía de Cartago. Datos del constructor de la vía

Fuente. Elaboración propia

Tabla 38.

Procedimiento metodológico. Objetivo 2.

2) Efectuar el inventario de daños en las placas en pavimento rígido de la vía, de acuerdo con el manual para la inspección visual de pavimento del INVIAS.				
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Fuentes
Inventario de las placas en pavimento rígido	Según Metodología para inspeccionar visualmente pavimentos rígidos	# de placas en pavimento rígido	Cámara fotográfica. Flexómetro	Primarias: Observación directa Secundarias: Manual de diseño de pavimentos. INVIAS Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos. INVIAS Metodologías de diseño de pavimentos rígidos: tendencias, alcances y limitaciones

Fuente. Elaboración propia, (Rondón & Reyes, 2007)

Tabla 39.

Procedimiento metodológico. Objetivo 3.

3) Realizar chequeo de diseño de pavimento con medición actual de variable tránsito				
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Fuentes

Volumen de tránsito	Contar # de autos que pasan por un determinado tiempo en un punto	vehículo /día, vehículo /hora, vehículo /min $ADES = \text{Auto} * \% \text{Auto} + \text{Bus} * \% \text{Bus} * 1.5 + \text{Camión} * \% \text{Camión} * 2.0$ (2) Volumen Horario Pico o de Máxima Demanda, $FHMD = VHMD N$ (q_{max})	Radar de control de velocidad. Formato toma de velocidades	Primarias: Observación Secundarias: (ANI, 2016)
Tránsito	Estimación del TPDA a partir del TPDS	$TPDA = TPDS \pm z_c \frac{s}{\sqrt{n}} \left[\sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \right]$	Aforo Excel	Primarias: Observación Secundarias: (Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, 2008)
	Ejes equivalentes a 8.2 ton	$N = TPD * 365 * (\text{Factor daño (FD)} * \% \text{ daño}) * F_d$	Aforo Excel	Primarias: Observación Secundarias: (Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, 2008)

Fuente. Elaboración propia

Tabla 40.
Procedimiento metodológico. Objetivo 3.

4) Efectuar análisis de brechas e identificación de hallazgos con el fin de inferir las posibles causales de los daños en el pavimento.				
Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Fuentes
Análisis de las brechas y los hallazgos	Causas de daños	Análisis diagnóstico placas, tránsito vehicular, estados del arte, proceso constructivo planos vs manuales	Planos, Excel	Primarias: Observación Trabajo de campo Secundarias: Alcaldía de Cartago. Datos constructores de la vía. Manual INVÍAS.

Fuente. Elaboración propia

5.5. Resultados esperados

- Se efectuó una revisión documental del proceso constructivo del concreto rígido utilizado en la vía
- Se obtuvieron los planos de la construcción de la vía
- Se realizó el inventario de daños en las placas en pavimento rígido de la vía

- Se cálculo de la afectación en función del área dañada
- Se clasificó el inventario de las placas en pavimento rígido de la vía
- Se realizó análisis de tránsito de la vía
- Se realizó el estudio de tránsito vehicular
- Se cálculo del tránsito promedio diario (TPD).
- Se cálculo el volumen horario de máxima demanda
- Se realizó un análisis de las brechas y los hallazgos identificados con el fin de inferir las causales de los daños del pavimento.

6. Resultados y análisis de resultados

6.1. Efectuar una revisión documental del proceso constructivo del concreto rígido utilizado en la vía principal del barrio Diamante etapa I y encontrar la diferencia que hay entre el estado de conocimiento y la situación real.

6.1.1. Diagnóstico inicial

De acuerdo a los datos suministrados por la constructora (Construcciones SAS) y en un recorrido que el autor realizó por dicha vía, se pudo evidenciar que existe un solo tipo de pavimento en todas sus calles, constituido por una placa de espesor de 15 cm, construidas de concreto hidráulico con cementos tipo portland con varillas de transmisión de cargas y canastilla de acero de refuerzo en lugares específicos donde se manejan mayores esfuerzos, todas las vías tienen un bombeo para el manejo y conducción de las aguas lluvias, adicionalmente contiene recamaras a lo largo del tramo, las cuales están ubicadas estratégicamente para el manejo de aguas servidas y de lluvia, pero en una área de 1.250 Mt² equivalente al 14.8% de su superficie total, se viene presentando deterioro por fisuras y pérdida de la capa superficial de rodadura en las losas de dicha vía. (ver la tabla 39, evaluación visual y medición).

Tabla 41.
Evaluación visual en cantidad en m² en las vías del barrio Diamante I, municipio de Cartago

Tipo de pavimento	Área	Área de daño	
Pavimento rígido	8444,65 M ²	1.250 M ²	14.8%

Fuente elaboración propia

Por lo descrito anteriormente se buscó diagnosticar e identificar, claramente las diferentes causas del desgaste que se ha venido presentado en la vida útil del pavimento rígido e

identifico cada uno de los elementos constitutivos (cemento, grava, arena, agua, aforos, estudios de laboratorio entre otros) que se emplearon en el proceso, propuso mediante el análisis de la evaluación técnica, una posible solución a la causas de dicho deterioro del pavimento rígido, lo que permitirá menores tiempos de desplazamiento, costos de mantenimiento a vías y vehículos lo cual redundara en forma positiva a la población residente en dicho barrio.

6.1.2. Análisis de la revisión documental de los procesos constructivos.

Con la información que se obtuvo de datos de la secretaria de Infraestructura del municipio de Cartago y del constructor de la vía se pudo saber cuál fue el proceso constructivo de la vía de acuerdo con la normatividad y de acuerdo con los siguientes documentos:

- 1) Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito.
- 2) Manual de inspección vial para pavimentos flexibles INVIAS.
- 3) Planos de la vía. Plano vía, red de alcantarillado sanitario y pluvial y el plano de localización de sumideros), Urbanización El Diamante I. (ver en anexos)

La información genérica del proyecto constructivo es la siguiente

- ✓ **Proyecto:** Urbanización y condominio El Diamante
- ✓ **Constructor:** El Diamante Construcciones SAS
- ✓ **NIT:** 900.639.192-4
- ✓ **Ciudad:** Cartago
- ✓ **Fecha:** octubre/2013
- ✓ **Diseño.** Ingeniero Civil Armando Marulanda Fernández M.P 17202149455 Caldas.

6.1.4. Proceso constructivo de la vía El Diamante

A continuación, se relaciona toda la información suministrada por la empresa El Diamante Construcciones, sobre el proceso constructivo de la vía es la siguiente.

A. Diseño de la estructura del pavimento del Barrio El Diamante

La tabla 40 muestra la estructura del pavimento rígido barrio El Diamante

Tabla 42
Parámetros de diseño del pavimento Barrio El Diamante

Serviciabilidad	
Índice serv. Inicial (pi):	4,50
Índice serv. Final (pf):	2,00
Suelos	
CBR subrasante: %	2,00
CBR subbase: %	20,00
ksr (subrasante): Mpa/m	18,35 o
ksb (subbase): Mpa/m	74,45 o
	69,32 pci
kc (módulo reacc. comb.): Mpa/m	35,86
Coef. Drenaje (Cd):	0,90

Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

B. Concreto hidráulico

Tabla 43.
Características del Concreto utilizado

Resist. flexo-tracción (Rmf): kg/cm ²	38,44	557,50 psi
módulo elástico (E): kg/cm ²	219187,0	3178869,06 psi
	0	
Transferencia de carga		
Coef. Trans. Carga(J):	3,00	
Confianza		
nivel de confianza:	80,00	%
nivel confianza (Zr):	-0,84	

Desv. Estándar comb. (So):	0,32
----------------------------	------

Pavimento

Espesor Pavimento C° f'c = 210 Kg/cm2:	16,00 cm 0,877 in
Espesor Sub-Base Granular:	20,00 cm 15,75 in

a) Datos

a.1) Tránsito

Años de Servicio:	20
Equivalentes:	7440000

a.2) Serviciabilidad

Nivel Inicial:	4,50
Nivel Final:	2,00

a.3) Suelos

CBR Subrasante:	2,00%
CBR Subbase:	20,00%
Espesor Subbase:	40,00 cm
Coef. Drenaje:	0,90

a.4) Nivel de Confianza:	80,00%
---------------------------------	--------

a.5) Hormigón

Módulo Elástico:	21918,70 Mpa
Resistencia FlexoTracción:	3,84 Mpa

Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

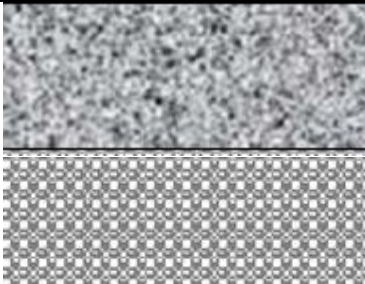
C. Resultados

Espesor Sub-Base Granular: 20,00 cm.

Espesor Pavimento C° f'c=210 Kg/cm2: 16,00 cm.

D. Estructura Pavimento

Tabla 44.
Subrasante

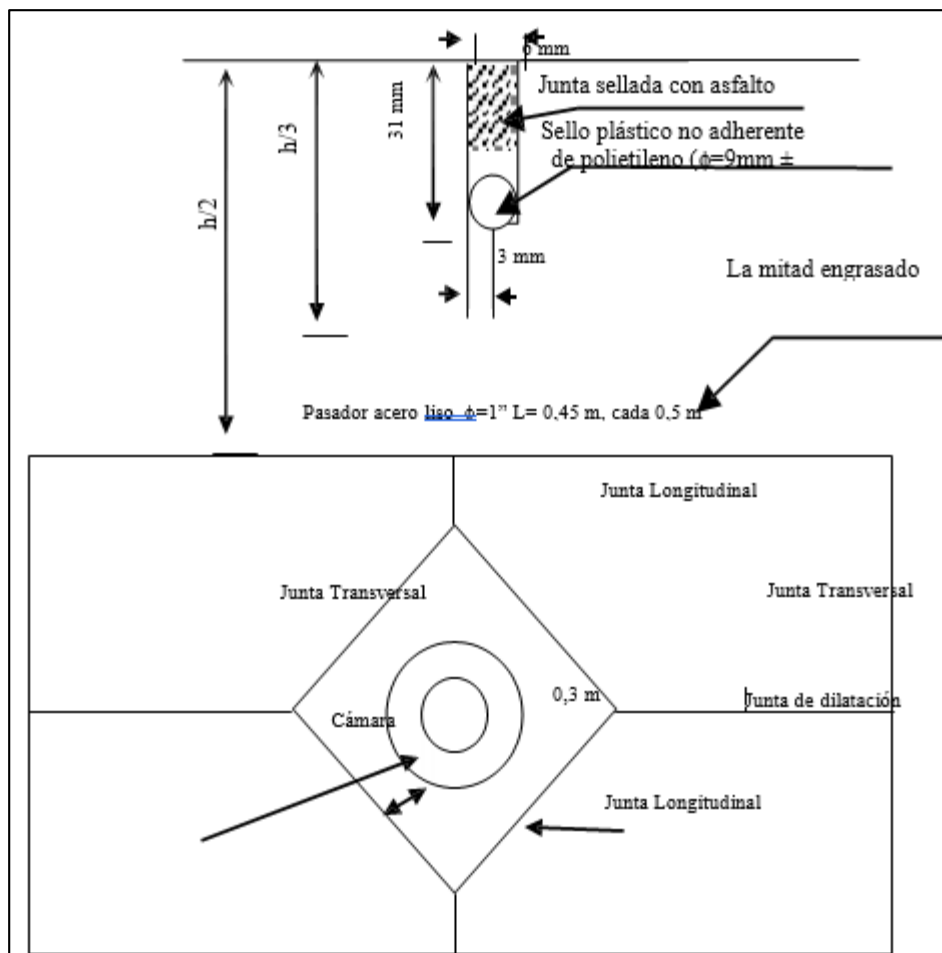
LOSA Mr = 38kg/cm ²		16 cms
Subbase Granular		20 cms

Limo areno arcilloso



Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

Tabla 45.
Junta de dilatación



Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

- ✓ Se requiere de la implementación de una pendiente constructiva del 2% a partir de los ejes de las vías hacia los andenes y/o estructuras de Borde de la Vía; esto a fin de enviar las aguas lluvias hacia los bordes de las vías y a partir de estos evacuarlos hacia las obras transversales aledañas al tramo.

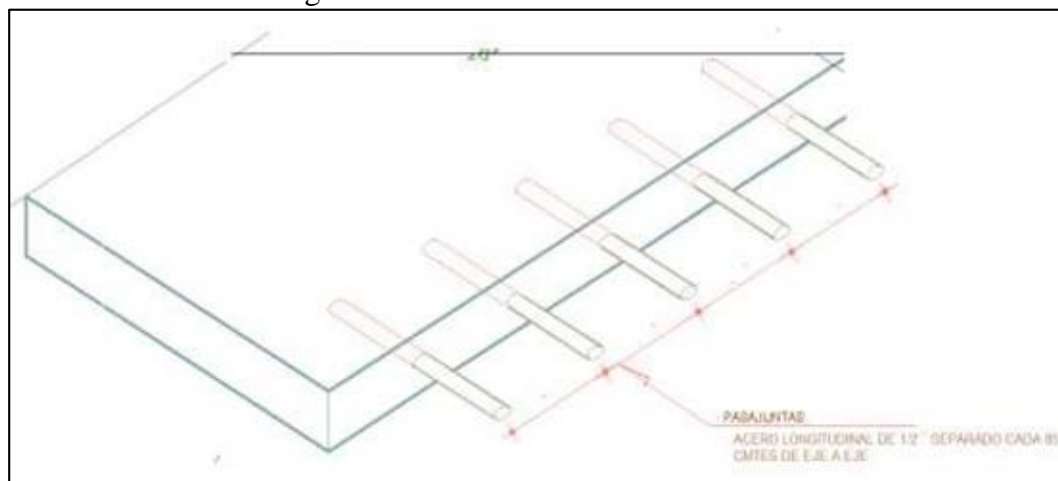
- ✓ El pavimento rígido llevará Junta longitudinal la cual cumple la función de separar los diferentes carriles del pavimento, serán del tipo machihembrado y tendrán barras de anclaje corrugadas de $\varnothing=1/2''$, 85 cm de longitud y espaciadas cada 120cm.
- ✓ El ancho de cada carril no será mayor de 3,65 m.

Figura 57.
Separación entre varillas

Espesor de losas - cm -	Longitud varillas - cm -	Separación entre varillas - cm -		
		Carril de 3.05 m	Carril de 3.35 m	Carril de 3.65 m
15.0	85	120	120	120
17.5		120	120	120
20.0		120	120	120
22.5		120	120	120
25.0		120	115	110

Fuente. El Diamante Construcciones SAS. (2021)

Figura 58.
Diseño de la varilla longitudinal



Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

E. Junta Transversal

En estas la transmisión de cargas se hace por trabazón de agregados, pero considerando que la zona es de tráfico liviano y la subrasante de resistencia baja, el criterio inglés – Road Research Laboratory – recomienda complementar el funcionamiento de la trabazón de

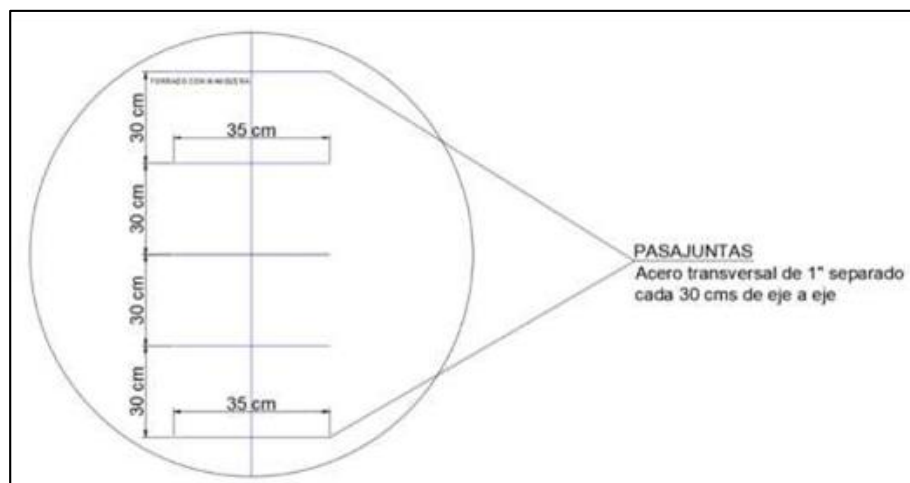
agregados, con pasadores de acero liso con $\text{Ø}=7/8''$, 350 cm de longitud y espaciamiento de 300 cm, centro a centro; La mitad del pasador debe engrasarse para impedir su adherencia al concreto y permitir así el libre movimiento horizontal de la losa en la junta.

Figura 59.
Detalle de los pasadores

Espesor del pavimento (mm)	diámetro de la varilla *		longitud (mm)	separación entre centros (mm)
	mm	pg		
160-180	22,2	7/8	350	300
190-200	25,4	1	350	300
210-230	28,6	1 1/8	400	300
240-250	31,8	1 1/4	450	300
260-280	34,9	1 3/8	450	300
290-300	38,1	1 1/2	500	300

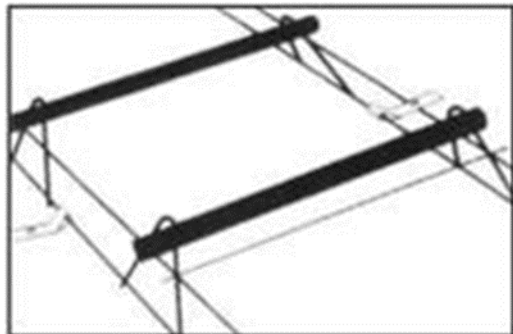
Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

Figura 60.
ICPC Diseño de la varilla transversal



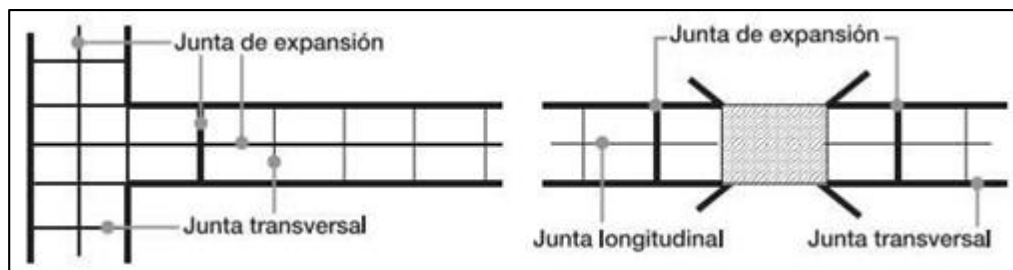
Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

Figura 61.
Canastilla como parte de las juntas transversales



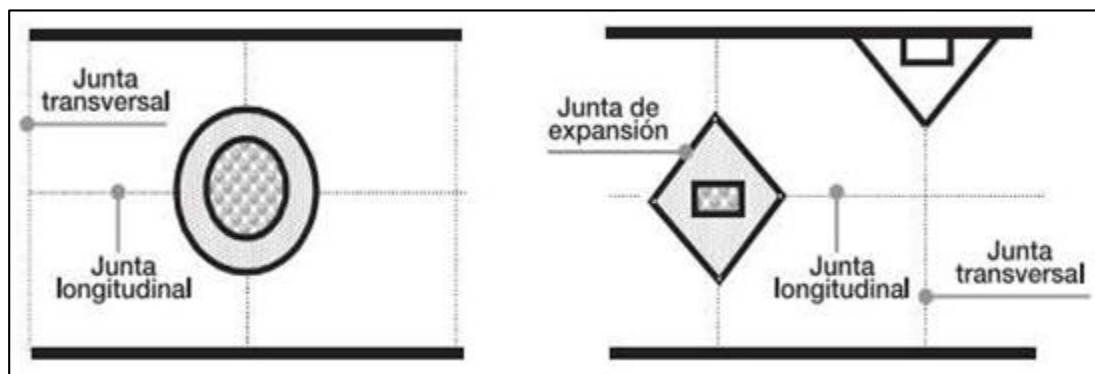
Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

Figura 62.
Juntas de expansión en las intersecciones y cerca de algún obstáculo



Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

Figura 63.
Juntas de expansión alrededor de elementos incorporados dentro del pavimento



Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

F. Armadura de refuerzo

Controla los agrietamientos por cambio de temperatura.

Permite aumentar la capacidad estructural.

Mantiene las fisuras unidas, conservando la transferencia de cargas

G. Varillas de anclajes (corrugados).

Se colocan en las juntas longitudinales.

Mantiene dos losas unidas de manera que la junta no se abra y se asegure la transferencia de carga.

H. Varillas de transferencia de carga (lisa).

Se coloca en las juntas transversales.

IDP-S&C 0093- 0321[Diseño de pavimento flexible y rígido Condominio

Transfieren cargas de una losa a la siguiente previniendo el escalonamiento y bombeo.

Las juntas tienen por finalidad ayudar a la construcción y minimizar los agrietamientos

La losa larga y estrecha tiende a agrietarse más que las losas cuadradas, por lo tanto, se recomienda colocar un refuerzo, que no cumple función estructural, su finalidad es resistir las tensiones de contracción del concreto en estado joven y controlar los agrietamientos. Se debe colocar el refuerzo de acero en el tercio superior de la sección transversal a no menos de 5 cm. Bajo la superficie, la sección máxima de acero es 0.3 % de la sección transversal del pavimento.

Nota aclaratoria: en cuanto al plano de diseño del pavimento, memorias de diseño donde aparezca el tipo de suelo y los agregados usados, la constructora no los suministró.

I. Planos estructurales de la vía. Urbanización El Diamante.

✓ **Escala.** 1: 500

✓ **Origen:** placa 23 y placa 25

✓ **Localización:** calle 14a N.º 12-30. en borde de vía y andén en la calle 14 frente al Colegio Nacional Académico

Figura 64.
Planos estructurales de la vía. Plano Urbanización El Diamante



Plano estructural de la vía. Urbanización El Diamante

Planos hidráulicos de la vía. Urbanización El Diamante

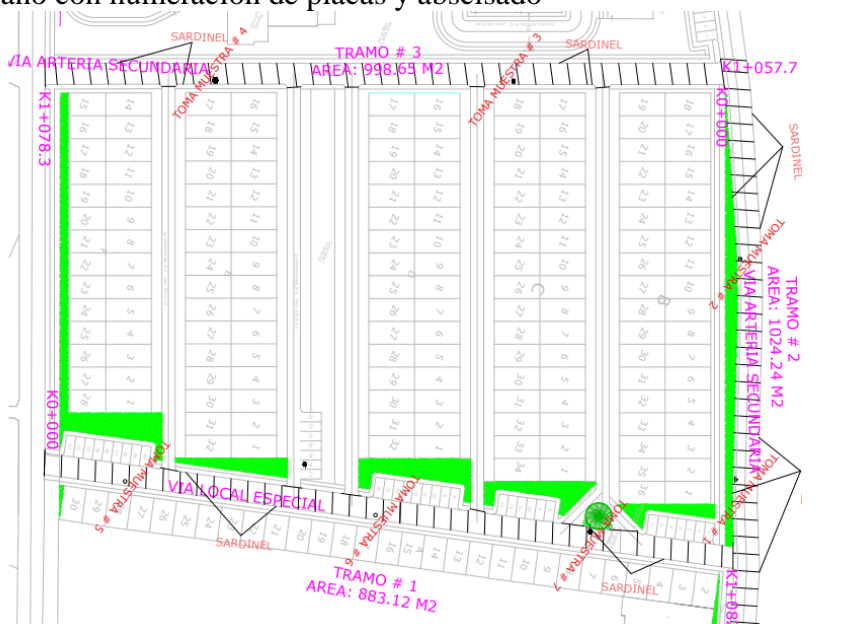
Planos sumideros de la vía. Urbanización El Diamante

Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

J. Plano con numeración de placas y abscisado

La figura 67 muestra el plano con numeración de placas y abscisado, incluyendo forma de juntas de la vía principal y un tramo de las vías que llegan a la vía principal.

Figura 65.
Plano con numeración de placas y abscisado



Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

K. Plano con ubicación de cámaras, sumideros y otros

El plano de la figura 66, muestra la ubicación de cámaras, sumideros y los sitios donde se encuentra confinado por sardineles y/o bermas.

Figura 66.
Plano con ubicación de cámaras, sumideros y otros



Fuente. (El Diamante Construcciones S.A.S., 2021)

Es importante aclarar que para el diseño del pavimento de la vía no se realizó ningún estudio de tránsito vehicular que permitiese calcular el número de ejes acumulado y el proyectado de acuerdo a la vida útil del pavimento que fue diseñado para 20 años de vida útil.

6.2. Realizar el inventario de daños en las placas en pavimento rígido de la vía, de acuerdo con el manual para la inspección visual de pavimento del INVIAS.

Se tuvo en cuenta para el desarrollo de este objetivo la información del manual para la inspección visual de pavimentos rígidos editado por INVIAS y la metodología propuesta que será utilizada para el diagnóstico de las losas constitutivas del pavimento de la vía del barrio el Diamante I situado en el municipio de Cartago, Valle del Cauca.

6.2.1. Formato de inspección para diagnóstico del pavimento rígido


Teniendo como guía el formato de inspección propuesto en el manual, como se aprecia en la figura 67, se procedió a realizar su verificación en trabajo de campo.

Figura 68.

Formato de inspección para diagnóstico del pavimento rígido

ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS OBRAS DE LA RED NACIONAL DE CARRETERAS
CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 0587 DE 2003

FORMATO PARA LA INSPECCIÓN VISUAL DE PAVIMENTO RIGIDO




TERRITORIAL : _____ FECHA : _____ CONCESION

CODIGO DE LA VIA : _____ CONTRATO No : _____ MANTENIMIENTO INTEGRAL **1** HOJA: _____ DE: _____

NOMBRE DE LA VIA : _____ LEVANTADO POR: _____ A.M.V.

ABSCISA	No. Placa		Dimensiones de la Losa		TIPO DE DETERIORO						Foto	ACLARACIONES	
	#	Letra	Largo	Ancho	Tipo	Sever	Daño		Reparación				
							Largo	Ancho	Largo	Ancho			

Fuente. (INVIAS, 2006)

6.2.2. Lista de chequeo para diagnóstico del pavimento rígido

La figura 69, presenta una captura del formato de lista de chequeo para diagnóstico del pavimento rígido de la vía del barrio El Diamante I ya diligenciado, la lista de chequeo en su totalidad se encuentra en el capítulo anexos (Anexo C).

Figura 69.

Captura Lista de chequeo para diagnóstico del pavimento rígido

Lista de chequeo para diagnóstico del pavimento rígido			
Actividad	Si	No	Observaciones
El tipo de pavimento es rígido continuamente reforzado		X	
El tipo de pavimento es rígido reforzado		X	
El tipo de pavimento es rígido concreto simple	X		Espesor de concreto 0,15 cm, lo cual cuenta con acero de 3/8 transversal y pasadores de acero liso de 5/8
Su tipo de daño son grietas en esquinas		X	
Su tipo de daño son grietas longitudinales		X	
Su tipo de daño son grietas transversales		X	
su tipo de daño en juntas		X	
su tipo de daño es deterioro del sello		X	
Su tipo de daño es deterioro superficial desportillamiento de juntas		X	
Su tipo de daño es deterioro superficial descascaramiento		X	
Su tipo de daño es deterioro por baches		X	
Su tipo de daño superficial por desprendimiento		X	
Su tipo de daño es por escalonamiento de juntas longitudinales		X	
Su tipo de daño es por desintegración	X		Se observa pérdida de partículas en la gran mayoría del área
Nivel de severidad bajo			
Nivel de severidad medio			
Nivel de severidad alto	X		Se realiza esta calificación de forma subjetiva visual teniendo en cuenta la persistencia de la pérdida de material superficial
Se observa material inapropiado en la superficie tal como materia orgánica o terrenos de arcilla o cal viva	X		De forma visual se observa material inapropiado en la superficie, en bajo nivel
Se observa poco homogéneo la superficie		x	
Se observa poco eficiente los materiales que componen su estructura		X	
nivel de agregados expansivos o de baja durabilidad		X	
Se observa reparaciones sin recomendaciones		X	











Fuente. Adaptación propia a partir de (INVIAS, 2006)

6.2.3. Inspección visual de diagnóstico de pavimento

La tabla 48 es una parte del registro fotográfico realizado en trabajo de campo en la inspección visual de diagnóstico de pavimento rígido del barrio El Diamante, las tablas con la información en su totalidad, se encuentra en anexos (Anexo C), con su mismo nombre.

Tabla 46.

Parte de la Inspección visual de diagnóstico de pavimento rígido Vía # 1

Abscisa	Nº. Placa		Dimensiones de la losa		Tipo de deterioro						Foto panorámica	Foto planta	Aclaraciones
	#	Letra	Largo	Ancho	Tipo	Severidad	Daño		Reparación				
							Largo	Ancho	Largo	Ancho			
K0+003	2	A	2	3	Di	A	2	2					Desintegración
K0+006	2	A	1	3	Di	B	1.5	1					Desintegración
K0+007	2	B	4	2	Di	B	2	2					Desintegración
K0+011	2	A, B	4	1	Di	A	1	1.4					Desintegración
K0+015	2	A, B	3	2	Di	M	2	1.5					Desintegración

Fuente. Adaptación propia a partir de (INVIAS, 2006)

Nota. La tabla muestra parte del registro fotográfico de los deterioros encontrados para lo cual en cada tramo se tomaron dos tipos de fotografías una de planta y otra panorámica.

6.2.4. Cálculo de la afectación en función del área dañada (Para resumen y gráfico)

Área de cada tramo = ancho total de la calzada, (sin incluir bermas) x longitud del tramo. (5) .

Con relación a dicha área se calcula el % de afectación por tramo.

% de afectación de la vía = área total afectada (suma de los daños encontrados por tramo) (5) / área total inspeccionada (suma de las áreas de cada tramo) (6).

(Ver tabla 27) con el resumen de los datos obtenidos en trabajo de campo.

Tabla 47.
Cuadro resumen de daños por tramo

Cuadro resumen de daños por tramo			
Tramo	Número de placas construidas	No: de placas afectadas	%: de placas afectadas
T1: K 0+010 a K 0+186	27	21	78%
T2: K 0+003 a K 0+156	22	17	77%
T3: K 0+000 a K 0 +178.33	17	23	135%
T F	66	61	92%

Fuente. Adaptación propia a partir de (INVIAS, 2006)

1) Cálculo de las fisuras longitudinales, fisuras en juntas de construcción

- a. Longitud registrada x el ancho de referencia de 0.6 m, (Para manejar unidades consistentes en cuanto al área del daño).
- b. En cuanto el daño por desportillamiento en las juntas se debe medir la longitud de la afectación y multiplicarla por 0.2 m.

6.2.5. Cuadro resumen de patologías encontradas

El cuadro resumen de patologías encontradas presenta la información debidamente diligenciada de acuerdo con el manual. Toda información por tramo y tipo de severidad se encuentra en capítulos anexos (anexo D). ver tabla 28.

Tabla 48.
Ejemplo de cuadro resumen de patologías encontradas

Cuadro resumen de patologías encontradas por tramo, PR y severidad					
Patología Desintegración (DI)	Tramo	Pr inicial	Nivel de Severidad	No: de placas afectadas	#: de placas afectadas
DI	K0+156	T 1 K0+156	Alta A	7	11%
			Media M	9	15%
			Baja B	5	8%
DI	K0+1261	T 2 K0+1261	Alta A	6	10%
			Media M	7	11%
			Baja B	4	7%
DI	K0+1261	T 3 K0+1261	Alta A	6	10%

	Media M	13	21%
	Baja B	4	7%
Totales		61	100%

Fuente. Adaptación propia a partir de (INVIAS, 2006)

6.2.6. Análisis de la obtención y clasificación del inventario de las placas en pavimento rígido de la vía

Con la información que se obtuvo del Manual para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos INVIAS, se realizó la evaluación y se logró diagnosticar el estado real del daño presentado en las losas de los pavimentos rígidos situado en la vía barrio el Diamante Etapa I, situado en el municipio de Cartago Valle del Cauca

A. Inspección visual de diagnóstico de pavimento rígido

Los resultados que se obtuvieron en la vista realizada a la vía en la Inspección visual de diagnóstico de pavimento rígido, (ver anexo D con registro fotográfico) y la cual evidencio que se presentan fisuras, longitudinales, Posteriormente se procedió a realizar los cálculos, tabulación y se realizaron los gráficos correspondientes para el análisis de la severidad de los daños encontrados.

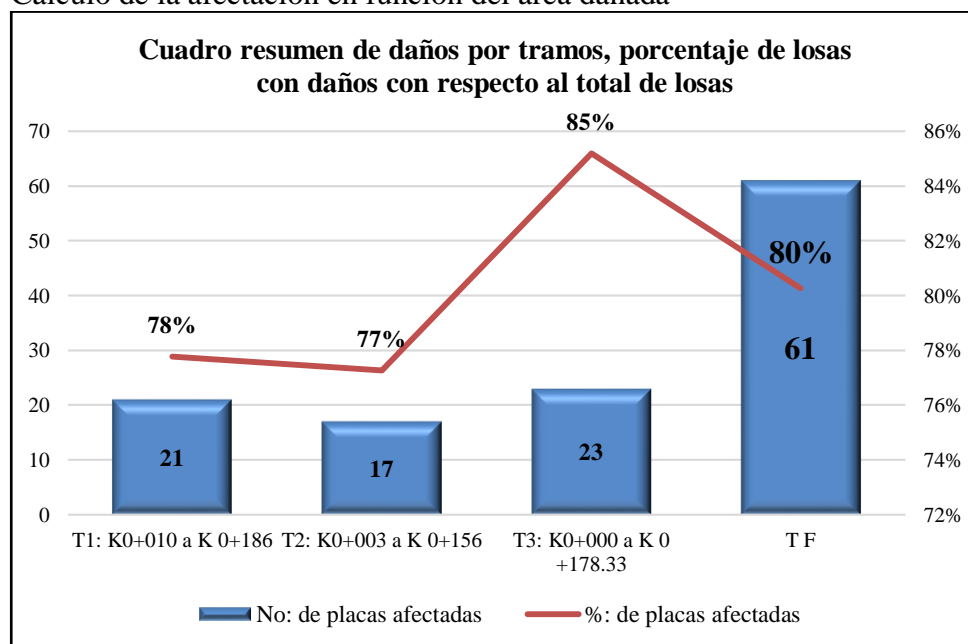
B. Cálculo de la afectación en función del área dañada

Teniendo las inspecciones visuales de diagnóstico de pavimento rígido a la vía se procedió a tubular la información y realizar los respectivos cálculos, los cuales fueron reunidos gráficamente de acuerdo con las características y variables más importantes como:

- 1) Cuadro resumen de patologías encontradas por tramo, PR y severidad.
- 2) Número de placas afectadas por tramo.
- 3) Numero peso de placas afectadas por severidad y su peso porcentual.
- 4) Número de placas afectadas por severidad.

La figura 70, muestra un gráfico donde se resumen los daños por tramos, porcentaje de losas con daños con respecto al total de losas de la vía barrio el Diamante Etapa I,

Figura 71.
Cálculo de la afectación en función del área dañada



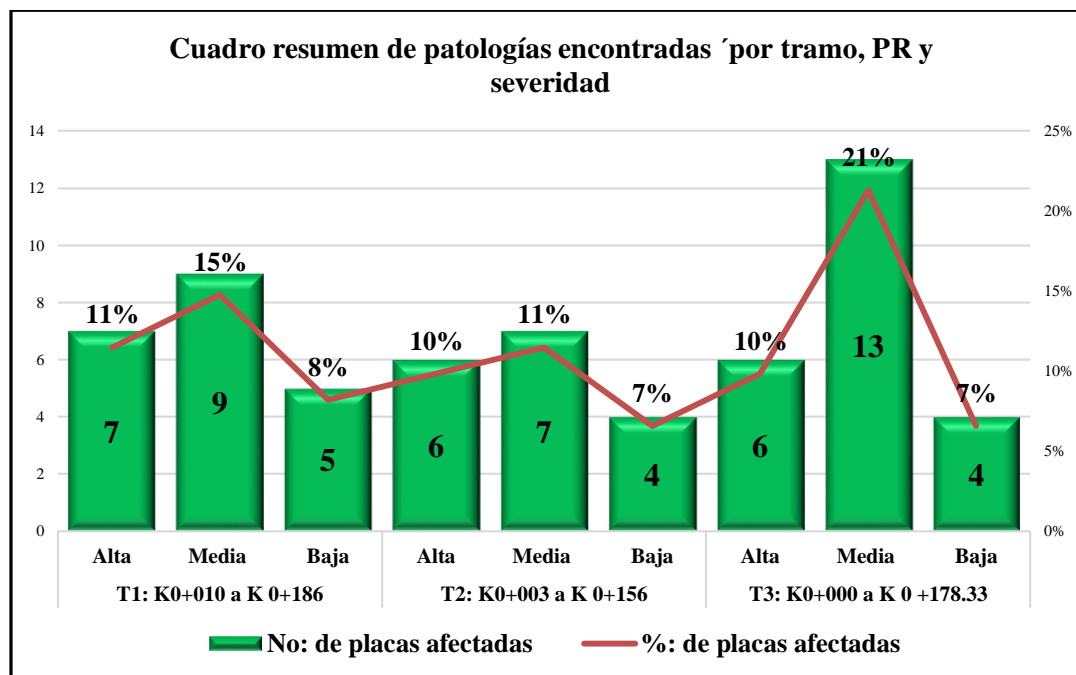
Fuente elaboración propia

En cuanto a la afectación en función del área dañada, que se muestra en la figura 71, se evidencia que el tramo T3 con un 85% es el que mayor grado tiene, seguido del tramo T2 con un 78% y por último se encuentra el T3 con un 77%. El promedio de los tres tramos presenta una afectación del 80%.

C. Cuadro resumen de patologías encontradas por tramo

El número de placas por tramo y el porcentaje de afectación, se puede apreciar en la figura 72.

Figura 72.
Cuadro resumen de patologías encontradas por tramo, PR y severidad



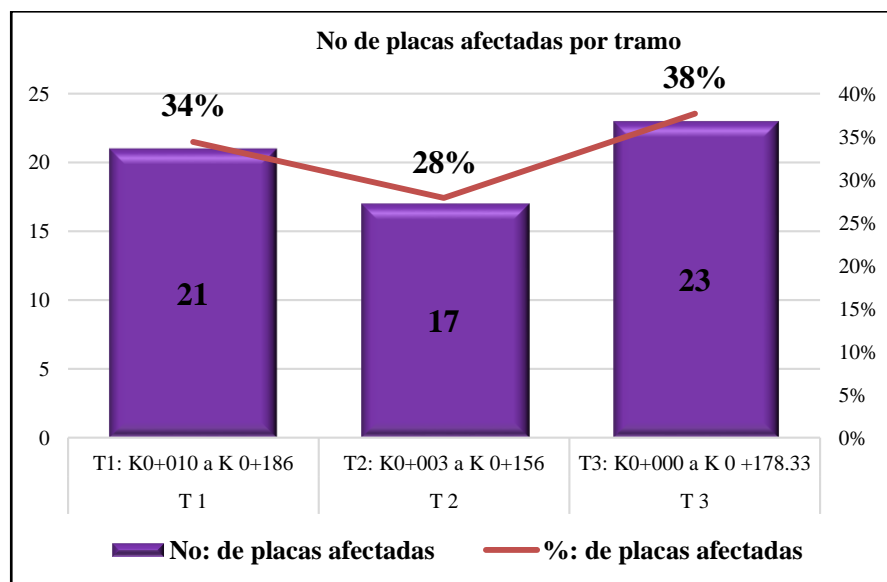
Fuente. Elaboración propia

La figura 72, muestra que en el tramo 1 (T1), con una severidad calificada de media está el mayor porcentaje de losas dañadas con un 15%, mientras que el T2 en la misma severidad tiene la mayor afectación con un 11%, por último el T3 presenta el 21% en severidad media , es decir que los tres tramos presentan severidad media como los de mayor porcentaje en comparación de las otras dos categorías donde la severidad baja es la de menos calificación y afectación en los tres tramos con un 8%, 7% y 7% respectivamente.

D. Número de placas afectadas por tramo

El Número de placas afectadas por tramo se puede apreciar en la figura 73.

Figura 73.
Número de placas afectadas por tramo



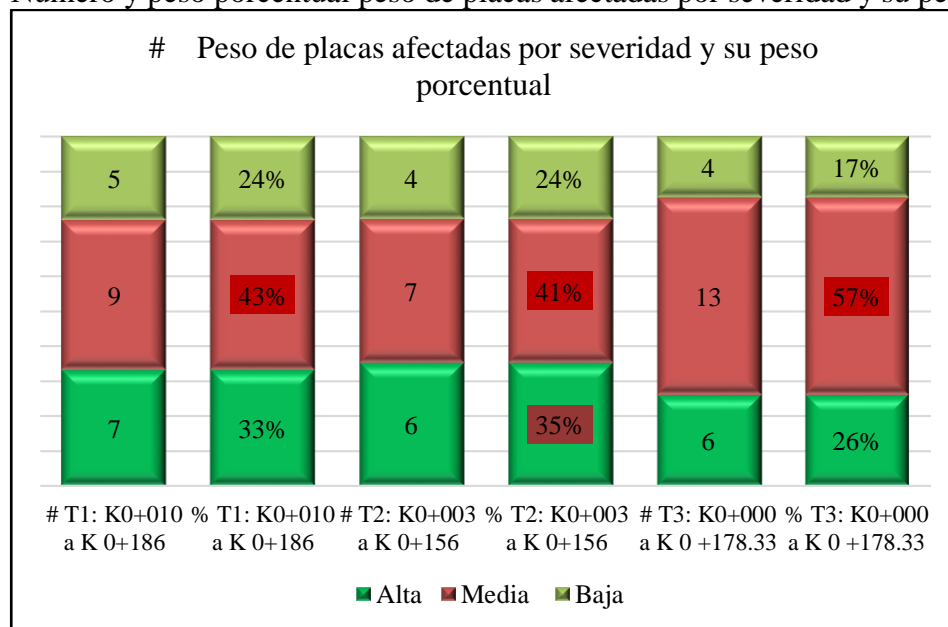
Fuente. Elaboración propia

La Figura 73. muestra que el tramo T3 con 38% es de mayor afectación, seguido del T1 con 34%, mientras que en último lugar de afectación está el T2 con 28%.

E. Número y peso porcentual de placas afectadas por severidad y su peso porcentual

Figura 74.

Número y peso porcentual peso de placas afectadas por severidad y su peso porcentual

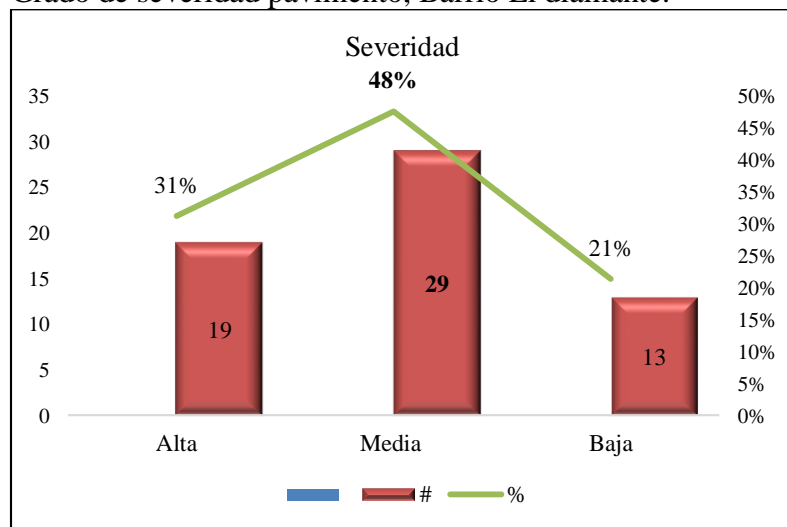


Fuente. Elaboración propia

La figura 74. Muestra el resumen del peso de placas afectadas por severidad y su peso porcentual, en donde se aprecia que el tramo T3 con un 57% en severidad media es el de mayor afectación, seguido del T1 con un 43% y por último se encuentra el tramo T2 con un 41%, en severidad alta el T1 y el T2 con un 24% ambos son los de mayor porcentaje, mientras que con severidad baja se encuentra el tramo T2 con 35% (la mayor afectación para esa categoría específica). Es decir, que, aunque el tramo T3 es el de mayor afectación, igual los otros dos tramos diagnosticados presentan un grado medio de afectación y que requieren por lo tanto también intervención.

En conclusión del desarrollo de este objetivo y mediante la lista de chequeo para diagnóstico del pavimento rígido , se pudo evidenciar que, de 76 placas construidas, 61, presentan algún tipo de afectación que corresponde al 80% , de las cuales el 48% (29 placas) presentan afectación severa de rango medio, con afectación alta están 19 losas correspondientes al 31% y baja 13 unidades que corresponden a un 21%, éstas losas requieren intervención inmediata para evitar un mayor y progresivo deterioro, (figura 38).

Figura 75.
Grado de severidad pavimento, Barrio El diamante.



Fuente. Elaboración propia

6.3. Realización del chequeo de diseño de pavimento con medición actual de variable tránsito

6.3.1. Estudio de tránsito vehicular

1) **Método para el cálculo de tránsito vehicular.** Se utilizó la metodología de Cal y Mayor y Cárdenas en su libro Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones y la del estudio de Volúmenes de tránsito realizado en Bogotá por la (Agencia Nacional de la Infraestructura. ANI, 2016).

Se realizó un estudio de tránsito vehicular (TPD), desde el día 22 (lunes), hasta el día 27 (viernes) en un formato predeterminado, (ver tabla 51), el resto del estudio por día se encuentra en anexos con su mismo nombre, posteriormente esta información se graficó y analizó por día de la semana, tipo de vehículo y resumen estudio de tránsito vehicular (tipo auto y día semana, ADES). (Auto, Bus, Camión, Moto y Bicicleta).

Tabla 49.
Formato estudio de tránsito vehicular

Estudio de tránsito vehicular: Lugar: barrio el Diamante Etapa I						
Aforos vehículos (periodos de 15 minutos)						Fecha: marzo - 22 - 2021
Día: lunes						Hora: 7 am a 9:00 pm
Hora	Auto	Bus	Camión	Moto	Bicicleta	Total
07:00	00 - 15	6				6
	15 - 30	11		2		13
	30 - 45	13				13
	45 - 60	12	2			14
08:00	00 - 15	25				25
	15 - 30	10		2		12
	30 - 45	20				20

Fuente. Elaboración propia

Para el cálculo del TPD y el valor del TPDS (tránsito promedio diario semanal), se usó la metodología propuesta por (Reyes & Cárdenas, 2007), y (Agencia Nacional de la Infraestructura. ANI, 2016).

6.3.2. Cálculo del tránsito promedio diario (TPD).

Para el cálculo del TPD, se contaron los vehículos de manera específica en autos, buses, camiones, motos y bicicletas, posteriormente se realizó la conversión de los vehículos a Autos Directos Equivalentes (ADES), como se muestra en la tabla 52, lo que los convierte a vehículos mixtos, tabla 30. Factores de Conversión Automóvil Directo Equivalente (ADES).

Tabla 50.

Factores de Conversión Automóvil directo equivalente (ADES)

Factores de Conversión Automóvil directo equivalente ADES				
Auto	Bus	Camión	Moto	Bicicleta
1	2	2.2	0.5	0.5

Fuente. Elaboración propia a partir de: (Escobar, Javier, & Tolosa, 2013)

6.3.3. Volumen horario de máxima demanda

Se utilizó la fórmula para ello

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{m\acute{a}x.})} \quad (1)$$

Dónde:

FHMD: factor horario de máxima demanda.

VHMD: volumen horario de máxima demanda.

N = # de períodos durante la hora de máxima demanda.

Q_{máx.} Los períodos dentro de la hora de máx. demanda pueden ser de 5, 10 o 15 min., utilizándose este último con mayor frecuencia, en cuyo caso el factor de la hora de máx.

demanda es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{4(Q_{5máx.})} \quad (2)$$

Q_{15max}: volumen máximo durante 15 minutos.

Para períodos de 5 min., el factor de la hora de máx. demanda es:

$$FHMD = \frac{VHMD}{12(Q_{5máx.})} \quad (3)$$

Si valor es \Rightarrow a 1, indica que existe una distribución uniforme de flujos máximos durante toda la hora. (4)

Si valor es $<$ a 1

indica que existe saturación de flujo máximo en períodos cortos dentro de la hora. (Reyes & Cárdenas, 2007).

6.3.4. Conversión ADES

Se realizó la conversión ADES (tabla 31)

Tabla 51.
Volúmenes por movimiento (ADES)

Volúmenes por movimiento (ADES)						
Variación horaria por movimiento						
Hora	Mov. lunes	Mov. martes	Mov. miércoles	Mov. jueves	Mov. viernes	Total
7:00 a 8: 00	33	19	38	31	25	146
8:01 a 9:00	17	29	38	25	22	131
9:01 a 10:00	16	22	34	29	18	119
10:01 a 11:00	23	30	28	19	18	118
11:01 a 12:00	27	20	34	32	26	139
12:01 a 1:00	23	39	32	23	21	138
1:01 a 2:01	27	29	36	23	23	138

2:01 a 3:00	19	45	34	28	30	156
3:01 a 4:00	26	51	32	48	27	184
4:01 a 5:01	26	26	33	26	27	138
5:01 a 6:00	27	26	74	37	25	189
6:01 a 7:00	27	21	33	33	21	135
7:01 a 8:00	27	30	32	29	28	146
8:01 a 9:00	30	24	38	39	28	159
9:01 a 10:00	30	19	29	25	21	124
	378	430	545	447	360	2160

Fuente. Elaboración propia

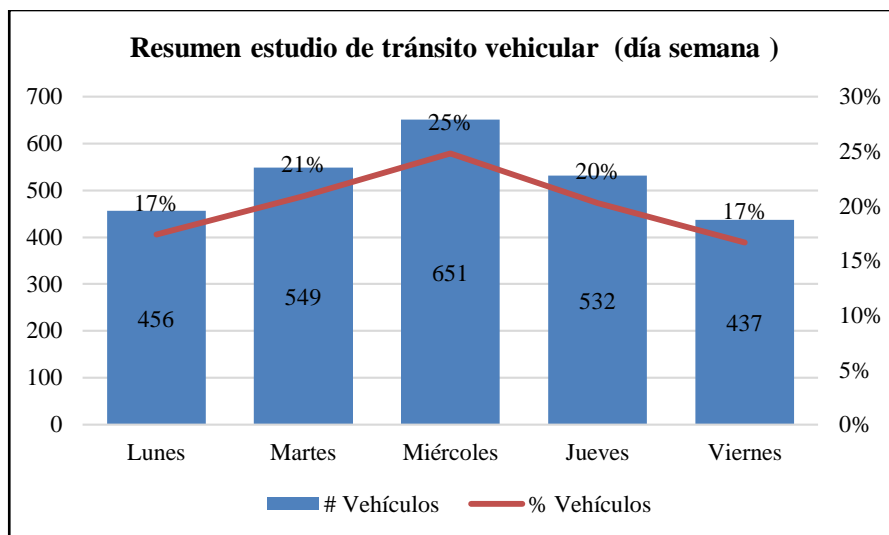
Para hallar la conversión de los vehículos equivalentes, (Automóvil Directo Equivalente, por sus siglas ADES), se toma como referencia el estudio de volúmenes de tránsito realizado por la empresa (ACCENORTE , 2016)

6.3.5. Resultados del conteo de tránsito vehicular

Se realizó el conteo de tránsito vehicular tomando muestra en cinco días normales, de lunes a viernes por tipo de auto, que transitaba por la vía, (ver figura 76).

Es de aclarar que por ser una vía en una urbanización no hay paso de camiones, buses ni busetas

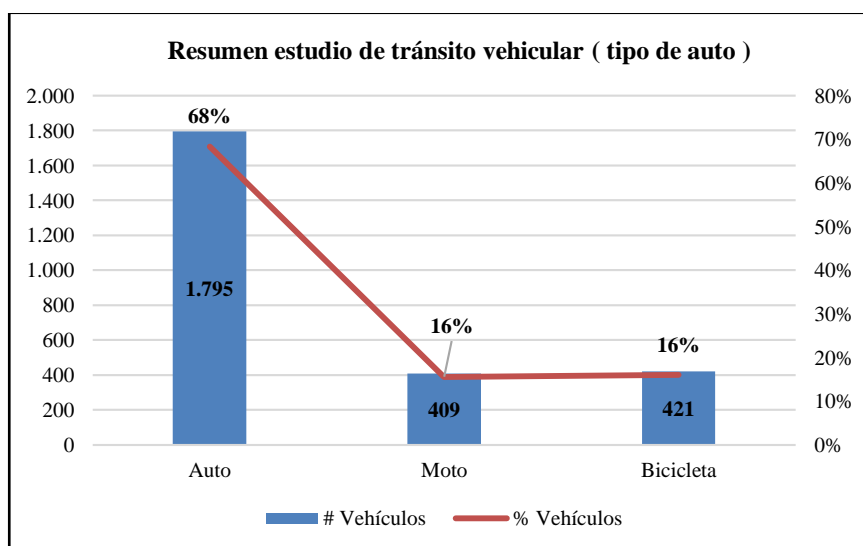
Figura 76.
Resumen estudio de tránsito vehicular (tipo auto y día semana)



Fuente. Elaboración propia

La Figura 76, muestra el resumen de tránsito vehicular (tipo auto y día semana), se observa que el miércoles con un 25% es el de mayor afluencia vehículos, seguido del martes con un 21%, posteriormente le sigue el jueves con un 20%, por último, se encuentran lunes y viernes con un 17% respectivamente.

Figura 77.
Resumen estudio de tránsito vehicular (tipo de auto)



Fuente. Elaboración propia

E cuanto el tipo de auto que más se moviliza se aprecia en la figura es el auto pequeño con un 68% es el que más se desplaza por la urbanización seguido de motos y bicicletas con un 16% cada uno.

6.3.6. Agrupación de la variación horaria de volumen de tránsito por tipo de vehículo (ADES)

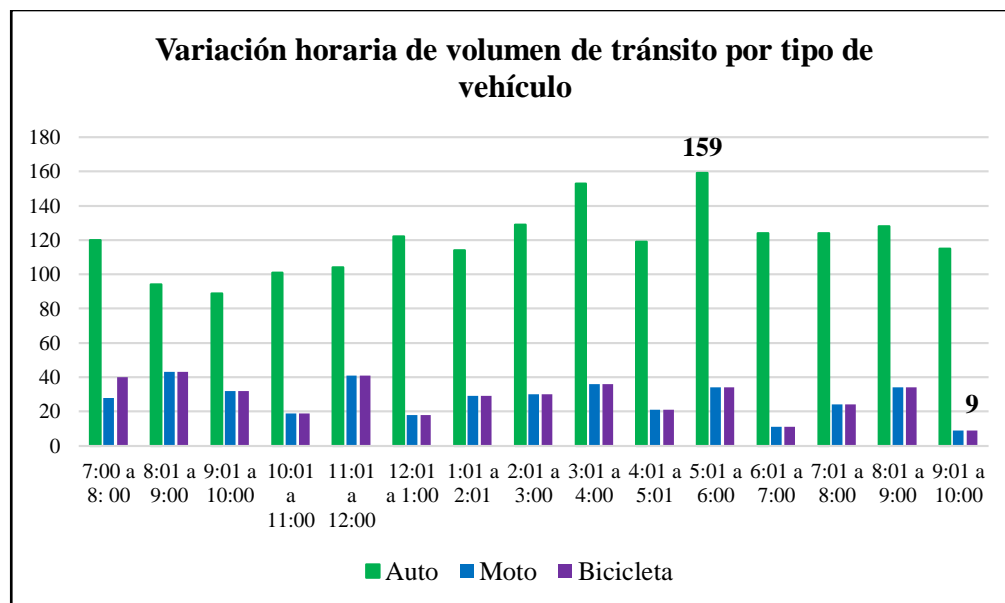
La información del aforo vehicular realizada cada 15 minutos se agrupó por hora. (ver Tabla 54).

Tabla 52.
Variación horaria de volumen de tránsito por tipo de vehículo

Variación horaria de volumen de tránsito por tipo de vehículo					
Hora	Auto	Bus	Camión	Moto	Bicicleta
7:00 a 8:00	120	0	0	28	40
8:01 a 9:00	94	0	0	43	43
9:01 a 10:00	89	0	0	32	32
10:01 a 11:00	101	0	0	19	19
11:01 a 12:00	104	0	0	41	41
12:01 a 1:00	122	0	0	18	18
1:01 a 2:01	114	0	0	29	29
2:01 a 3:00	129	0	0	30	30
3:01 a 4:00	153	0	0	36	36
4:01 a 5:01	119	0	0	21	21
5:01 a 6:00	159	0	0	34	34
6:01 a 7:00	124	0	0	11	11
7:01 a 8:00	124	0	0	24	24
8:01 a 9:00	128	0	0	34	34
9:01 a 10:00	115	0	0	9	9
	1795	0	0	409	421
	68%	0%	0%	16%	16%

Fuente. Elaboración propia

Figura 78.
Variación horaria de volumen de tránsito por tipo de vehículo



La figura 78 muestra la variación horaria de volumen de tránsito por tipo de vehículo en la cual se aprecia que el auto es el de mayor movilidad y la hora de mayor demanda es la comprendida entre las 5 y 6 pm con 159 autos que se desplazaron ese día (acumulado).

6.3.7. Volúmenes por movimiento (ADES)

De acuerdo con la conversión ADES (tabla 53), la tabla 55, muestra la agrupación de la información del aforo vehicular agrupada por hora.

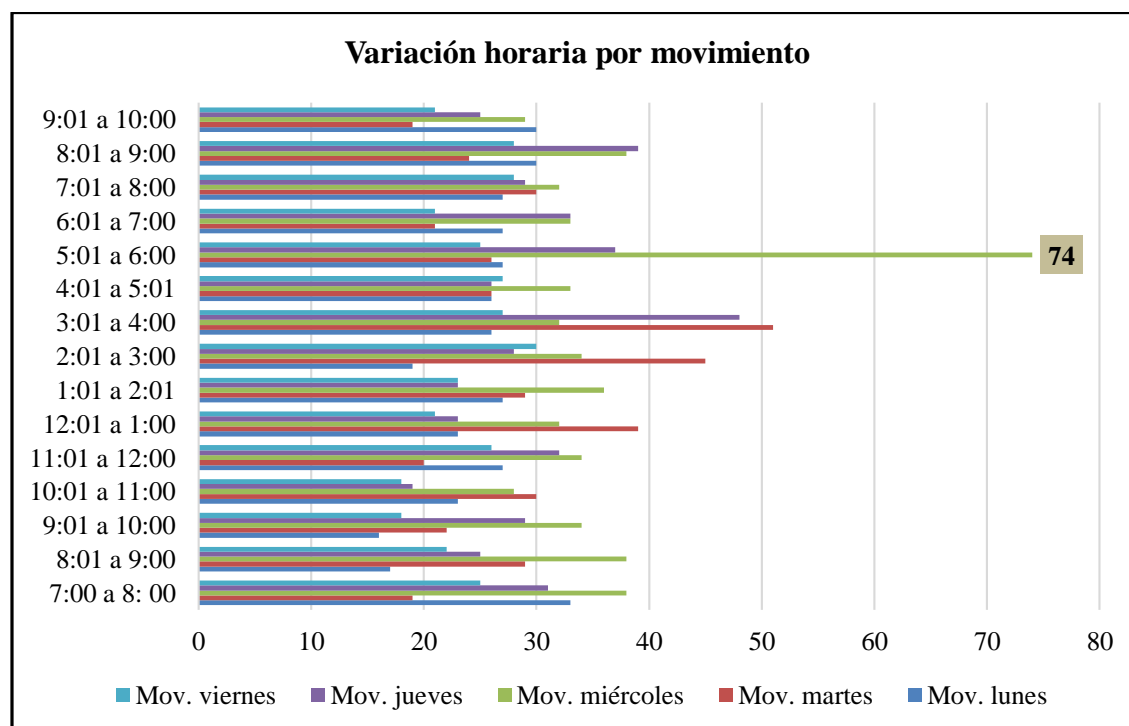
Tabla 53.
Volúmenes, todos los movimientos por día (ADES).

Volúmenes por movimiento (ADES)						
Variación horaria por movimiento						
Hora	Mov. lunes	Mov. martes	Mov. miércoles	Mov. jueves	Mov. viernes	Total
7:00 a 8:00	33	19	38	31	25	146
8:01 a 9:00	17	29	38	25	22	131
9:01 a 10:00	16	22	34	29	18	119
10:01 a 11:00	23	30	28	19	18	118
11:01 a 12:00	27	20	34	32	26	139

12:01 a 1:00	23	39	32	23	21	138
1:01 a 2:01	27	29	36	23	23	138
2:01 a 3:00	19	45	34	28	30	156
3:01 a 4:00	26	51	32	48	27	184
4:01 a 5:01	26	26	33	26	27	138
5:01 a 6:00	27	26	74	37	25	189
6:01 a 7:00	27	21	33	33	21	135
7:01 a 8:00	27	30	32	29	28	146
8:01 a 9:00	30	24	38	39	28	159
9:01 a 10:00	30	19	29	25	21	124
	378	430	545	447	360	2160

Fuente. Elaboración propia

Figura 79.
Volúmenes por movimiento (ADES)



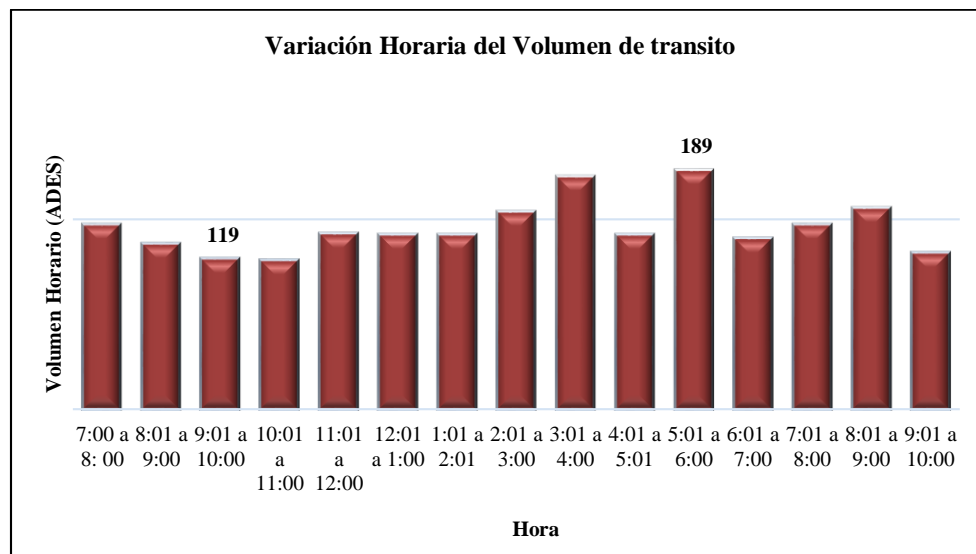
Fuente. Elaboración propia

La figura 79 muestra que el miércoles entre 3 y cuatro, el viernes entre 6 y 7 y el día lunes entre 5 y 6 pm fue la hora de mayor desplazamiento de autos con 74.

6.3.8. Variación horaria del volumen de tránsito

El flujo vehicular teniendo en cuenta la hora en que se presentó, se aprecia en la figura 80).

Figura 80.
Variación horaria del volumen de tránsito



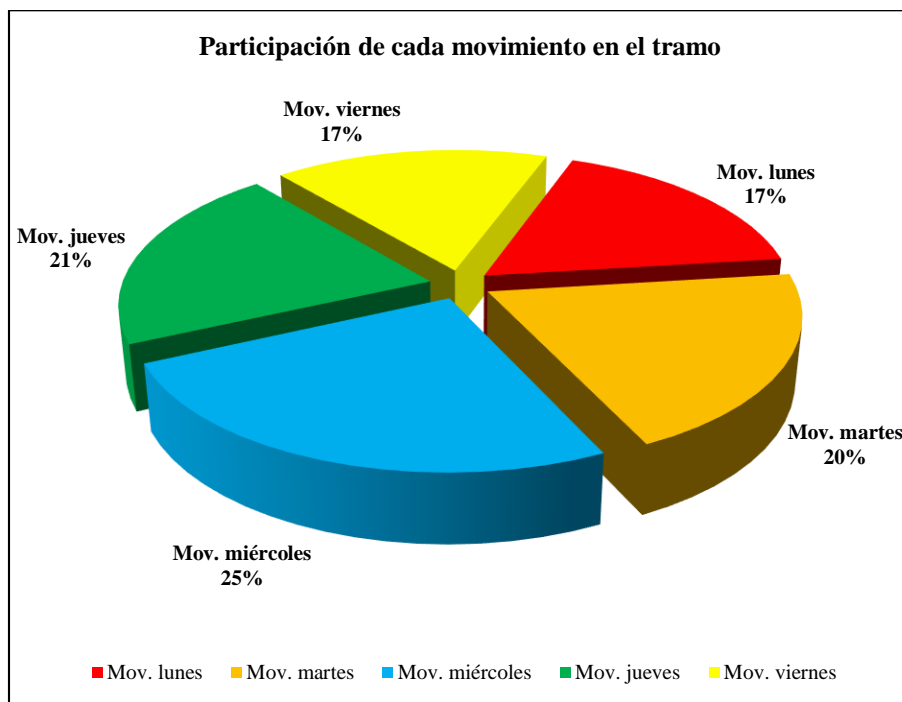
Fuente. Elaboración propia

El flujo vehicular teniendo en cuenta la hora en que se presentó, (figura 80), muestra que en la hora de 5 a 6 pm fue en la que más autos transitaron durante el periodo de aforos (189), mientras que en la hora de 9:01 a 10:00 solo transitaron 119, autos como el menor número de vehículos que transitaron.

6.3.9. Participación diaria de cada movimiento vehicular por día

Permite saber de los cinco días en los cuales se tomaron la muestra cual fue el que mayor y menor flujo de tránsito presentó (ver figura 81).

Figura 81.
Participación de cada movimiento en el tramo, por día



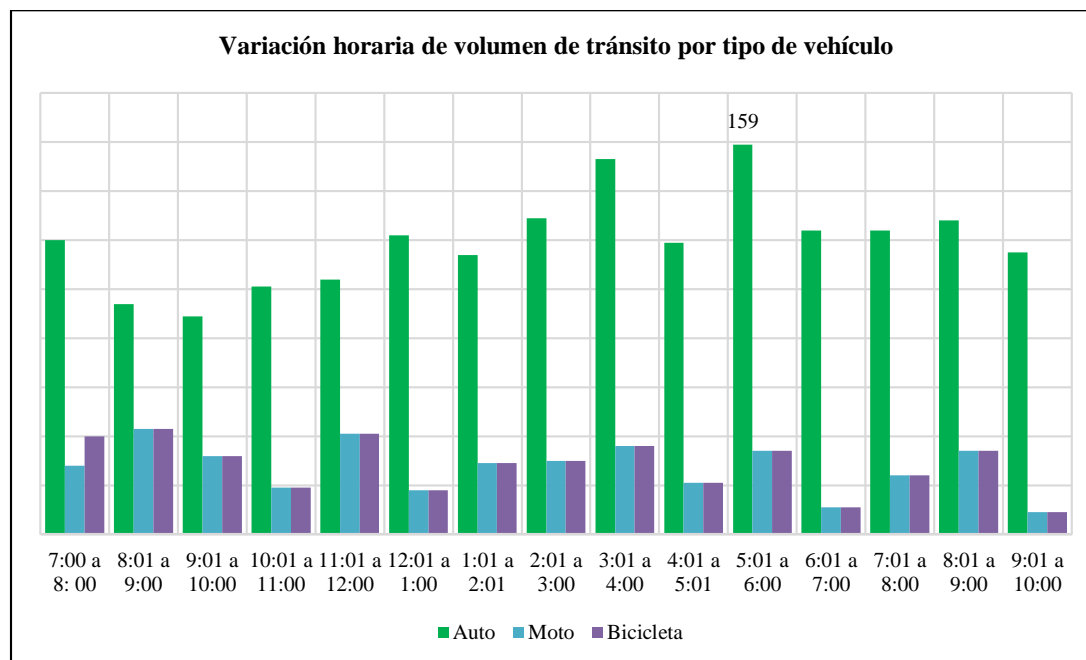
Fuente. Elaboración propia

La Figura 81, muestra la participación o el peso porcentual de los cinco días de toma de muestras, se aprecia que el miércoles fue en el que más transitaron autos con un 25%, seguido del jueves con un 21%, el martes ocupa el tercer lugar con un 20%, el jueves y el viernes lo ocupan el cuarto lugar con un 19%, un 17%, respectivamente.

6.3.10. Variación horaria de volumen de tránsito por tipo de vehículo

En cuanto al comportamiento por hora de cada tipo de vehículo en todo el aforo vehicular, se puede apreciar en la figura 82.

Figura 82.
Variación horaria de volumen de tránsito por tipo de vehículo



Fuente. Elaboración propia

En cuanto al comportamiento por hora de cada tipo de vehículo en todo el aforo vehicular, (figura 82), se aprecia que la hora de 5 a 6 pm es en la que más se desplazaron vehículos pequeños (159, el 68% de todos los autos), mientras que el resto de los vehículos (camionetas tipo van), presentan volúmenes de desplazamiento muy discretos (menor a 16%).

6.3.11. Análisis y variación de la hora de Máxima Demanda (HMD)

Según la fórmula FHMD y teniendo en cuenta que en la medida que el valor se acerque a 1 significará que la variación del tráfico es continua durante toda la hora fracción o unidad elegida (15 minutos).

El factor FHMD resultante de este estudio fue de 0.86, es decir que se presentaron concentraciones de flujos máximos en períodos de 15 minutos dentro de las horas de máxima demanda que corresponden a la hora comprendida entre 3:31 a 4:45 pm. (Ver figura 46 y 47).

Figura 83.
Análisis de la hora de Max. demanda (HMD)

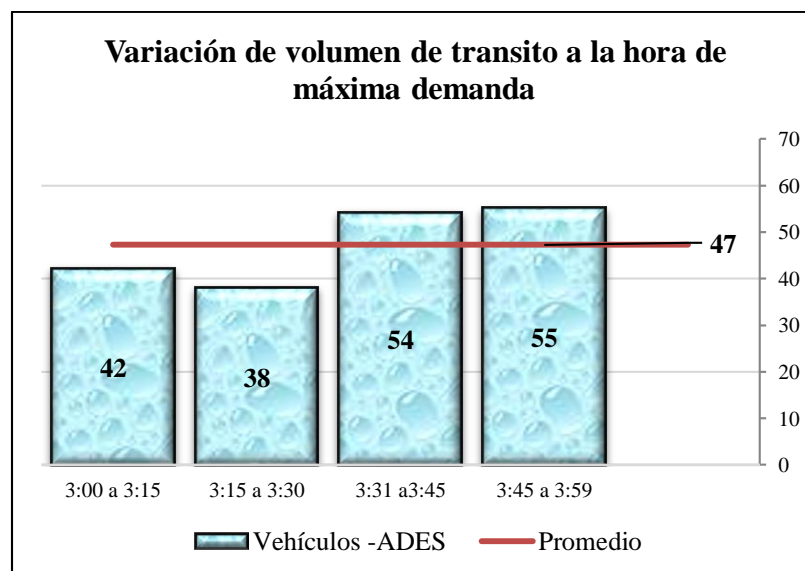
Análisis de la hora de demanda (HMD)		
q máx.		55
Hora máxima demanda		
Periodo	Vehículos -ADES	Promedio
3:00 a 3:15	42	47
3:15 a 3:30	38	
3:31 a3:45	54	
3:45 a 3:59	55	
Total	189	
VHMD		189
q máx.		55
N		4
FHMD		0.86

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{max})}$$

Fuente. Elaboración propia

Cuando FHMD, Se acerca a 1 (0.86) quiere decir que la variación del tráfico es continua durante toda la hora

Figura 84.
Variación de volumen de tránsito a la hora de máxima demanda



Fuente. Elaboración propia

La figura 47, muestra que la hora de máxima demanda corresponde a las comprendida entre 03:31 a 3: 59 pm. con 55 vehículos que se desplazaron correspondientes al 41%, seguido de los que se desplazaron entre las 3: 45 a 3:59 con un 26%, le siguen las otras dos fracciones de esa hora con un 18% y 16% respectivamente. La línea punteada representa el volumen de la hora de máxima demanda para un periodo de 15 minutos, es decir un promedio de tasa de flujo en la HMD, Su valor corresponde a 47 vehículos/mixtos.

6.3.12. Estimación del TPDA a partir del TPDS

La Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras, propone para estimar el tipo de vía, pavimento y espesor de placas, el tránsito promedio diario anual (TPDA) a partir del tránsito promedio diario realizado en los aforos a partir del TPDS, se aprecia en la tabla 56, el resultado muestra que el TPDA se encuentra entre 1.025 y 1.193 vehículos con un rango de 34 vehículos (desviación estándar), tabla 57 .

Tabla 54.
Estimación del TPDA a partir del TPDS

Estimación del TPDA a partir del TPDS				
Día	Tránsito Diario (TD)	(Tdi - TPDS)	(Tdi - TPDS)²	
Lunes	314	-45	2,025	
Martes	345	-14	196	
Miércoles	467	108	11,664	
Jueves	374	15	225	
Viernes	295	-64	4,096	
Total	1,795		18,206	

Fuente. Elaboración propia, a partir de (Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, 2008)

Tabla 55.
Variables para tener en cuenta para la estimación del TPDA

Tránsito promedio diario semanal (TPDS)	359	
Desviación estándar de la muestra (s)	3034	55
n	7	
Constante para desviación	1	
N (días año)	365	
Confiabilidad	90%	
Zc	1.64	
TPDA	34	
Rango de tránsito promedio diario anual. TPDA	34	
TPDA (+)	393	
TPDA (-)	325	

Fuente. (Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, 2008)

6.3.13. Ejes equivalentes a 8.2 ton

Figura 85.
Ejes equivalentes a 8.2 ton

Tipo de vehículo	Total TPD	Porcentaje TPD	Factor de daño cargado FD	% Daño (% TPD * FD)
Autos	1,795	100.00%	0	0
Total	4,561	100.0%		
Año (días)	365			
Fc				
del total en los dos sentidos	0.5			
Ejes equivalentes a 8.2 ton	N= TPD * 365 * (Factor daño (FD) * % daño)* Fd		0	Ejes equivalentes a 8.2 ton

Fuente. Elaboración propia a partir de (Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, 2008)

Al analizar la tabla 58 de factor daño por tipo de vehículo y teniendo en cuenta que por la vía no transitan buses ni camiones, solo autos, motos y bicicletas, su factor es cero, es decir no existe conversión de Ejes equivalentes a 8.2 ton. (figura 85).

Tabla 56.
Factor daño por tipo de vehículo

Factor daño por tipo de vehículo		
	Factor de daño (FD)	
	Vacío	Cargado
Autos		0.00
Bus grande		1.00
C2p	0.01	1.01
C2g	0.08	2.72
C3 - C4	0.24	3.72
C5	0.25	4.88
>C5	0.26	5.23

Fuente. (Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, 2008)

En resumen, de acuerdo al aforo vehicular realizado en la vía del barrio El Diamante I y que los resultados obtenidos de la hora de máxima demanda fue de 55 promedio , se procedió a comparar dicha información con la que se muestra en el Manual de diseño de pavimentos de concreto, para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, en el capítulo Definición de variables, subcapítulo 3.1 El tránsito y el período de diseño, (tabla Categorías de tránsito para la selección de espesores del manual), Figura 86 , se concluyó que referente el pavimento que debe tener dicha vía, éste corresponde al tipo (TI), vía terciaria (Vt) y estrecha (E), equiparable a un flujo que transite entre 0 a 200 (TPDs), y ejes acumulados < a 1.000.000 toneladas. (Londoño & Alberto, 2008).

Figura 86.
Categorías de tránsito para la selección de espesores

Categoría	Tipo de Vía	TPDs	Ejes acumulados de 8.2 t
T ₀	(Vt) – (E)	0 a 200	< 1'000.000
T1	(Vs) – (M ó A) – (CC)	201 a 500	1'000.000 a 1'500.000
T2	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	501 a 1.000	1'500.000 a 5'000.000
T3	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	1.001 a 2.500	5'000.000 a 9'000.000
T4	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	2.501 a 5.000	9'000.000 a 17'000.000
T5	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	5.001 a 10.000	17'000.000 a 25'000.000
T6	(Vp) – (A) – (AP-MC-CC)	Más de 10.001	25'000.000 a 100'000.000

Tabla 3-1. Categorías de tránsito para la selección de espesores

En la Tabla 3-1 las siglas tienen el siguiente significado:

Vt: Vía terciaria	M: Medias
Vs: Vía secundaria	A: Anchas
Vp: Vía principal	CC: Carreteras de 2 direcciones
E: Estrechas	MC: Carreteras multicarriles
	AP: Autopistas

Fuente. (Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, 2008)

En conclusión, del objetivo 2 y de acuerdo con el Manual de diseño de pavimentos de concreto, para vías con bajos, medios y altos volúmenes de Categorías de tránsito para la selección de espesores, (Londoño & Alberto, 2008). Referente al aforo vehicular realizado en el tramo El Diamante que fue intervenido y de acuerdo con los resultados de la hora de máxima demanda, Ejes equivalentes a 8.2 ton y estimación del TPDA, la intervención que se debe realizar corresponde a pavimento para vías de tránsito tipo (TI), vía terciaria (Vt) y estrecha (E), que corresponde a un flujo que transite entre 0 a 200 (TPDs) diarios y ejes acumulados < a 1.000.000 e toneladas como es lo que los resultados arrojaron.

6.4. Efectuar análisis de brechas e identificación de hallazgos con el fin de inferir las posibles causales de los daños en el pavimento.

Finalmente, sobre el objetivo tres se concluye que, través de la observación y verificación de resultados frente al manual se evidenció que el deterioro que presentan las losas en la gran

mayoría del área es, debido a la pérdida de partículas (Su tipo de daño es por desintegración), con una afectación media, corroborado en el estudio vehicular que mostró que la vía corresponde a una de flujo de tránsito bajo, vía tipo terciaria, por la vía no transita ningún de tipo de camión no existe conversión de Ejes equivalentes a 8.2 ton . (figura 45, Categorías de tránsito para la selección de espesores de INVIAS)

Como el constructor no aportó estudios anteriores de tránsito que permitieran realizar un comparativo del estado del flujo vehicular y cálculo del TPDs , solo se puede tener en cuenta los resultados que arrojó el estudio realizado en este trabajo que de acuerdo al Manual de diseño de pavimentos de concreto, para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito, la vía corresponde a una vía tipo (TI), vía terciaria (Vt) y estrecha (E), con flujo que transita entre 0 a 200 (TPDs) diarios y ejes acumulados < a 1.000.000 toneladas

Es importante aclarar que para el diseño del pavimento de la vía no se realizó ningún estudio de tránsito vehicular que permitiese calcular el número de ejes acumulado y el proyectado de acuerdo con la vida útil del pavimento que fue diseñado para 20 años de vida útil. Por lo tanto y de acuerdo con el mismo manual, para subsanar el daño por daño por desintegración que presenta El 92% de las losas, se debe recubrir con una mezcla asfáltica. (ver recomendaciones).

Difiere de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volumen de tránsito, editado por INVIAS en varios aspectos con lo que la vía presenta, por un lado no se realizó un estudio de tránsito preliminar al momento de construir la vía, y por lo tanto no se proyectó en nivel de flujo vehicular que ella tendrá en los 20 años de vida útil ni se construyó teniendo en cuenta las proyecciones de crecimiento poblacional, vehicular que pudiese

determinar qué tipo de construcción se tendría, por otra parte las memorias de la construcción de la vía están incompletas o fragmentadas, por lo cual no hay elementos de juicio certeros que permitan dar una evaluación más concreta de porqué del daño, cuando no transitan buses y camiones y cuando solo van 10 años de su construcción. La vía de acuerdo con los estudios realizados y comparando con el manual, corresponde a una vía terciaria como se presentó en la conclusión del objetivo dos.

7. Conclusiones

Referente al objetivo general propuesto para este trabajo, se puede concluir que se pudo llevar a cabo el diagnóstico de los tipos de daños ocasionados en el pavimento rígido en la vía principal del barrio Diamante etapa I ubicado en el municipio Cartago Valle, para poder dar el cumplimiento a este objetivo se plantearon cuatro objetivos específicos los cuales fueron cumplidos a cabalidad, y de los cuales de acuerdo con sus resultados se puede concluir lo siguiente:

Objetivo 1). Efectuar una revisión documental del proceso constructivo del concreto rígido utilizado en la vía a fin de encontrar las brechas entre el estado de conocimiento y la situación real. De ellos se concluyó que. El tipo de pavimento es rígido y su espesor de 16 cm, cuenta con hierro de 3/8 transversal y pasadores de acero liso de 5/8. y construido con proyección de durabilidad de 20 años (2025). Al revisar el Manual de diseño de pavimentos de concreto, para vías con bajos, medios y altos volúmenes de Categorías de tránsito para la selección de espesores el pavimento, se evidenció que la vía de acuerdo con el manual sería una vía terciaria la cual corresponde a un flujo que transite entre 0 a 200 (TPDs), y ejes acumulados < a 1.000.000 toneladas.

Es importante aclarar que para el diseño del pavimento de la vía no se realizó ningún estudio de tránsito vehicular que permitiese calcular el número de ejes acumulado y el proyectado de acuerdo con la vida útil del pavimento que fue diseñado para 20 años de vida útil. Y que el estudio realizado por mi arrojó un número de ejes acumulado de cero pues por la vía no transitan buses ni camiones de ningún tipo.

Objetivo 2). Efectuar el inventario de daños en las placas en pavimento rígido de la vía, de acuerdo con el manual para la inspección visual de pavimento del INVIAS.

De acuerdo con el Manual de inspección visual de pavimentos para diagnóstico del pavimento rígido y niveles de severidad, se pudo evidenciar que el daño que presentan las losa corresponde a Pérdida de material superficial, de 76 placas construidas, 61, presentan algún tipo de afectación o de la gravedad de daño, que corresponde al 80%, donde se evidencia que el 48% (29 placas) presentan afectación severa de rango medio, afectación alta el 31% y baja 13 el 21%, éstas losas requieren intervención inmediata para evitar un mayor y progresivo deterioro.

Se define los valores de severidad teniendo en cuenta la profundidad a la cual ha existido pérdida de material superficial.

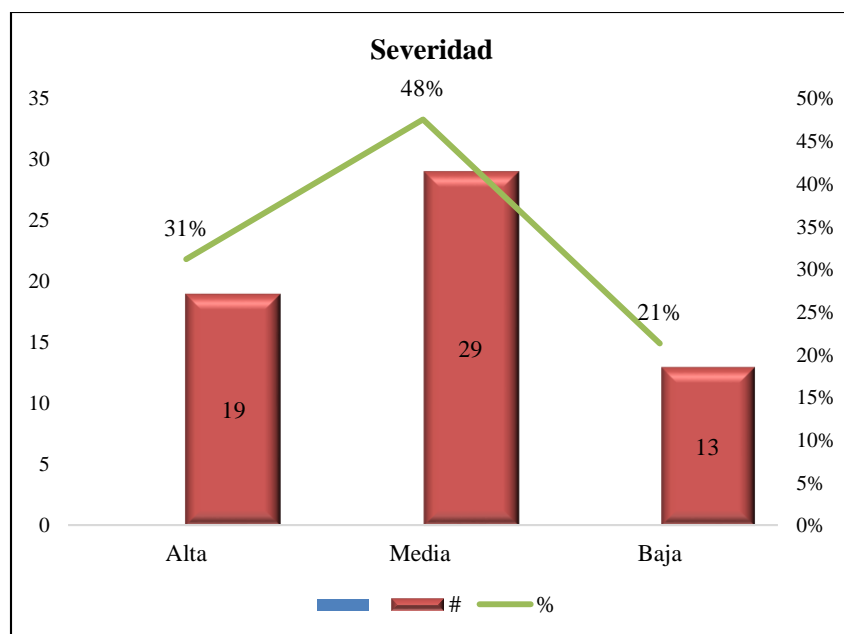


Figura 87. Grado de severidad pavimento, Barrio El diamante.

Fuente. Elaboración propia

Finalmente, se concluye que el deterioro que presentan las losas en la gran mayoría es debido a la pérdida por desintegración de partículas con severidad media teniendo en cuenta la profundidad de las grietas, ver figura 87.

Objetivo 3). Realizar chequeo de diseño de pavimento con medición actual de variable tránsito.

Se observó que el auto pequeño es el tipo vehículo que más transitó durante el periodo de aforos, (91%), seguido de los camiones tipo C2P. 6% ambos, por último, se encuentran los microbuses tipo VAN, con 0.2%.

En la hora de 3 a 4 pm fue en la que más autos transitaron durante el periodo de aforos (533), mientras que en la hora de 9:01 a 10:00 solo transitaron 192, autos como el menor número de vehículos.

El miércoles fue en el que más transitaron autos con un 22%, seguido del martes con un 21%, el lunes ocupa el tercer lugar con un 20%, el jueves ocupa el cuarto lugar con un 19%, mientras que el viernes ocupa el último lugar con un 18%.

La hora de 3 a 4 pm es en la que más se desplazaron vehículos pequeños (447, el 91% de todos los autos), mientras que el resto de los vehículos (camionetas tipo van, bicicletas y motocicletas), presentan volúmenes de desplazamiento muy discretos (9%).

El factor FHMD resultante de este estudio fue de 0.62, es decir que se presentaron concentraciones de flujos máximos en períodos de 15 minutos dentro de las horas de máxima demanda que corresponden a la hora comprendida entre 12:31 a 1: 30 pm. En donde la hora 12 a 12.45 con 103 vehículos que se desplazaron corresponde al 41%, seguido de los que se desplazaron entre las 12: 45 a 12:59 con un 26%, le siguen las otras dos fracciones de esa hora con un 18% y 16% respectivamente.

En resumen, de acuerdo al aforo vehicular realizado en la vía del barrio El Diamante I y que los resultados obtenidos de la hora de máxima demanda fue de 64 promedio , se procedió a comparar dicha información con la que se muestra en el Manual de diseño de pavimentos de concreto, para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito y se concluyó que referente el pavimento que debe tener dicha vía, éste corresponde al tipo (TI), vía terciaria (Vt) y estrecha (E), equiparable a un flujo que transite entre 0 a 200 (TPDs), y ejes acumulados < a 1.000.000 toneladas.

Objetivo 4). Efectuar análisis de brechas e identificación de hallazgos con el fin de inferir las posibles causales de los daños en el pavimento.

Difiere de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volumen de tránsito, editado por INVIAS en varios aspectos con lo que la vía presenta, es de suma importancia para el diseño adecuado de una vía realizar un estudio de tránsito preliminar al momento de construir la vía arrojando como resultado la necesidad requerida para el proyecto , y por lo tanto no se proyectó el nivel de flujo vehicular que ella tendrá en los 20 años de vida útil ni se construyó teniendo en cuenta las proyecciones de crecimiento poblacional tal cual se evidencia con el estudio realizado en la actualidad siendo este un importante conector futuro ya proyectado a barrios aledaños al sector los cuales permiten la extensión de habitantes por otra parte las memorias de la construcción están incompletas o fragmentadas por lo cual no hay elementos de juicio certeros que permitan dar una evaluación más concreta de porqué del daño, debido a falencia del documento de diseño cuando no transitan buses y camiones y cuando solo van 10 años de su construcción. La vía de acuerdo con los estudios realizados y comparando con el manual, corresponde a una vía terciaria como se presentó en la conclusión del objetivo dos.

8. Recomendaciones

Teniendo en cuenta los parámetros de construcción de concretos del Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías de bajos, medianos y altos volúmenes de tránsito y el alcance y objetivos de este trabajo de determinar la causa por la cual se presentó un deterioro en la superficie del pavimento rígido y proponer una posible solución Se recomienda

De acuerdo con el diagnóstico del pavimento realizado, se logró identificar que el daño de las losas del barrio el Diamante, se debe a un deterioro superficial conocido por el manual de envías en los deterioros del pavimento conocido como desintegración de partículas; que se presenta como una pérdida progresiva del material superficial de la losa lo cual conlleva primero a la desintegración de la textura y luego del mortero quedando los áridos expuestos. Las razones de dicho deterioro son numerosas como: concreto con exceso de mortero, concreto mal dosificado, acción de desplazamiento, superficie que presenta fisuramiento por retracción, curado inapropiado, material de agregados no aptos para su estructura, aplicación del proceso de fundición, entre otros.

La reparación de dicho daño de la superficie, es recubrirla con una mezcla asfáltica.

Proceso constructivo.

Conforme al diagnóstico se recomienda realizar la siguiente intervención:

- a) Para iniciar la aplicación de capa de mezcla asfáltica se hace un sello de juntas con liga conocida como emulsión asfáltica tanto transversal como longitudinal, esto con el fin de evitar que se trasladen las dilataciones o fisuras a la superficie de la carpeta. Esta misma solución es utilizada comúnmente durante años en el resto de las calles del municipio de Cartago con una intensidad menor a comparación con el problema presentado en el barrio El Diamante etapa I, las fotos que se presentan en las figuras corresponden a los

tratamientos y aplicación del material en varias partes del municipio realizando el procedimiento que acá estoy recomendando realizar.

Figura 88.

Riego de liga tratamiento de juntas transversales, longitudinales y fisuras



Fuente. Elaboración propia

- b) Se procede con el riego de emulsión asfáltica en la totalidad de la superficie de aplicación de mezcla asfáltica. Previniendo el deslizamiento entre la capa de asfalto con la superficie de la losa de concreto.

Figura 89.

Riego de liga en la totalidad de la superficie



Fuente. Elaboración propia

- c) Se continua con la instalación de la geomalla con el fin de reforzar la estructura del asfalto. Su función es de realizar en su totalidad una restricción al desplazamiento del material granular ante la aplicación de las cargas (tráfico). Además, incrementa la capacidad de soporte ante cualquier eventualidad que sea exigida por los agentes externos, aumentando

así la capacidad de distribución vertical de esfuerzos resultantes de la tensión vertical de la membrana deformada.

Figura 90.
Instalación de geomalla



Fuente. Elaboración propia

d) Paso siguiente sería la instalación de mezcla asfáltica.

- i. Es importante tener en cuenta los niveles de recamaras sumideros y sardineles. los procesos de instalación del pavimento flexible sobre las losas de concreto deben ser drenantes. Es decir que evacuen las aguas lluvias y entreguen a las obras construidas para su recolección y entrega.
- ii. La superficie debe quedar con homogénea proporcionando una superficie segura, y un confort al transitar.

Figura 91.
Instalación de mezcla asfáltica



Fuente. Elaboración propia

Bibliografía

- ACCENORTE . (febrero de 2016). *Volumen de tránsito y transporte*. Obtenido de https://www.academia.edu/38911236/_APP_ACCESOS_NORTE_DE_BOGOTA_ACCENORTE_PROPONENTE_PROMESA_DE_SOCIEDAD_FUTURA_APP_ACCESOS_NORTE_DE_BOGOTA_S_A_FEBRERO_DE_2016_RTE_CARRERA_S%C3%89PTIMA_AUTOPISTA_NORTE_CARRERA_S%C3%89PTIMA
- Agencia Nacional de la Infraestructura. ANI. (2016). *Estudio de trazado y diseño geométrico accesos norte de Bogotá. "ACCENORTE"*. Bogotá, D.C.: ANI. Disponible en: https://www.academia.edu/33199103/DISE%C3%91O_GEOMETRICO_APP_NORTE_-_ANI.
- ANI. (febrero de 2016). *Volumen de tránsito y transporte*. Obtenido de https://www.academia.edu/38911236/_APP_ACCESOS_NORTE_DE_BOGOTA_ACCENORTE_PROPONENTE_PROMESA_DE_SOCIEDAD_FUTURA_APP_ACCESOS_NORTE_DE_BOGOTA_S_A_FEBRERO_DE_2016_RTE_CARRERA_S%C3%89PTIMA_AUTOPISTA_NORTE_CARRERA_S%C3%89PTIMA
- Bernal, A. D., Gómez, H. E., & Cespedes, P. Y. (2017). *Estudio del estado patológico de la malla vial del municipio de Villavicencio, comuna 6*. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/12381/3/2017_estudio_estado_patol%C3%B3gico.pdf.
- Bonilla, U. V., Quintan, a. R., Carrión, V. F., Martínez, T. L., Hernández, F. J., Gasca, Z. H., . . . Montes, Z. M. (2017). *Comportamiento estructural de pavimento de concreto reforzado*. Sanfandila, Qro: Instituto Mexicano de Transporte. Publicación Técnica No. 509. Disponible en: <https://imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt509.pdf>.
- Ciudad Región. (31 de julio de 2020). *Cartago: Barrios por comuna*. Obtenido de <https://www.ciudadregion.com/regiones/valle-del-cauca/cartago/cartago-barrios-por-comuna>
- CORBLOCK. (6 de junio de 2017). *Noticias*. Obtenido de Diferencias entre Pavimento de hormigón, Pavimento de asfalto y Pavimento de adoquines.: <https://www.corblock.com/noticia/34/diferencias-entre-pavimento-de-hormign-pavimento-de-asfalto-y-pavimento-de-adoquines>
- Departamento Nacional de Planeación. DNP. (14 de marzo de 2016). *Proyectos Tipo. Soluciones ágiles para un nuevo país*. Obtenido de Construcción de pavimento rígido en vías urbanas de bajo tránsito:

https://proyectostipo.dnp.gov.co/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=141&Itemid=204

- El Diamante Construcciones S.A.S. (2021). *Parámetros de diseño del pavimento Barrio El Diamante I*. Cartago: Construcciones SAS.
- Escobar, D. A., Javier, G. O., & Tolosa, R. A. (2013). *Los estudios de tránsito en el ordenamiento territorial*. Manizales, Colombia: Editorial Blanecolor S.A.S. Disponible en:
http://www.uneditorial.net/uflip/Los_estudios_de_transito_en_el_ordenamiento_territorial/pubData/source/Los_estudios_de_transito_en_el_ordenamiento_territorial.pdf.
- Escobar, O. M., Garcés, V. J., & Giraldo, R. M. (2019). *Inspección visual de pavimento rígido desde calle 2 este # 11b, iglesia San Antonio de Padua hasta carrera 13 este 12ª barrio Kennedy*. Pereira: Universidad Libre. Disponible en:
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17048/INSPECCION%20VISUAL%20DE%20PAVIMENTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Gallardo, A. R., & Quintero, L. L. (2017). Caracterización de la tipología de fallos presentados en los pavimentos de la ciudad de Ocaña Norte de Santander. *Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Grupo de Investigación en Geotecnia*. Disponible en:
<https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ingenio/article/view/2134>, 1 - 8.
- Hernández, C. J., Riaño, A. N., & Velásquez, M. (2016). *Estudio e inspección visual del estado patológico de la malla vial del municipio de Villavicencio, Comuna 4, sector 2 que comprende desde el CAÍ Catama hasta el barrio Trece de Mayo*. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en:
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14742/1/2016_estudio_inspecci%C3%B3n_visual.pdf.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. M. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL - Interamericana Editores, S.A. De C.V. Sexta edición.
- Hoyos, G. R. (2016). *Construcción en arquitectura e ingeniería*. Santiago de Cali: Universidad Santo Tomas, Cali. Disponible en:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/9150/Hoyosrafael2016.pdf?sequence=1>.
- INFORCIVIL. (12 de marzo de 2021). *¿Qué es Pavimento en Carreteras?* Obtenido de <https://inforcivil.com/que-es-pavimento-en-carreteras/>: <https://inforcivil.com/que-es-pavimento-en-carreteras/>
- Instituto Nacional de Vías - INVÍAS. (2008). *Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfálticos de carreteras*. Bogotá, D.C.: INVIAS. disponible

en: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/986-guia-metodologica-para-el-diseno-de-obras-de-rehabilitacion-de-pavimentos-asfalticos-de-carreteras>.

Instituto Nacional de Vías. INVIAS. (2007). *Manual de diseño de pavimentos asfálticos para vías con bajos volúmenes de tránsito*. Bogotá, D.C.: INVIAS. Disponible en: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/987-manual-de-diseno-de-pavimentos-asfalticos-para-vias-con-bajos-volumenes-de-transito>.

INVIAS. (2006). *Estudio del estado de la red nacional de carreteras*. Bogotá, D.C.: Universidad Nacional, sede Bogotá D.C. Disponible en: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file>.

Lara, H. S., & Villanueva, M. D. (2019). *Diseño de la Estructura de Pavimento del Tramo Comprendido Entre el K+000 al K0+100 de la Carrera 11 Bis Sur Entre Calles 20 Carrera 1 del Barrio Ricaurte del Municipio de Ibagué*. Ibagué - Tolima: Universidad Cooperativa de Colombia. Disponible en: https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14824/3/2019_villanuevamu%C3%B1oz_larahernandez_%20dise%C3%B1o_estructura_pavimento_del_tramo_k%2B000_a_l_k0%2B100_barrio_ricaurte_ibagu%C3%A9.pdf.

Londoño, N. C., & Alberto, Á. P. (2008). *Manual de diseño de pavimentos de concreto, para vías con bajos, medios y altos volúmenes*. Medellín: Instituto Colombiano de Productores de Cemento. Disponible en: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3807-manual-de-diseno-de-pavimentos-de-concreto-para-vias-con-bajos-medios-y-altos-volumenes-de-transito/file>.

Nova, M. J. (2017). *Analissi del estado del pavimento rígido de la via situada en un sector del municipio de Suba*. Bogotá: Universidad Nueva Granada. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/16526?show=full>.

Paucar, C. E. (2019). *Evaluación de pavimentos flexibles y rígidos aplicando las metodologías de inspección visual de zonas y rutas en riesgo e índice de condición del pavimento para el mantenimiento vial*. . Puno (Perú): Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en: http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12319/Paucar_Curo_Elvis_Franklin.pdf?sequence=1&isAllowed=y.











Quintero, G. J. (2011). Inventarios viales y categorización de la red vial en estudios de Ingeniería de Tránsito y Transporte. *Revista Facultad de Ingenier • a, UPTC, I Sem. 2011, vol. 20, No. 3. Disponible en: https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1413, 1 - 13.*






- Reyes, S. R., & Cárdenas, G. J. (2007). *Ingeniería de Tránsito - Fundamentos y aplicaciones*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C. V. 8a. Edición.
- Rodríguez, V. E. (2009). *Cálculo del estado del pavimento flexible en un tramo del municipio de Piura*. Piura: Universidad de Piura. Disponible en: <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1350>.
- Rondón, Q. H., & Reyes, L. F. (2007). Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: tendencias, alcances y limitaciones. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina, Vol. 17-2*. Disponible en: <file:///C:/Users/Hp/Downloads/Dialnet-MetodologiasDeDisenoDePavimentosFlexibles-2512197.pdf>, 41-65.
- Salcedo, C. M., & Grisales, M. J. (2016). *Inspección visual desde la Cra. 5 hasta calle. 14 en la ciudad de Pereira*. Pereira: Universidad Libre Seccional Pereira. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/233044516.pdf>.
- Sánchez, D. L., & Machuca, O. J. (2015). *Estudio de las fallas en los pavimentos rígidos para el mantenimiento y rehabilitación de las vías principales del municipio de Tamalameque Cesar Santander Ocaña*. Ocaña: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. Disponible en: <https://docplayer.es/93067090-Resumen-tesis-de-grado.html>.
- Szasdi, B. F. (2015). *Analizar el desempeño de pavimentos rígidos mediante la utilización de soporte lateral*. Guatemala de la Asunción: Universidad Rafael Landívar. Disponible en: <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2015/02/01/Szasdi-Fernando.pdf>.
- UNAM. (2009). *Diseño y Conservación de Pavimentos, Clasificación de los daños del pavimento*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/504/A7%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20los%20da%C3%B1os%20del%20pavimento.pdf?sequence=7>.














Anexos

Anexo A: Inspección visual de diagnóstico de pavimento rígido Vía # 1, 2 y 3.

Tabla 57.
Inspección visual de diagnóstico de pavimento rígido

Abscisa	N°. Placa		Dimensiones de la losa		Tipo	Severidad	Daño		Reparación		Foto panorámica	Foto planta	Aclaraciones
	#	Letra	Largo	Ancho			Largo	Ancho	Largo	Ancho			
K0+010	2	B	2	1	DI	A	2	2					Desintegración
K0+013	2	B	3	2	DI	B	1.5	1					Desintegración
K0+016	2	A, B	2	3	M	2	2						Desintegración
K0+020	1	A, B	3		A	1	1.4						Fisura longitudinal
K0+023	1	A	2	2	DI	B	2	1.5					Desintegración



















K0+026	1	A, B	2	2	DI	A	2	1.7			Desintegración
K0+030	1	A, B	3	2	DI	A	2.3	S			Desintegración
K0+037	11	A, B	2	2	DI	B	0.8	2.4			Desintegración
K0+041	1	A, B	4	1	DI	M	0.9	1.5			Desintegración
K0+045	1	A	1	1	DI	M	1	1.7			Fisuras ligeras de aparición temprano
K0+048	1	A, B	2	1	DI	M	1.5	1.5			Desintegración
K0+052	1	B	2	1	DI	A	1.2	2			Desintegración
K0+054	1	A, B	2	2	DI	B	1.1	1.1			Desintegración











K0+058	1	A, B	1	2	DI	A	1.43	1.2			Desintegración
K0+062	1	B	1	3	DI	M	1.5	0.9			Desintegración
K0+066	1	B	5		FI	M	1.1	0.3			Fisura longitudinal
K0+074	1	A, B	2	1	DI	M	1.5	0.4			Desintegración
K0+085	2	A, B	2	1	DI	M					Desintegración
K0+094	1	B	2	2	DI	M					Fisuras ligeras de aparición temprano
K0+098	2	B	4	7.8	DI	M					Desintegración
K0+102	2	A, B	14	7.8	DI	M					Desintegración

K0+116	2	A, B	3	7.8	DI	M			Desintegración
K0+119	1	A, B							Desintegración
K0+135	1	A, B							Desintegración
K0+163		A, B							Desintegración
K0+182.90		A							Desintegración



Continuación de la Tabla 31. Inspección visual de diagnóstico de pavimento rígido Vía # 2 (fotografías)

















Abscisa	N°. Placa		Dimensiones de la losa		Tipo de deterioro						Foto panorámica	Foto planta	Aclaraciones
					Tipo	Severidad	Daño		Reparación				
	#	Letra	Largo	Ancho			Largo	Ancho	Largo	Ancho			
K0+003	2	A	2	3	Di	A	2	2					Desintegración
K0+006	2	A	1	3	Di	B	1.5	1				Desintegración	
K0+007	2	B	4	2	Di	B	2	2				Desintegración	
K0+011	2	A, B	4	1	Di	A	1	1.4				Desintegración	
K0+015	2	A, B	3	2	Di	M	2	1.5				Desintegración	
K0+017	2	A, B	3	2	Di	A	2	1.7				Desintegración	
K0+019	1	A, B	4.5	3.35	Di	A	2.3	2.4				Desintegración	












K0+020	1	A, b	2			M	0.8	2.4			Fisuras ligeras de aparición temprano
K0+031	1	A, b	9			M	0.9	1.5			Fisuras ligeras de aparición temprano
K0+035	1	A, b	4.5			M	1	1.7			Fisuras ligeras de aparición temprano
K0+049	1	A, b	4	0.5	Di	M	1.5	1.5			Desintegración
K0+066	1	A, b	2	1	Di	A	1.2	2			Desintegración
K0+075	1	A, b	4	1	Di	B	1.1	1.1			Desintegración
K0+086	1	A, b	1	1	Di	A	1.43	1.2			Desintegración
K0+092	1	A, b	0.6	0.6	Di	B	1.5	0.9			Desintegración
K0+104	2	A	1	3	Di	M	1.1	0.3			Desintegración
K0+128	2	A, b	2	2	Di	M	1.5	0.4			Desintegración

K0+133	2	A, b	1	0.5	Di	M	1.6	0.6			Desintegración
K0+138	1	B	2.5		Di	A	2	0.8			Fisuras ligeras de aparición temprano
K0+149	1	B	0.3	0.3	Del	M	3	1.3			Desportillamiento de juntas
K0+152	2	A, B	9.5			B	3.2	1.4			Fisuras ligeras de aparición temprano
K0+157.7 0	2	A, B	9.5			B	3.2	1.4			Fisuras ligeras de aparición temprano

Continuación de la Tabla 31. Inspección visual de diagnóstico de pavimento rígido Vía # 2 (fotografías)

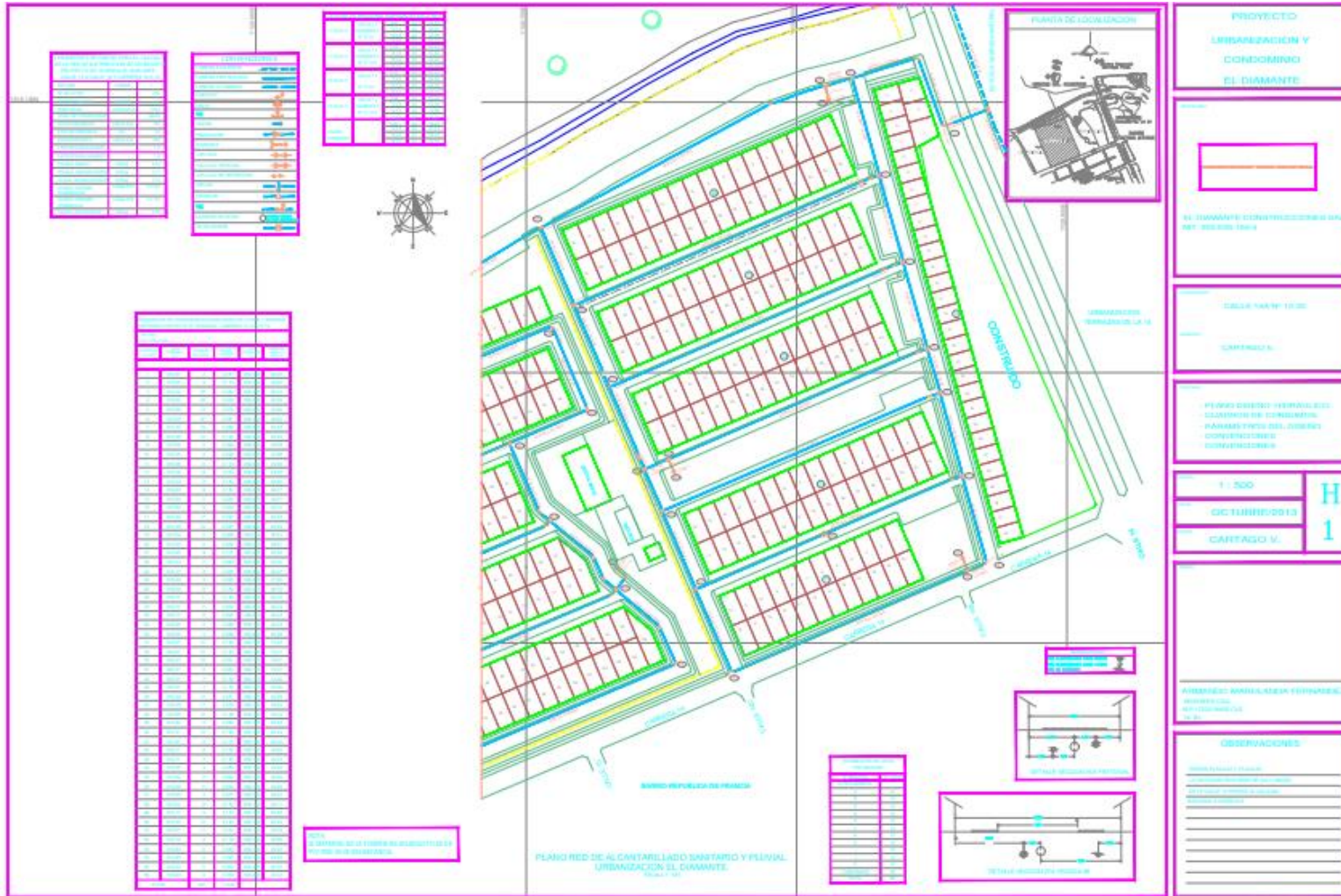
Abscisa	N°. Placa	# Letra	Dimensiones de la losa		Tipo de deterioro		Reparación		Foto panorámica	Foto planta	Aclaraciones
			Larg	Ancho	Ti	Severidad	Daño	Ancho			
K0+000	2	A, B	2	1	Di	A	2	2			Desintegración

K0+006	1 A, B	3	2	Di	B	1.5	1			Desintegración
K0+010	2 A	2	3		B	2	2			Fisura longitudinal
K0+014	A, B	3			A	1	1.4			Fisura longitudinal
K0+018	2 A, B	2	2	Di	M	2	1.5			Desintegración
K0+022	2 A, B	2	2	Di	A	2	1.7			Desintegración
K0+028	2 A	3	2	Di	A	2.3	S			Desintegración
K0+032	2 A, B	2	2	Di	B	0.8	2.4			Desintegración
K0+036	2 A, B	4	1	Di	M	0.9	1.5			Desintegración

K0+040	1 A, B	1	1	Di	M	1	1.7			Desintegración
K0+044	1 A, B	2	1	Di	M	1.5	1.5			Desintegración
K0+052	1 A, B	2	1	Di	A	1.2	2			Desintegración
K0+056	1 A, B	2	2	Di	M	1.1	1.1			Desintegración
K0+063	1 A, B	1	2	Di	A	1.43	1.2			Desintegración
K0+083	1 A, B	1	3	Di	B	1.5	0.9			Desintegración
K0+086, 5	AB	4			M	1.1	0.3			Fisuras ligeras de aparición temprano
K0+186	1 A, B	2	1	Di	M	1.5	0.4			Desintegración
K0+178, 33	A, B									Desintegración

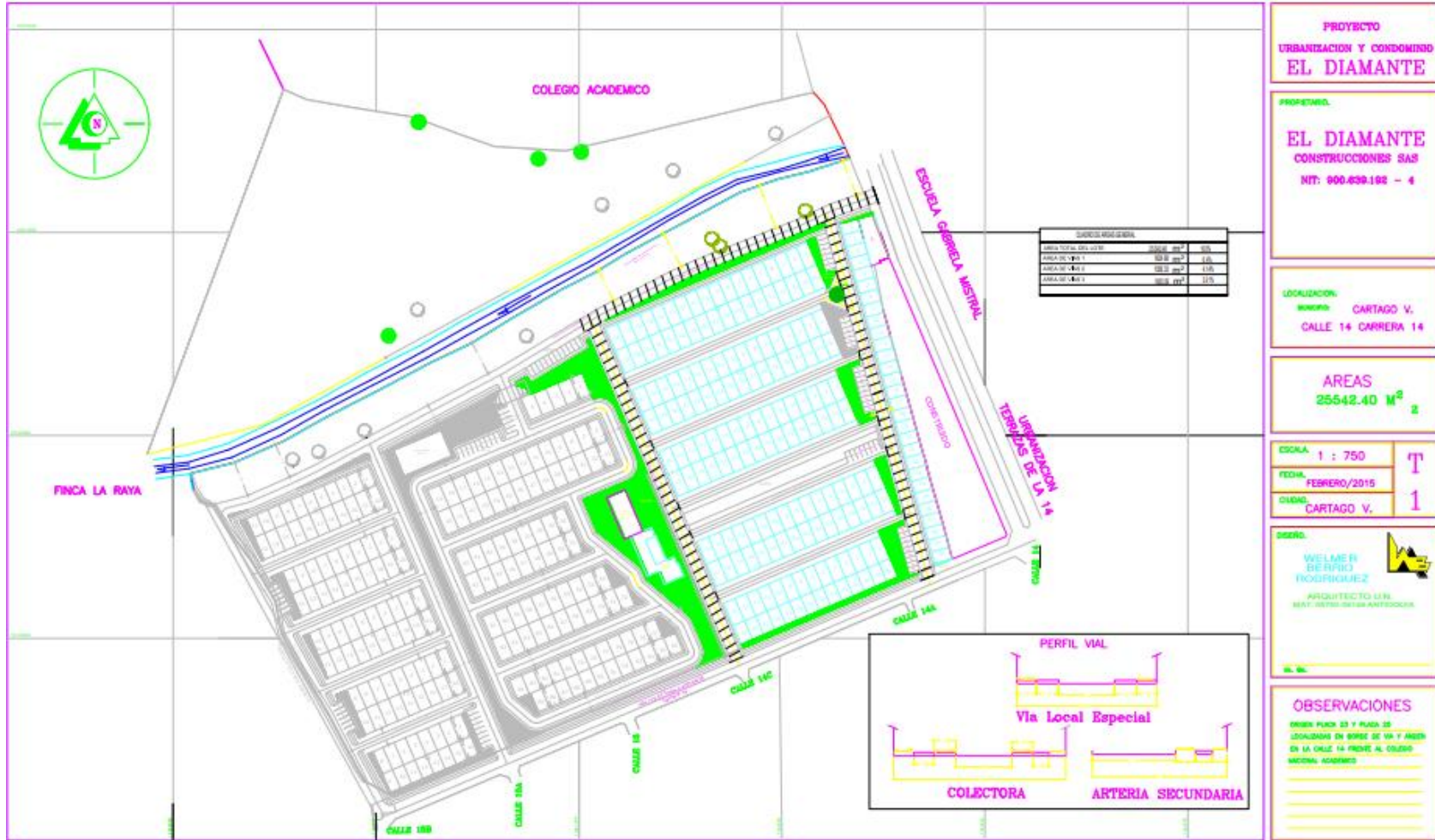
Anexo B: Planos de la Urbanización

Figura 92.
Plano red de alcantarillado sanitario y pluvial. Urbanización El Diamante.



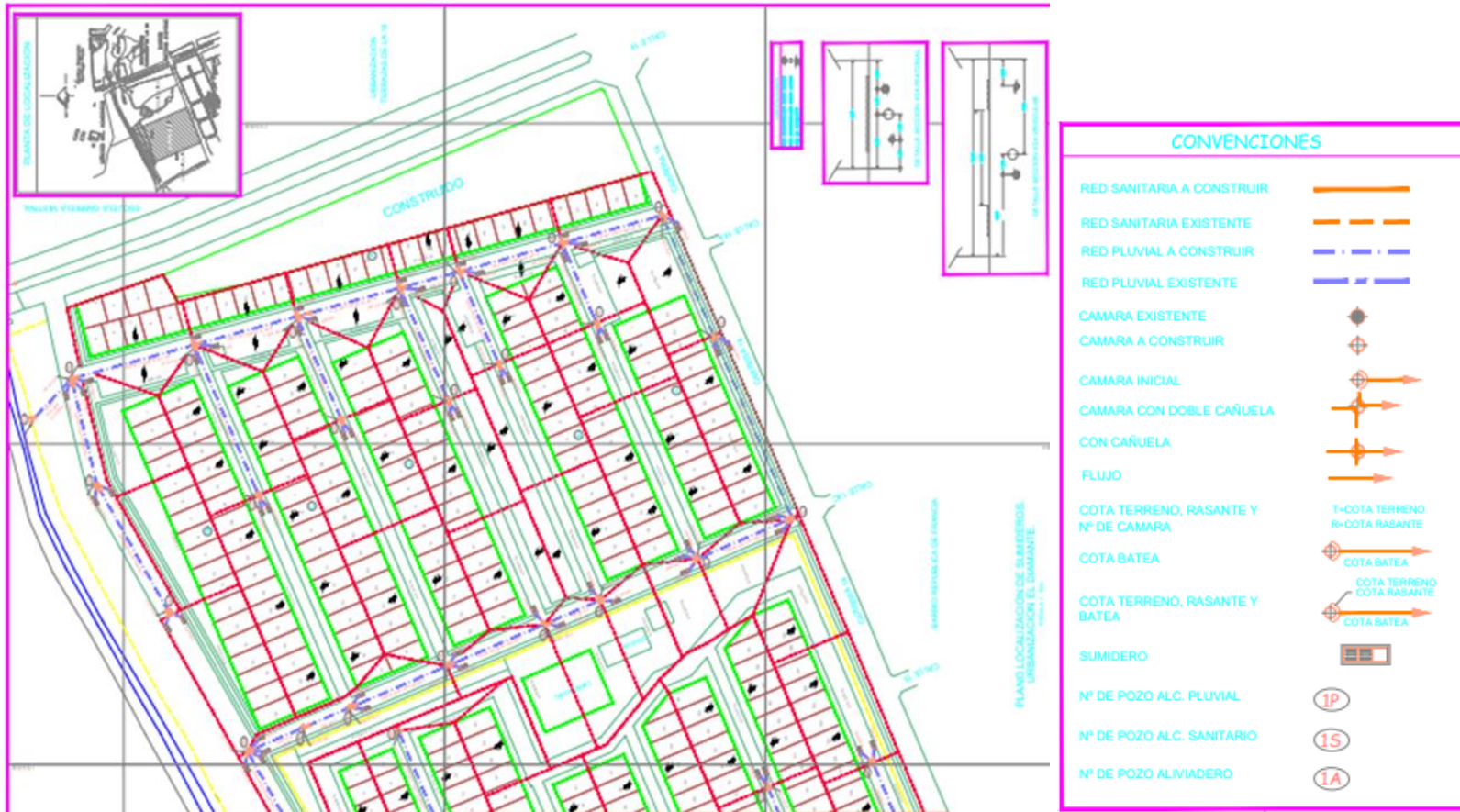
Fuente. El Diamante Construcciones SAS. (2021)

Figura 93.
Plano vía. Urbanización El Diamante



Fuente. El Diamante Construcciones SAS. (2021)

Figura 94.
Plano localización de sumideros. Urbanización El Diamante



Fuente. El Diamante Construcciones SAS. (2021)