

“EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
MEDIANTE EL SOFTWARE EVALPAV PARA
PROPUESTA DE SOLUCIÓN DE LA AV.
MANSICHE, TRUJILLO, 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Orestes Aldair Araujo Reyes

Brayan Miguel Caspito Cruz

Asesor:

Mg. Ing. Germán Sagástegui Vásquez

<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

| | | |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | Cinthy Vanessa Alvarado Ruiz | 71412783 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|--------------------------------|-----------------|
| Jurado 2 | Nixon Brayan Peche Melo | 70615775 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|---------------------------------|-----------------|
| Jurado 3 | Gonzalo Hugo Diaz García | 40539624 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

INFORME DE SIMILITUD

TESIS_ARAUJO_REYES_Y_CASPITO_CRUZ.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 6% | 6% | 1% | 1% |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 3% |
| 2 | repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 3 | repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 4 | repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet | 1% |

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

Principalmente queremos dedicar el presente trabajo a nuestros padres y hermanos quienes siempre nos brindaron su tiempo, paciencia y amor, lo que nos ha ayudado a consumir hoy en día un sueño más, por ello, damos las gracias por infundir en nosotros: la fuerza necesaria y ganas de superar todas las dificultades presentadas para lograr nuestros objetivos, de no tener miedo a las adversidades de la vida y por hacernos saber que Dios siempre estará con nosotros.

Los autores.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, infinita gratitud a Dios, por siempre estar presente en nuestras vidas y por su infinita misericordia que día a día nos brinda bienestar e inteligencia para afrontar momentos adversos a lo largo de nuestro desarrollo personal y profesional.

A nuestros padres por darnos la oportunidad de ejercer y culminar una carrera que será fundamento para nuestra vida.

También darle las gracias a nuestro asesor el Ing. Sagástegui Vásquez, Germán, por su constante apoyo y su siempre disposición, por brindarnos los conocimientos necesarios y así cumplir con el objetivo de esta investigación. A nuestros amigos y personas más cercanas de quienes siempre hemos recibido ese apoyo y aliento a lo largo de nuestra vida y carrera universitaria.

Los autores.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| JURADO EVALUADOR..... | 2 |
| INFORME DE SIMILITUD..... | 3 |
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| TABLA DE CONTENIDO..... | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 9 |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | 10 |
| RESUMEN..... | 12 |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 13 |
| 1.1 Realidad Problemática..... | 13 |
| 1.2 Antecedentes de la Investigación..... | 21 |
| 1.3 Bases Teóricas | 29 |
| 1.3.1 Definición de Pavimento | 29 |
| 1.3.2 Tipos de Pavimentos..... | 30 |
| 1.3.2.1 Pavimento Flexible..... | 30 |
| 1.3.2.2 Pavimento Rígido | 30 |
| 1.3.2.3 Pavimento Semirrígido..... | 31 |
| 1.3.3 Evaluación Superficial de Pavimentos | 31 |
| 1.3.4 Metodología Índice de Condición del Pavimento (PCI) | 31 |
| 1.3.4.1 Definición | 32 |
| 1.3.4.2 Índices de Condición del Pavimento | 32 |
| 1.3.4.3 Unidades de Muestra | 33 |
| 1.3.4.4 Procedimiento de la Metodología PCI | 33 |
| 1.3.4.5 Materiales e Instrumentos..... | 34 |
| 1.3.4.6 Patologías en el Pavimento Asfáltico | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 1.3.5 Software EvalPav | 45 |
| 1.3.6 Propuestas de Solución..... | 45 |
| 1.3.6.1 Mantenimiento Menor | 46 |
| 1.3.6.2 Mantenimiento Mayor | 49 |
| 1.4 Formulación del Problema..... | 55 |
| 1.5 Objetivos..... | 55 |
| 1.5.1 Objetivo General | 55 |
| 1.5.2 Objetivos Específicos | 55 |
| 1.6 Hipótesis General | 56 |
| CAPÍTULO II: METODOLOGÍA..... | 57 |
| 2.1 Tipo de Investigación | 57 |
| 2.1.1 Por el Propósito | 57 |
| 2.1.2 Según el diseño de Investigación | 57 |
| 2.2 Diseño de Investigación..... | 58 |
| 2.3 Variables | 59 |
| 2.3.1 Definición de Variables | 59 |
| 2.3.1.1 Evaluación de Pavimento Flexible | 59 |
| 2.3.2 Clasificación de Variables | 59 |
| 2.3.3 Operacionalización de variables..... | 60 |
| 2.4 Población y Muestra | 62 |
| 2.4.1 Población | 62 |
| 2.4.2 Muestra | 62 |
| 2.4.3 Materiales | 63 |
| 2.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos..... | 63 |
| 2.5.1 Técnica de Recolección de Datos | 63 |
| 2.5.2 Instrumento de Recolección de Datos | 64 |
| 2.5.2.1 Guía de Observación | 64 |
| 2.5.3 Validación del Instrumento de Recolección de Datos..... | 64 |
| 2.5.4 Análisis de Datos | 64 |
| 2.6 Procedimiento | 67 |

| | |
|---|------------|
| 2.7 Aspectos Éticos..... | 68 |
| CAPÍTULO III. RESULTADOS | 70 |
| 3.1 Incidencia de los Tipos de Patologías en el Pavimento Flexible..... | 70 |
| 3.1.1 Calzada Derecha..... | 70 |
| 3.1.2 Calzada Izquierda | 72 |
| 3.2 Proporción de Niveles de Severidad..... | 74 |
| 3.2.1 Calzada Derecha..... | 74 |
| 3.2.2 Calzada Izquierda | 77 |
| 3.3 Índice de Condición del Pavimento..... | 80 |
| 3.3.1 Calzada Derecha..... | 80 |
| 3.3.2 Calzada Izquierda | 81 |
| 3.4 Propuestas de Solución | 82 |
| 3.4.1 Calzada Derecha..... | 82 |
| 3.4.2 Calzada Izquierda | 83 |
| CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 84 |
| 4.1 Discusión | 84 |
| 4.2 Conclusiones..... | 92 |
| 4.3 Recomendaciones | 94 |
| REFERENCIAS..... | 95 |
| ANEXOS | 100 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Índices y grados de condición del pavimento | 32 |
| Tabla 2. Niveles de severidad - Baches | 41 |
| Tabla 3. Propuestas de solución en pavimentos flexibles - Jugo (2005) | 52 |
| Tabla 4. Propuesta de Intervención en pavimentos flexibles – Vásquez (2002) | 53 |
| Tabla 5. Diseño de Investigación | 58 |
| Tabla 6. Identificación de variables | 59 |
| Tabla 7. Operacionalización de variables | 60 |
| Tabla 8. Materiales usados | 63 |
| Tabla 9. Proporción de niveles de severidad por patología – C.D. | 75 |
| Tabla 10. Proporción de niveles de severidad por patología – C.I. | 77 |
| Tabla 11. Propuestas de solución para el pavimento – C.D. | 82 |
| Tabla 12. Propuestas de solución para el pavimento – C.I. | 83 |
| Tabla 13. Hojas de Inspección | 100 |
| Tabla 14. Matriz de evaluación de experto aprobada | 101 |
| Tabla 15. Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 01/C.D. | 102 |
| Tabla 16. Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 02/C.D. | 104 |
| Tabla 17. Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 03/C.D. | 106 |
| Tabla 18. Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 04/C.D. | 108 |
| Tabla 19. Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 01/C.I. | 110 |
| Tabla 20. Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 02/C.I. | 112 |
| Tabla 21. Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 03/C.I. | 114 |
| Tabla 22. Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 04/C.I. | 116 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Delimitación de la muestra de estudio..... | 62 |
| Figura 2. Tabla de una entrada..... | 65 |
| Figura 3. Tabla de doble entrada..... | 65 |
| Figura 4. Gráfica de Ojiva..... | 66 |
| Figura 5. Esquema de procedimiento de ejecución de estudio | 67 |
| Figura 6. Indidencia de patologías - Tramo 01/C.D. | 70 |
| Figura 7. Indidencia de patologías - Tramo 02/C.D. | 71 |
| Figura 8. Indidencia de patologías - Tramo 03/C.D. | 71 |
| Figura 9. Indidencia de patologías - Tramo 04/C.D. | 72 |
| Figura 10. Indidencia de patologías - Tramo 01/C.I. | 72 |
| Figura 11 Indidencia de patologías - Tramo 02/C.I. | 73 |
| Figura 12. Indidencia de patologías - Tramo 03/C.I. | 73 |
| Figura 13. Indidencia de patologías - Tramo 04/C.I. | 74 |
| Figura 14. Proporción de niveles de severidad general - C.D..... | 74 |
| Figura 15. Niveles de severidad general - C.I..... | 77 |
| Figura 16. Índice de Condición del Pavimento - C.D..... | 80 |
| Figura 17. Índice de Condición del Pavimento - C.I. | 81 |
| Figura 18. Patología "Piel de cocodrilo"..... | 118 |
| Figura 19. Patología "Agrietamiento en bloque " | 118 |
| Figura 20. Patología "Grieta de borde"..... | 118 |
| Figura 21. Patología "Desnivel carril/berma"..... | 118 |

| | |
|---|-----|
| Figura 22. Patología “Grietas longitudinales y transversales” | 119 |
| Figura 23. Parcheo | 119 |
| Figura 24. Patología “Huecos Baches” | 119 |
| Figura 25. Patología “Desprendimiento de agregados” | 119 |
| Figura 26. Medida de longitud de patología en pavimento..... | 120 |
| Figura 27. Medida de ancho de calzada izquierda | 120 |
| Figura 28. Calzada derecha de la Av. Mansiche..... | 121 |
| Figura 29. Medida de ancho de patología en el pavimento..... | 121 |

RESUMEN

El estudio fue realizado en la ciudad de Trujillo y se evaluó el pavimento flexible mediante el software EvalPav para propuestas de solución de la Av. Mansiche. La investigación, según su propósito es de tipo aplicada y según el diseño es de tipo no experimental; empleando una guía de observación para la recolección de datos. En ese sentido, la muestra fue conformada por la vía de la Av. Mansiche del km. 02+370 al km. 06+255, teniendo una extensión de 3.885 km., en la cual se realizó una inspección visual haciendo uso de la metodología “índice de Condición del Pavimento” (PCI), y del software EvalPav para el procesamiento de información. Respecto a los resultados, del software EvalPav se obtuvieron 4 tramos para cada calzada, en las cuales se plantea, como propuestas de solución, ejecutar mantenimiento menor y mantenimiento mayor, proponiendo acciones de intervención como bacheo, sustitución de parches, sellado de grietas, tratamientos superficiales, nivelación localizada, capas asfálticas, reciclado de capas asfálticas, remoción por fresado, entre otras. Se concluye que, se ejecutó con éxito la evaluación del pavimento flexible mediante el software EvalPav para propuesta de solución de la Av. Mansiche.

PALABRAS CLAVES: Evaluación del pavimento, PCI, pavimento, propuestas de solución.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

En la actualidad, es evidente el crecimiento demográfico, lo que implica un vasto uso de los medios de transporte, así como la fabricación en masa de estos, sin embargo, el trasladarse de un lugar a otro, no podría llevarse a cabo sin la existencia de vías, las cuales serán necesarias para el desarrollo de las actividades en dicho rubro. Según Cabrera (2019) la ingeniería de transportes en el mundo, conforma y está dirigido a solucionar problemas de diseño, planeación, administración y ejecución de las obras civiles y proyectos relacionados a la movilidad de personas, vehículos o bienes, todo ello en la búsqueda de la mejoría de las vías de una región, de manera segura, sustentable, confiable y económica, además de ser solidario con el cuidado del planeta.

En Venezuela, en la investigación realizada por Quintero et al. (2015) comentan que una estructura vial es un constituyente de gran envergadura dentro del patrimonio nacional de su país, puesto que permite la interrelación y comunicación entre pueblos, además del intercambio de bienes y servicio, es así que, los autores abordan estudios necesarios para el entendimiento de dicha temática, ya que consideran al pavimento como una de las pocas estructuras civiles que tienen un periodo de diseño finito, es decir, se diseña estableciendo un periodo de duración de dicha estructura, además indican que es de vital importancia ejecutar mantenimientos de manera constante, ya que el tránsito es un factor del día a día e induce a la fatiga de la estructura que conjuntamente con factores como el clima o fallas como derrumbes o baches, aceleran el deterioro de un pavimento.

En Cuba, debido a la problemática de la ausencia de equipos de auscultación para pavimentos, consideran al Índice de Condición del Pavimento (PCI) como la metodología que mejor se adapta a la naturalidad y condiciones de la provincia de Santiago de Cuba. Entre las metodologías que se basan en la inspección visual, es el Índice de Condición del Pavimento (PCI) el que permite una evaluación global del comportamiento de un pavimento y que viene a ser uno de los que mayor aceptación tiene a nivel internacional, sobre todo se aplica en países donde no se cuenta y no se dispone de equipos de auscultación o de medida de parámetros de estado como irregularidad superficial, deflexión y fricción (González et al. 2019).

En algunos países, son los pavimentos de tipo flexible los que predominan en la red viaria, es el caso de Portugal, país que ha ido evolucionando desde la década de 1980, sin embargo, evidencian la disminución de la calidad de las redes y lo asocian a la combinación de dos acciones: tráfico y temperatura. Desde el punto de vista estructural, contribuyen a la disminución de calidad del pavimento, el agrietamiento por fatiga y la deformación permanente; con el objetivo de contrarrestar dicha problemática, han adaptado una evaluación en la etapa de diseño de un pavimento, en base a la ocurrencia de fisuración por fatiga y a la ocurrencia de deformaciones permanentes, sin embargo, a pesar de dichas acciones, son el aumento no previsto de tráfico y el incremento de la demanda de calidad, los que aún generan preocupaciones y la reducción de calidad de dichas vías, motivo por lo cual es una constante búsqueda de mejoría (Da Costa, 2005).

En Perú, lo contemplan como una problemática que afecta directamente a una sociedad, al usuario y a los peatones que transitan por una vía, ya que por motivo de la dejadez por parte de los gobiernos locales, se provoca el hecho del pésimo estado de las principales vías del país, puesto

que no se elaboran proyectos o planes de mantenimiento y conservación debido a los elevados costos que estos conllevan, a razón de esto, no se ejecutan los monitores constantes de fallas y trabajos de preservación de las vías (Tacza & Rodriguez, 2018).

En la ciudad de Trujillo, el incremento de la población junto con el desarrollo económico, han conllevado el crecimiento del parque automotor, como resultado, se evidencia el aumento del deterioro de las carreteras o vías principales, ya que se exponen a una mayor carga vehicular; es ahí donde radica la importancia de ejecutar mantenimientos continuos para disminuir la tasa de deterioro y poder salvaguardar dichas vías. Uno de los factores que dañó en gran medida el estado de conservación de las calles y/o avenidas de la ciudad, ocurrió en el año 2017, el fenómeno climatológico denominado “Niño Costero”, con el cual ocurrieron fuertes lluvias y escorrentías que afectaron gravemente los pavimentos de Trujillo, ese es el caso de avenidas principales como lo son la Av. Prolongación Unión y la Av. Miraflores, entre otras; siendo la primera en mención, una de las vías de primera importancia en la ciudad, debido a que conecta la Avenida América Oeste con la Avenida Cahuide y que sirve de ingreso al Distrito de El Porvenir, una de las zonas más pobladas de la ciudad de Trujillo, región la Libertad (Sac & Sac, 2019).

En ese sentido, La Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales, bajo el estándar ASTM – D 6433 “Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y Estacionamientos”, fija los lineamientos y procedimientos para determinar la condición del pavimento de caminos y estacionamientos a través de inspecciones visuales usando la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI). De igual forma, se

cuenta con el apoyo de programas ingenieriles que sirven como herramienta fundamental para el desarrollo de una evaluación superficial en pavimentos flexibles, como lo es el Software EvalPav.

Medina & Mueras (2021) encontraron que, la metodología PCI categoriza el estado en el que conserva los pavimentos, lo que brinda la información necesaria para poder indicar las alternativas de solución para cada falla según la severidad, obteniendo un PCI utilizando el software EvalPav, de 40.45, definiendo el estado del pavimento de la vía como convencional o regular.

Panduro (2020), al realizar la inspección visual del tramo en estudio, determinó que en la vía no se realizó mantenimientos hasta en ese momento, producto de ello es la presencia y aumento de fallas y su severidad. La vía en estudio, la cual estaba conformada por 27 unidades de muestra, listados en función a los rangos de calificación del PCI, comprendió lo siguiente: Malo (4%), Regular (21%), Bueno (8%), Muy Bueno (46%), Excelente (21%), lo que conllevó a intervenciones mínimas de mantenimiento.

Ramos & Ramos (2018) en su vía de estudio, obtuvieron un Índice de Condición de Pavimento (PCI) de 34.65, lo que concluyen que representa un pavimento pobre, además, determinaron que los factores que causaron dicho estado de falla, con mayor presencia fueron: Tráfico pesado, calidad de material de base y subbase, ubicación geográfica, fallas geológicas, suelos expansivos e inadecuado diseño de pavimentos.

En base a las investigaciones, se advierte la utilidad y aporte del Software EvalPav, para la agilización y procesamiento de información y resultados, y que en conjunto con la metodología (PCI), se puede plantear propuestas de solución para las diferentes patologías presentes en una vía

de estudio con el fin de la preservación de la misma, cabe resaltar que, se valora la importancia de la aplicación de una metodología de estudio con el objetivo de alargar o lograr la vida útil de un pavimento, además de que la naturalidad del método, permiten el óptimo funcionamiento de una carretera y un considerable ahorro económico debido a la ejecución de trabajos de mantenimiento y rehabilitación en zonas donde sea necesario, con el fin de evitar que el deterioro se agrave en un futuro y que la recuperación o mejoramiento del tramo no contemple un alto costo.

DYNATEST, es una empresa especialista en ingeniería, diseño y consultoría de pavimentos, ayudan a sus clientes a diseñar y mantener mejores estándares de pavimentos en carreteras y aeropuertos, es una empresa de ingeniería civil dedicados a brindar servicios en la especialidad de pavimentos tanto en equipos para pruebas, procedimientos de evaluación, software de análisis de desempeño y gestión. Durante 45 años han estado creando equipos de evaluación de pavimento de alta calidad, y son líderes del mercado en la producción de equipos de evaluación de pavimentos. Dynatest ha operado en América del Sur desde el año 2013 y Dynatest Latam & Caribe fue hasta 2019 una parte integrada de Dynatest Group, en 2020 su estructura cambió y ahora es una empresa independiente con 95 empleados y con operaciones en Perú, Chile, Colombia, Brasil y México. Actúan como agente de venta de equipos para Dynatest Group, pero también de servicios de consultoría de pavimentos.

De igual forma, se puede mencionar a APSA, empresa conformada por expertos en el rubro de ingeniería civil y gestión de infraestructura que ofrece sus servicios focalizados en la realidad de las infraestructuras de transporte a través de consultorías, estudios, diseños, proyectos, evaluaciones y capacitación profesional. Cuentan con la capacidad de explorar la condición

estructural y funcional de los pavimentos de forma rápida y con gran precisión gracias a sus modernos equipos, nuevas tecnologías y software especializados. Se desenvuelven en el rubro por más de 20 años desarrollando servicios aplicados al área de infraestructura vial con los sectores públicos y privados en Sur América, Centro América y Oceanía, debido a que cuenta con sedes y sucursales en Chile, Perú y Colombia; cabe mencionar que anualmente evalúan y gestionan más de 10,000 km de carreteras concesionadas y más de 12,000 km de carreteras públicas.

Por otro lado, la localidad dentro del ámbito del proyecto se encuentra expuesta y evidencia un estado deprimente en sus carreteras y en las principales vías de la ciudad, lo que conlleva un peligro a sus más de 800 mil habitantes, sobre todo en gran envergadura a los usuarios (transportista) y personas en general que necesitan transportarse a sus centros de labores o a sus centros de estudio, peor aún si se trata de una vía principal de acceso o salida a los demás distritos, repercutiendo así de forma negativa al traslado de insumos o al transporte con fines de comercio o simplemente de personal sea público o privado.

El hecho de que una vía se encuentre en mal estado, representa un sinnúmero de riesgos, que va desde la inseguridad a la que se expone el usuario, sea conductor o pasajero, hasta el impacto negativo en la fluidez del tránsito, cabe mencionar también que, estas anomalías aceleran el deterioro de los vehículos debido a la conducción sobre vías que se encuentran en mal estado de conservación, y atenta directamente con la seguridad de las personas que se quieren trasladar de un punto A hacia un punto B y al transporte de mercancías y de bienes y servicios.

Es así que, el deterioro de los pavimentos y la falta de mantenimiento sea periódico o rutinario de las mismas, provoca preocupación y es un problema para los transportistas, quienes

son los que día a día tienen que sortear entre huecos y baches para evitar daños en sus vehículos; además de las maniobras o destrezas que tienen que ejecutar los conductores al volante para evitar causar daños a sus unidades, también se debe tomar en cuenta que muchos de estas patologías en las vías pueden provocar accidentes con consecuencias graves.

Dicho lo anterior, queda en evidencia que una de las causas principales del mal estado de las vías, son las malas prácticas en los procesos constructivos, en la mayoría de los casos los materiales que se usan no son de buena calidad y que peor aún, no pasan por un control o conjunto de ensayos necesarios, cabe agregar que, en otras ocasiones, es la falta de supervisión, gestión y dirección por parte del ingeniero residente a cargo del proyecto o la inspección a cargo del profesional responsable en representación de la entidad, quienes son los principales encargados de asegurar la correcta ejecución, durante todas las etapas del proceso, desde la conformación de la subrasante hasta la subbase, base y carpeta de rodadura; incluso, dichos profesionales tienen la potestad de cerciorar la calidad de los materiales a usar, realizando visitas IN SITU a las canteras de donde se proveerán los materiales y/o insumos para la conformación del pavimento. En base a la realidad observada, los factores climatológicos no deben pasar desapercibidos, ya que juegan un rol importante en el deterioro de las vías, debido a que las precipitaciones pueden generar fallas que a lo largo del tiempo va a terminar de deteriorar un pavimento. Por otro lado, se percibe también que las municipalidades, en su afán de dar solución al problema, optan por ejecutar trabajos superficiales en las pistas, cuando en realidad, se requieren otros tipos de labores o el retiro de toda la estructura, debido a la magnitud o naturalidad de las fallas existentes; en otros sucesos, es la antigüedad de las tuberías de las redes de desagüe (tuberías de concreto), que por el

tiempo de operación llegan a colapsar y puede generar vacíos en el terreno, que posteriormente pasarán a ser agrietamientos en la carpeta asfáltica. Por último, los métodos informales o improvisados de parchar huecos o grietas de las pistas son una solución a corto tiempo o momentáneos que, a la larga, va a perjudicar a las capas de apoyo inferiores del pavimento flexible.

En ese sentido, de acuerdo con la causas y problemas mencionados, el presente proyecto busca hacer énfasis y demostrar la importancia de una evaluación superficial de un pavimento flexible que, a través de un software, el cual servirá de apoyo para la ejecución y con la metodología del Índice de Condición del pavimento (PCI), busca la preservación a lo largo del tiempo de la vía en estudio.

Por ello, el estudio está dirigido a detallar y realizar una evaluación superficial del pavimento flexible, basándose en el Índice de Condición del Pavimento (PCI), ante la presencia de observaciones basadas en patologías que, si no se corrigen, puede empeorar el estado de la vía, acortando su vida útil de diseño o que peor aún, para el intento de recuperar su buen estado o mejorarla, sea necesario una inversión económica considerable, que con las correctas intervenciones y estudios pertinentes se pueden evitar o dichos costos pueden ser menores y aceptables.

El desarrollo de la metodología se realizará con el apoyo del programa EvalPav, el cual, mediante su practicidad y gracias a su confiabilidad, va a agilizar los trabajos ante la cantidad considerable de unidades de muestra necesarias para el desarrollo de dicha evaluación superficial.

De no realizarse investigaciones similares al presente estudio, no existiría una mejora de la pésima realidad en la que nos encontramos, la cual va a perjudicar gravemente no solo a

pavimentos o vías principales de la ciudad, sino también, a la integridad y desarrollo de una población o nación, ya que, con los resultados obtenidos, y la ejecución del proyecto, se evidenciará un proceso factible de ejecutar y con mucha importancia y valor para el crecimiento o desarrollo de todo un país.

1.2 Antecedentes de la Investigación

Amaya & Rojas (2017) tuvieron como objetivo analizar y comparar las metodologías de auscultación visual VIZIR (Francia) y PCI (EE. UU.), para un tramo vial, construido en pavimento flexible y ubicado en la ciudad de Bogotá D.C., con el fin de verificar cuál de las metodologías se ajusta mejor al estado real del pavimento (p.14). Para los fines de la investigación eligieron la Avenida Boyacá, una de las avenidas más importantes para el transporte en la ciudad de Bogotá, la cual cuenta con 2 calzadas (interna y externa) en las que están repartidas 5 carriles con un ancho aproximado de 3.50 m., optando por estudiar un tramo de 4.5 km., para ello, eligieron unidades de muestra de 90 m. cumpliendo así con los requerimientos de ambas metodologías en cuestión, para poder realizar la comparación entre ambas, ya que la metodología VIZIR recomienda que la longitud de las unidades de muestra sea aproximada a los 100 metros. Si bien es cierto, los criterios de clasificación de las metodologías empleadas son distintos, ya que son rangos diferentes, sin embargo, en el desarrollo percibieron que no representa problema alguno a la hora de interpretar los resultados, es así que, en promedio, los resultados obtenidos con la metodología VIZIR y PCI en cada carril fueron los siguientes: En el carril 1, obtuvieron un PCI de 54 y un VIZIR de 3, la clasificación del estado del pavimento en ambas metodologías es “Regular”; en el carril 2, el PCI que obtuvieron fue de 64 y VIZIR 2, ambas metodologías clasificaron al pavimento como

“Bueno”; en el carril número 3, el PCI que consiguieron fue de 87 y VIZIR 1, por lo tanto, la clasificación según la metodología PCI fue de “Excelente” mientras que VIZIR lo clasifica como “Bueno”; por su parte, en el carril 4, obtuvieron un PCI de 83 “Muy Bueno” y VIZIR 1 “Bueno”; finalmente en el carril número 5, el resultado de PCI fue de 83 “Muy Bueno” y VIZIR 1 “Bueno”. Concluyeron que, la metodología VIZIR que clasifica los daños en TIPO A (Estructurales) y TIPO B (Funcionales); los de TIPO B no son considerados al momento de calcular el índice superficial, por otro lado, la metodología PCI tiene en cuenta todas las fallas existentes en una vía, por lo tanto, se puede inducir que la metodología PCI es un poco más exigente a la hora de calificar y dar los resultados; además, ya que el PCI cuenta con un número mayor de rangos de calificación, se sobreentiende que es más precisa a comparación de la metodología VIZIR; como respuesta a su objetivo general, determinaron que la metodología PCI es la mejor implementada al momento de realizar una evaluación del pavimento, dado que se ajusta más a la realidad observada en la vía de estudio, considerando todas las patologías existentes sin importar su severidad o afectación, lo cual conlleva también a plantear mejores alternativas de solución para el buen funcionamiento y preservación en el tiempo de un pavimento.

Esta investigación aportó mucho en nuestra toma de decisiones como autores del presente estudio, respecto a la selección de la metodología PCI para representar de alguna manera la realidad existente en el tramo de la Avenida Mansiche, por lo tanto, el emplear dicha metodología, nos permitió trabajar y reportar resultados que se asemejan con la problemática observada IN SITU, obteniendo así un estudio con credibilidad y digno de reportar resultados con conclusiones

más acertadas que permitirán lograr los objetivos planteados de una manera transparente y objetiva.

Castillo & Makishi (2022) se plantearon determinar la correlación del PCI utilizando el software EvalPav y el método PCI de forma manual en la Av. Pedro Beltrán – distrito de Ventanilla Callao, en el año 2022 (p.48). El estudio tuvo un enfoque cuantitativo, ya que maneja variables cuantitativas, de igual forma, el diseño que usaron para su estudio fue de tipo no experimental correlacional, ya que esta permite conocer la relación entre 2 o más categorías, variables o conceptos. El tipo de muestreo que usaron, fue el no probabilístico por conveniencia, contando así con un pavimento flexible de 1.512 km. de la vía principal llamada Av. Pedro Beltrán ubicado en el distrito de Ventanilla – Callao; además, dada la naturalidad de la investigación, la técnica que emplearon fue la observación y además del software EvalPav, usaron como instrumentos de apoyo para el registro de las fallas, hojas de Excel. Para la practicidad en la ejecución del proyecto, dividieron la vía en dos sectores, ya que contaba con 2 calzadas separadas por una berma central, delimitando así “Calzada de bajada” y “Calzada de subida”; el registro de las fallas se hizo de manera general en todo el ancho de las calzadas, ya que los dos carriles existentes eran en un mismo sentido; además, la longitud de cada una de las muestras fue de 6.30 m., por lo cual, trabajaron en total con 84 unidades de muestra, 42 por calzada. De manera general, los resultados que obtuvieron mostraron que la brecha entre las 2 formas de calcular el PCI es mínima; obtuvieron un 1.40% de margen de error entre la forma manual y el uso del software, y lo relacionan a una falta de actualización del software EvalPav; sin embargo, advierten que, ante un proyecto de mayor envergadura, dada la cantidad de unidades de muestra, sería mucho mejor la utilización del

software EvalPav, ya que simplificaría el proceso. Concluyeron que, sí existe una relación entre la forma manual y el uso del software EvalPav para calcular el PCI de un pavimento y después de hacer una revisión teórica minuciosa, determinaron que, para los cálculos de forma manual, se utiliza la norma D6433-18, mientras que con el uso del software EvalPav, la normativa a seguir es la D6433-03 ya que una diferencia notable es que en esta última solo se registra 19 fallas, mientras que la primera, contempla 20 patologías en el pavimento.

El presente estudio fue considerado debido a la incertidumbre que existía ante las posibles diferencias que podría haber entre el ejecutar la metodología PCI de forma manual y el uso del software EvalPav, ante ello, se valora lo encontrado por los autores, al reportar una diferencia casi insignificante entre ambas maneras de ejecutar dicha metodología, por lo tanto, contribuyen de manera positiva frente a la decisión de la implementación de dicho programa ingenieril para el desarrollo de nuestro estudio. De igual forma, los autores nos aportan con una idea para los trabajos en campo, al separar y trabajar la vía en 2 tramos (por calzadas) para una mejor trabajabilidad y reporte de resultados. Además, los autores del estudio no orientan al comentar que, al emplear la metodología haciendo uso del software EvalPav, se debe seguir los lineamientos de la norma ASTM D 6433 pero la publicada en el año 2003, aun existiendo versiones más actualizadas, lo cual, es producto por un tema de tipo de fallas consideradas en dicho programa.

Medina & Mueras (2021) se propusieron determinar el estado de conservación del pavimento flexible, aplicando el método PCI y el software EvalPav, en la Avenida Cieneguilla, Cieneguilla, Lima (p.3) El diseño de investigación fue no experimental, ya que no hay una manipulación entre variables, además, tomaron un enfoque mixto, ya que obtienen resultados

descriptivos respecto al estado de deterioro del pavimento al calcular el PCI, y a la vez, resultados cuantitativos repartidos en 7 rangos numéricos que van de 0 a 100. Para la ejecución del estudio utilizaron la técnica denominada evaluación visual, con la ayuda del software Evalpav y Microsoft Excel. Para la aplicación del método PCI, la vía en estudio fue separada en 3 tramos de 800 m. cada uno, además contaba con 2 carriles, e hicieron la inspección por carril, presentando 48 unidades de muestra en cada uno, es decir, en total tuvieron 96 unidades de muestra. En promedio, el resultado obtenido del PCI para el tramo 0+000 al 0+800 fue de 39.88 “Malo”, en el tramo 0+800 al 1+600 obtuvieron un PCI de 42.19 “Regular” y finalmente para el tramo 1+600 al 2+400, obtuvieron un PCI de 39.28 “Malo. Concluyeron que, en términos generales, el PCI del pavimento flexible de la Avenida Cieneguilla es de 40.45, con una clasificación de un pavimento convencional o regular; gracias a la metodología determinaron que, ante el estado de deterioro de la vía, la solución para el tramo 1 y 3 es aplicar una rehabilitación, mientras que para el tramo 2 es necesario un mantenimiento periódico.

La presente investigación aporta a la intención de nuestro trabajo, ya que sigue los lineamientos de las normas respectivas y busca ofrecer resultados fidedignos, de igual forma, nos esclareció los pasos a seguir en el uso del software EvalPav, de manera que se nos facilitó el trabajo; por otro lado, los autores proponen un modelo de hoja de registro de fallas por unidad de muestra que nos resultó práctico y sencillo, por lo que lo pusimos en práctica para agilizar los trabajos en campo.

Correa & Del Carpio (2019) propusieron como objetivo plantear propuestas de intervención inicial en base a los resultados obtenidos, y plantear un mantenimiento rutinario para

cada año realizando diferentes actividades permitiendo conservar en un estado óptimo la vía (p.

23). Para el inicio de la aplicación de la metodología PCI, el criterio que emplearon para sectorizar la vía en cuestión, fue el de realizar un estudio de tráfico, con el cual determinaron delimitar el pavimento del Jirón de los Incas en 3 sectores; respecto a la longitud de las unidades de muestra, esta fue asignada por sector, otorgando una longitud de 34 metros para las unidades de muestra del sector 1, 32 metros a las unidades de muestra del sector 2 y 35 metros a las unidades de muestra del sector 3 cumpliendo así con el rango de áreas que estipula la metodología PCI con un número de 34 unidades de muestra en total; además, los autores se agenciaron del software EvalPav, esto para automatizar y agilizar los procesos de cálculos de una manera más eficiente y confiable. En promedio, los resultados obtenidos fueron los siguientes: para el sector 1 obtuvieron un PCI de 38 “Pobre”, para el sector 2 el PCI conseguido fue de 68 “Bueno”, por último, para el sector 3 el PCI fue de 83 con una calificación de “Muy bueno”. Finamente, lograron su objetivo, planteando las propuestas de intervención para el mantenimiento de la vía, es así que, en el sector 1, proponen una rehabilitación, para el sector 2 un mantenimiento rutinario y periódico y para el sector 3 un mantenimiento rutinario; de igual forma, determinaron que la falla con mayor presencia en todo el pavimento son los “Huecos” (50 de las fallas existentes), los cuales asumen que se debe a la retención de líquidos por las precipitaciones del fenómeno del niño costero; sin embargo, esta no es la falla con el mayor porcentaje en área en la avenida, ocupando el primer lugar el desprendimiento de agregados el cual se observa en toda el área del eje vial, seguida del desprendimiento de agregados.

El aporte de este estudio para el nuestro va dirigido para el uso del software en cuestión, ya que hicieron una comparación rápida entre el método tradicional y el software EvalPav para calcular el PCI y en base a los resultados obtenidos de 27 y 25 respectivamente, llegan a la conclusión de que esa corta diferencia podría ser, por un tema de falta de exactitud a causa del uso de los ábacos de manera visual en el método tradicional, asumiendo que el programa ingenieril es un buen recurso para una mayor exactitud de los resultados y conclusiones.

Carrasco & Romero (2021) tuvieron como objetivo determinar el estado de deterioro del pavimento flexible con el método PCI en la av. Nicolás de Piérola (p.14). El estudio fue de tipo no experimental descriptivo, emplearon la técnica de la observación, ya que les permitió tomar nota de manera directa de las fallas existentes en el pavimento con sus respectivas medidas, utilizando la guía de observación como instrumento. Para la puesta en marcha del estudio, primero ejecutaron el trabajo de campo, para lo cual, separaron el pavimento de ambas calzadas en dos tramos (lado izquierdo y lado derecho), después, identificaron los deterioros anotando sus medidas en la guía de observación, finalmente, realizaron el trabajo de gabinete donde recopilaron la información obtenida para desarrollar los cálculos y el análisis de los resultados. Determinaron la existencia de 12 tipos de patologías existentes a lo largo de toda la vía estudiada, las cuales fueron: piel de cocodrilo, fisura en bloque, abultamiento y hundimiento, fisura de borde, fisuras longitudinales y transversales, parches y parches de cortes utilitarios, baches, ahuellamiento, desplazamiento, fisura parabólica o por desplazamiento, hinchamiento y peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados; de acuerdo a los resultados obtenidos, para el tramo 1 del lado derecho la calificación fue de “Muy bueno”, mientras que para el tramo 2 la condición fue de “Malo”; de igual forma, la

calificación del tramo 1 de lado derecho fue de “Muy bueno”, mientras que el tramo 2 tuvo una calificación de “regular”. Concluyeron que, en los tramos 1 de ambos lados, el pavimento se encuentra en buen estado, ya que para el lado izquierdo obtuvieron un PCI de 83.45 y para el lado derecho un PCI de 72.25; por otro lado, para los tramos 2, el PCI obtenido en el lado izquierdo fue de 41.83 calificando como “Regular” y para el lado derecho fue de 37.83 con una condición de mal estado.

Este estudio contribuye al nuestro cuando da propuestas de solución en base a los valores de PCI que obtuvieron como resultados, además de las posibles acciones y/o actividades a realizar para el mantenimiento de la vía en estudio, por otro lado, nos da una idea en cuanto a la técnica e instrumento de recolección de datos a usar en nuestro tipo de investigación.

Vásquez & Tapia (2021) se plantearon determinar la condición superficial del pavimento flexible, aplicando el método Índice de Condición de Pavimento flexible, del km 80+000 al km 90+000 de la carretera Trujillo – Huamachuco, región La Libertad (p.4). En base a las características del estudio, el nivel de investigación tuvo un enfoque descriptivo con un diseño no experimental, ya que detallan el proceso de registro de fallas del pavimento flexible de la carretera, además, según el diseño de investigación, fue un trabajo no experimental, puesto que se limitaron a observar cómo es que se dan los fenómenos en el contexto natural y luego los analizaron; para ello, emplearon la técnica de la observación directa con el uso de un formato de registro de datos que les permitió ejecutar el estudio en sus 200 unidades de muestra por carril con longitudes de 50 metros cada una, cumpliendo así con el rango de áreas que establece la norma ASTM D 6433-03. Como resultado de la aplicación de la metodología PCI, encontraron 7 fallas existentes en todo el

pavimento estudiado, las cuales fueron: piel de cocodrilo, abultamiento y hundimiento, grietas longitudinales y transversales, parcheo y acometidas, pulimiento de agregados, huecos y ahuellamiento; prevaleciendo esta última en los 10 km. evaluados en ambos carriles. En términos generales, el PCI obtenido en el carril derecho fue de 64 con una clasificación de “Bueno”, por otro lado, en el carril izquierdo obtuvieron un PCI de 43 calificándolo como “Regular”. Finalmente, concluyeron que el valor del PCI para el tramo evaluado es de 53 “Regular”, el cual pertenece al carril izquierdo y presenta mayor desgaste, ya que tuvo mayor cantidad de fallas con severidad media y alta y con mayores metros por tipo de falla; lo que los llevó a pensar que una de las causas es el transporte pesado y sobre todo el transporte de carbón en la sierra liberteña hacia a la ciudad de Trujillo.

La investigación fue considerada debido a que captó nuestra atención por la zona donde se llevó a cabo el estudio, dicha vía se encuentra ubicada en la sierra liberteña, lo cual nos llevó a darnos cuenta de las distintas causas que pueden generar las fallas en el pavimento, ya sea por agentes climatológicos o por efectos del tráfico pesado, ampliando así un poco más el conocimiento frente a distintas realidades en las que se puede llevar a cabo la metodología PCI.

1.3 Bases Teóricas

1.3.1 Definición de Pavimento

Un pavimento es una estructura o elemento estructural conformado por una o más capas, cuya función es la de distribuir fuerzas tanto estáticas como móviles en toda su superficie de apoyo, esto con la intención de ofrecer a los usuarios un tránsito que brinde comodidad y seguridad; para ello, es necesario la ejecución de mantenimientos periódicos o rutinarios para salvaguardar su

tiempo de servicio. Por lo general, un pavimento está compuesto por 3 capas: base, subbase y carpeta de rodadura, las cuales son soportadas por un terreno preparado comúnmente denominado subrasante (Vivar, 1995; Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

1.3.2 Tipos de Pavimentos

Según el MTC (2014) un pavimento se clasifica en pavimento flexible, semirrígido y rígidos.

1.3.2.1 Pavimento Flexible

Estructura conformada por base y subbase de materiales granulares, cuya característica principal radica en tener una carpeta de rodadura a base de un revestimiento asfáltico, la cual, comúnmente suele ser: mortero asfáltico, micropavimento, tratamiento superficial bicapa, macadam y mezclas asfálticas en frío y caliente (MTC, 2014; Universidad Mayor de San Simón, 2004).

1.3.2.2 Pavimento Rígido

Pavimento donde su principal característica es una losa de concreto de cemento Portland (C.C.P.), bajo la cual va a existir solo una capa denominada base o subbase e irá apoyada en el terreno natural, dicha capa será de material granulado y además puede ser reforzada con cemento, asfalto o cal; generalmente se habla de 3 categorías dentro de los pavimentos rígidos: Pavimento de concreto simple con juntas, de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas y pavimento de concreto con refuerzo continuo (MTC, 2014; UMSS, 2004).

1.3.2.3 Pavimento Semirrígido

Un pavimento semirrígido o compuestos, es aquel que mezcla los 2 tipos de pavimentos mencionados anteriormente, es decir, es la combinación de un pavimento asfáltico con un pavimento rígido; por lo general en la parte superior gobierna el pavimento de material bituminoso, mientras que la capa rígida va por debajo; dentro de este tipo de pavimentos, también son considerado los pavimentos adoquinados (MTC, 2014; UMSS, 2004).

1.3.3 Evaluación Superficial de Pavimentos

Vivar (1995) comenta que, una de las recomendaciones que da la norma ITINTEC 339.116 “Rehabilitación de Pavimentos Urbanos” de 1983, es la de ejecutar una evaluación del estado de un pavimento, denominada comúnmente “Condición Superficial”, mediante una inspección visual superficial, esto con la finalidad de contemplar cada uno de los tipos de daños existentes en una vía, ya sean fallas superficiales o estructurales, con sus respectivas medidas.

1.3.4 Metodología Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Dado que, se empleará el software EVALPAV para los cálculos respectivos, la norma a seguir en todo el estudio es brindada por la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales (ASTM) con la designación D 6433 – 03 “Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y estacionamientos”, la cual dará todos los lineamientos, fundamentos y teorías a seguir.

1.3.4.1 Definición

La metodología PCI, es y brinda un valor numérico el cual va a calificar la condición en la que se encuentra un pavimento, para ello, se basa en las fallas presentes en la superficie del pavimento en estudio contemplando patologías que inciden también en la integridad estructural y condición operacional (superficial); sin embargo, no es suficiente para medir la capacidad estructural de una vía, careciendo de medir de manera directa la resistencia al deslizamiento o rugosidad. Un monitoreo continuo por medio del PCI permitirá establecer una tasa de deterioro, lo que hará posible identificar con anterioridad la necesidad de una intervención o rehabilitación mayor, ya que, brinda datos de comportamiento del pavimento para establecer alternativas de solución y procedimientos de conservación de este (ASTM D 6433, 2003).

1.3.4.2 Índices de Condición del Pavimento

La ASTM D 6433 (2003) describe al PCI como un valor numérico de la condición del pavimento que va desde 0 a 100; y al grado de condición del pavimento, como una descripción verbal de la condición de la vía en estudio que va desde “Fallado” hasta “Excelente” y las relaciona de la siguiente forma:

Tabla 1

Índices y grados de condición del pavimento

| Índices | Grado de Condición |
|----------------|---------------------------|
| 85 - 100 | Excelente |
| 70 - 85 | Muy Bueno |

| | |
|---------|-----------|
| 55 - 70 | Bueno |
| 40 - 55 | Regular |
| 25 - 40 | Pobre |
| 10 - 25 | Muy Pobre |
| 0 - 10 | Fallado |

Nota. Tomado de ASTM D 6433 (p.2), 2003.

1.3.4.3 Unidades de Muestra

La ASTM D 6433 (2003) indica que, para pavimento flexibles, las unidades de muestra deben tener un área estándar que varíe entre $225 \text{ m}^2 \pm 90 \text{ m}^2$, es decir, en un rango de 135 m^2 a 315 m^2 .

1.3.4.4 Procedimiento de la Metodología PCI

Primero, la vía en estudio puede dividirse en tramos y después en secciones, esto va a depender de la naturalidad de dicho pavimento, posteriormente se procede a la inspección visual donde se hará la recolección de todas las patologías existentes en una hoja de registro de datos; dicho formato será para cada unidad de muestra; es así que, se tendrá un valor de PCI para cada unidad de estudio, por lo tanto para determinar del PCI de una sección de pavimento, se tendrá en cuenta cada PCI de las unidades de muestra que conforman dicha sección (ASTM D 6433, 2003).

1.3.4.5 Materiales e Instrumentos

La ASTM D 6433 (2003) menciona algunos materiales o instrumentos necesarios para la ejecución de la metodología PCI:

- Hoja de recopilación de datos
- Rueda odómetro manual
- Regla o Cordel
- Escala

1.3.4.6 Patologías en el Pavimento Asfáltico

Para los fines de la presente investigación, según la ASTM D 6433 (2003), las fallas que pueden presentarse en un pavimento asfáltico y que se encontró en el tramo estudiado de la Avenida Mansiche son las siguientes:

Piel de Cocodrilo

Descripción

Falla que ocurre debido a la fatiga que se da en la superficie del pavimento por acción de la carga de tráfico. Inicialmente aparecen fisuras longitudinales paralelas que, con repetidas cargas de tráfico se van a interconectar formando ángulos agudos simulando así la piel de un cocodrilo, es importante mencionar que, la falla ocurre solo en el área donde se da la sobrecarga vehicular, como las huellas de las ruedas en el carril; caso contrario se trataría de la falla denominada “Grieta en Bloque” (ASTM D 6433, 2003).

Niveles de Severidad

- Baja: Fisuras del espesor de un cabello, con algunas fisuras conectadas y no están descascaradas.
- Media: Fisuras finas y ligeramente descascaradas.
- Alta: Fisuras bien definidas y descascaradas en los bordes, algunas piezas pueden moverse o desplazarse con la acción del tráfico.

Unidad de Medida

Metros Cuadrados (m²).

Agrietamiento en Bloque

Descripción

Las grietas en bloque, a diferencia de la falla “Piel de Cocodrilo”, ocurre debido al cambio de temperatura diario y a la contracción del concreto, se trata de fisuras que se conectan entre sí y separa el pavimento en piezas rectangulares cuyas medidas van de 0.30 m. x 0.30 m. hasta 3.00 m. x 3.00 m (ASTM D 6433, 2003).

Niveles de Severidad

- Baja: Grietas de severidad baja.
- Media: Grietas de severidad media.
- Alta: Grietas de severidad Alta.

Unidad de Medida

Metros Cuadrados (m²).

Abultamientos y Hundimientos

Descripción

En cuanto a los abultamientos, se trata de desplazamientos cortos del pavimento hacia arriba y una de las causas puede ser la combinación de carga de la carga de tráfico con la infiltración y acumulación de material en las fisuras existentes en la superficie del pavimento, esa es la diferencia con los desplazamientos, ya que esta ocurren debido a la inestabilidad del pavimento, de igual forma, si los abultamientos ocurren de manera perpendicular al tráfico y con una separación menos a 3.00 m. el tipo de falla sería “Corrugación”. Por su parte, la falla de tipo hundimiento, se trata de desplazamientos cortos hacia debajo de la superficie del pavimento (ASTM D 6433, 2003).

Niveles de Severidad

- Baja: Calidad de tránsito de baja severidad.
- Media: Calidad de tránsito de mediana severidad.
- Alta: Calidad de tránsito de alta severidad.

Unidad de Medida

Metros lineales (m).

Corrugación

Descripción

La corrugación ocurre debido a la combinación de la inestabilidad del pavimento con la acción del tráfico, esta falla se presenta en forma de cimas y depresiones perpendicular al

flujo de tránsito y cercanamente espaciadas en intervalos que por lo general son menos a los 3.00 m (ASTM D 6433, 2003).

Niveles de Severidad

- Baja: Calidad de tránsito de baja severidad.
- Media: Calidad de tránsito de mediana severidad.
- Alta: Calidad de tránsito de alta severidad.

Unidad de Medida

Metros cuadrados (m²).

Depresión

Descripción

La falla denominada depresión se debe a un asentamiento de la subrasante del pavimento o también producto de una mala práctica de procesos constructivos, se trata de un área del pavimento con un nivel de elevación ligeramente menor al resto de la superficie; muchas veces este tipo de fallas no se puede percibir, sino hasta la presencia de lluvias por acumulaciones de charcos de agua o por las manchas que deja las aguas empozadas (ASTM D 6433, 2003).

Niveles de Severidad

- Baja: Profundidad de 13 mm. – 25 mm. (1/2 a 1 pulg.)
- Media: Profundidad de 25 mm. – 50 mm. (1 a 2 pulg.)
- Alta: Profundidad mayor a 50 mm. (2 pulg.)

Unidad de Medida

Metros cuadrados (m²).

Grieta de Borde***Descripción***

La grieta de borde se asocia a un debilitamiento de la base o subrasante del pavimento debido a las bajas temperaturas en las zonas del borde de la vía, se trata de fisuras paralelas a los bordes externos del pavimento y por lo general se encuentran a una distancia de 0.30 m. a 0.50 m. de este, cabe mencionar que, dicha falla puede acelerar su deterioro por la acción del tránsito (ASTM D 6433, 2003).

Niveles de Severidad

- Baja: Bajo agrietamiento sin fragmentación o desprendimiento
- Media: Mediano agrietamiento con partes fragmentadas o desprendidas.
- Alta: Agrietamiento considerado con fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.

Unidad de Medida

Metros lineales (m.).

Desnivel Carril/Berma***Descripción***

Como su mismo nombre lo dice, esta falla es la diferencia de nivel entre el pavimento y la berma al extremo de la vía, las causas pueden ser por la erosión o asentamiento de la berma o por el colocado de nuevas capas de pavimento sin acomodar o adaptar el nivel de la berma (ASTM D 6433, 2003).

Niveles de Severidad

- Baja: Desnivel de 25 mm. – 50 mm. (1 a 2 pulg.).
- Media: Desnivel de 50 mm. – 100 mm. (2 a 4 pulg.).
- Alta: Desnivel mayor a 100 mm. (4 pulg.).

Unidad de Medida

Metros lineales (m.).

Grietas Longitudinales y Transversales

Descripción

Las fisuras longitudinales, son aquellas que se presentan paralela al eje central de la vía, en cuanto a las fisuras transversales, son las que se desarrollan al ancho de la vía, es decir, perpendicular al eje central de la vía. La falla puede producirse debido a una contracción de la superficie asfáltica por acción y variación de la temperatura o endurecimiento del asfalto (ASTM D 6433, 2003).

Niveles de Severidad

Se determina cuando cumplen alguna de las condiciones:

- Baja: Fisuras sin relleno con un ancho menor a 10 mm. (3/8 pulg), o con relleno de cualquier ancho.
- Media: Fisura sin relleno con ancho de 10 mm. (3/8 pulg.) – 75 mm. (3 pulg.), fisura sin relleno menor o igual a 75 mm. (3 pulg.) acompañado de otras fisuras leves, o fisuras con relleno de cualquier ancho rodeadas de fisuras leves.
- Alta: Fisuras con o sin relleno acompañadas de fisuras secundarias de severidad mediana o alta, fisuras sin relleno de ancho mayor a 75 mm. (3 plg.), o fisuras de cualquier ancho y que 100 mm. (4 pulg.) del pavimento se encuentre fracturado severamente.

Unidad de Medida

Metros Lineales (m.).

Parqueo

Descripción

Los parches están presentes en el pavimento con la intención de reemplazar con un nuevo material alguna parte dañada de la vía, aunque este no va a tener el mismo comportamiento que el pavimento original (ASTM D 6433, 2003).

Niveles de Severidad

- Baja: Parche en buenas condiciones y calidad de tránsito de baja severidad.
- Media: Parche dañado moderadamente y calidad de tránsito de mediana severidad.

- Alta: Parche totalmente dañado con necesidad de cambio, calidad de tránsito de alta severidad.

Unidad de Medida

Metros cuadrados (m²).

Huecos (Baches)

Descripción

Según la ASTM D 6433 (2003) los baches o huecos, son depresiones leves que por lo general su diámetro no supera los 750 mm. (30 pulg.), en la superficie se aprecia la particularidad de bordes agudos y algunas partes verticales.

Niveles de Severidad

El nivel de severidad de los baches es determinado según la medida de su diámetro y su profundidad:

Tabla 2

Niveles de severidad - Baches

| Máxima Profundidad del Bache | Diámetro Promedio | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| | 100 a 200 mm. (4 a 8 Pulg.) | 200 a 450 mm. (8 a 18 pulg.) | 450 a 750 mm. (18 a 30 pulg.) |
| 13 - 25 mm. (1/2 a 1 pulg.) | B | B | M |
| 25 – 50 mm. (1 a 2 pulg.) | B | M | A |

| | | | |
|----------------------------|---|---|---|
| Más de 50 mm. (2 pulg.) | M | M | A |
|----------------------------|---|---|---|

Nota: Los datos de esta tabla muestran los criterios para determinar el nivel de severidad de las patologías tipo Huecos (Baches), basándose en su diámetro y profundidad. Tomado de ASTM D 6433 (p.35), 2003.

Donde:

- Baja = B
- Media = M
- Alta = A

Unidad de medida

Unidad (Und.).

Ahuellamiento

Descripción

Según la ASTM D 6433 (2003) un ahuellamiento es una depresión superficial producida en las huellas que da las ruedas en el pavimento, esta falla se debe a que alguna de las capas del pavimento se encuentra en constante deformación debido a la consolidación o movimiento lateral de los materiales por acción del tráfico.

Niveles de Severidad

Se determina en función a su profundidad promedio.

- Baja: Profundidad promedio de 6 - 13 mm. (1/4 a 1/2 pulg.).
- Media: Profundidad promedio 13 – 25 mm. (1/2 a 1 pulg.).

- Alta: Profundidad promedio mayor a 25 mm. (1 pulg.).

Unidad de Medida

Metros cuadrados (m²).

Grieta parabólica

Descripción

La ASTM D 6433 (2003) comenta que, se trata una grieta en forma de medialuna y se asocia al efecto del frenado o cambios de dirección, provocando esta falla que por lo general se da de manera transversal a la dirección del tránsito. Dicha patología ocurre por una liga pobre (adherencia pobre) entre la carpeta de rodadura y su capa consiguiente.

Niveles de Severidad

- Baja: Ancho menor a 10 mm. (3/8 pulg.).
- Media: Ancho de 10 – 40 mm. (3/8 a 1 ½ pulg.), o el área donde está ubicada la fisura se encuentra descascarada con una severidad moderada, o con fisuras secundarias.
- Alta: Ancho mayor a 40 mm. (1 ½ pulg.), o el área donde se encuentra la fisura se encuentra en fragmentos removidos.

Unidad de Medida

Metros cuadrados (m²).

Desprendimiento de Agregados

Descripción

La ASTM D 6433 (2003) indica que, las peladuras y desprendimientos son desgastes de la superficie del pavimento y se debe a la pérdida de ligante asfáltico y a partículas de los agregados removidos, de esta forma se puede inducir a que la mezcla usada fue de baja calidad (mezcla pobre), además, la acción del tráfico también puede ser una de las causantes, al igual que el aceite que algún vehículo puede derramar sobre el pavimento provocaría el ablandamiento y pérdida de agregados de la superficie y también será considerado como desprendimiento.

Niveles de Severidad

- Baja: El ligante o agregado empieza a desprenderse y en algunos puntos empieza a visualizarse hoyos. Para los derramamientos de aceite, las manchas que este deja son visibles pero el área aún no puede ser penetrada al someterle presión con una moneda.
- Media: Ligante o agregados se desprenden, la superficie presenta una textura con rugosidad y existe presencia de hoyos. Con el derrame de aceite, la superficie del área afectada ya puede ser penetrada por una moneda.
- Alta: Ligante o agregado severamente desprendidos de la superficie, la textura es muy rugosa y existen demasiados huecos. Para que la falla sea considerada de tipo peladura o desprendimiento los huecos que se presentan deben tener un diámetro menor a 10 mm. (3/8 pulg.) y una profundidad que no supere los 13 mm. (1/2 pulg.), caso contrario, sería considerada como “Bache”. Para el derramamiento de

aceite, este ya causó la pérdida total de las propiedades del ligante y el agregado se desprende totalmente.

Unidad de Medida

Metros cuadrados (m²).

1.3.5 Software EvalPav

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (s.f.) “Permite optimizar la recopilación de datos de campo, procesamiento de la información en menor tiempo, calidad y grado de confiabilidad para facilitar el análisis mediante la interpretación de resultados y la proposición de alternativas de solución en el tiempo” (p.2).

1.3.6 Propuestas de Solución

Respecto a las propuestas de solución que se plantean en la investigación, se usa como base a los estudios realizados por los ingenieros Jugo y Vásquez, de nacionalidad venezolana y colombiana respectivamente; el primero elabora un manual denominado “Mantenimiento y Rehabilitación de pavimentos”, fundamentándose en la metodología PCI y la correlaciona con la determinación de los estados o momentos óptimos, en base a la relación tiempo-deterioro de un pavimento, en los que deben aplicarse los mantenimientos o rehabilitaciones que aún son considerados “Menores” para la preservación de un pavimento sin la necesidad de contar con un presupuesto considerable; por su parte, el ingeniero Vásquez redactó un manual denominado “Pavement Condition Index (PCI)” para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, en el cual, además de detallar la metodología PCI, brinda aportes, en base a su experiencia, para la

ejecución del método y propone acciones de intervención por cada tipo de falla teniendo en cuenta su severidad.

1.3.6.1 Mantenimiento Menor

Conocido también como mantenimiento rutinario, comprende actividades que se ejecutan para proteger el pavimento ante la aparición de algunas fallas en pequeñas áreas de la vía, para evitar el aumento de su tasa de deterioro, dichos trabajos deben realizarse apenas aparezcan las primeras fallas y de manera continua, aunque no contemplan una programación (Jugo, 2005).

Sellado de Grietas

Aunque su aplicación (por si sola) no tenga ningún beneficio estructural, su objetivo principal es el de evitar el ingreso de agua u otros contaminantes a la estructura del pavimento y que aumente su tasa de deterioro. Para la puesta en práctica es necesario realizar la limpieza de las grietas y para el sellado emplear lechada o mezcla asfáltica en frío o caliente, depende del ancho de las fisuras. Se recomienda aplicar en fallas como, grietas longitudinales y transversales, grietas aisladas, grietas de borde y grietas en bloque o contracción (Jugo, 2005).

Bacheo

Según Jugo (2005), es la acción que refiere al reemplazo del material de un área localizada y considerablemente dañada. Su campo de aplicación es amplio, tal es así que es válido aplicarlo en patologías estructurales como piel de cocodrilo en severidades medias y altas, grietas de deslizamiento y ahuellamiento profundo, de igual forma se puede aplicar en

fallas como quiebres, hundimientos y huecos. Por lo general se clasifica de la siguiente forma:

Bacheo de emergencia

Un bacheo es considerado de emergencia cuando no se hace preparación alguna del área afectada y se rellena los huecos con mezclas asfálticas en frío o caliente y en ocasiones con cemento portland, cabe resaltar que, según el material de relleno, es recomendable compactar.

Bacheo de Superficie

Para llevarse a cabo, requiere una preparación del área dañada y la utilización de un riego de adherencia y mezcla asfáltica en frío o caliente, por lo tanto, se inicia con una limpieza de la superficie para después aplicar el riego asfáltico que debe ser extendido y compactado por capas entre 2 y 4 cm. de espesor.

Bacheo de Carpeta

Tipo de bacheo que supone la eliminación y reemplazo del pavimento dañado, requiere limpieza, conformación, en caso de ser necesario y la aplicación de un riego de adherencia, en cuanto a la mezcla asfáltica de relleno puede ser en frío o caliente con su respectiva compactación por capas de ser el caso, además, se debe asegurar que, la superficie del bache sea cuadrada o rectangular, y las paredes al excavar deben ser verticales.

Bacheo Profundo

Al igual que la acción anterior, se trata de la eliminación y el reemplazo del pavimento dañado, adicional a ello se ejecuta también la sustitución de las siguientes capas, ya sea de las bases o la subrasante y se debe mayormente a la presencia de una superficie de apoyo debilitada, contaminada o a la presencia de agua; por lo cual, debe ser reemplazada totalmente por un material de buena calidad y compactado uniformemente

Tratamiento Superficial (Sello) Localizado

Jugo (2005) comenta que, es una actividad que consiste en la aplicación de un sello con mezcla asfáltica acompañada de agregados, o la aplicación de slurry seal, se denomina localizado ya que se aplica en sitios definidos con áreas menores a 300 m² y no se recomienda hacer en pavimentos que están expuestos a un alto volumen de tráfico pesado. Respecto a su aplicación, es un tratamiento más que todo superficial, el cual va a tratar pavimentos que presenten grietas finas (baja severidad) y desprendimiento de agregados (baja severidad), de igual forma, puede ser una opción ante problemas de textura y cuando se requiera mejorar la resistencia al deslizamiento, cabe mencionar que, en algunas circunstancias, es necesario ejecutar acciones previas u otro tipo de intervenciones como sellado de grietas anchas (alta severidad) bacheo y nivelación. Algunas formas de aplicación pueden ser:

- Capa de sello con piedra o grava picada
- Capa de sello con arena
- Lechada asfáltica (slurry seal)

Nivelación Localizada con Mezcla Asfáltica

La acción a realizar sigue los mismos pasos que el bacheo de superficie, y como su mismo nombre lo indica, se utiliza para recuperar el nivel de la zona afectada respecto al área adyacente del pavimento. Por lo tanto, su objetivo es la de solucionar patologías simples, de severidades bajas o medias, comúnmente se aplica en fallas como ahuellamientos y hundimientos (Jugo, 2005).

Fresado y/o Texturación Localizada

Consiste en la remoción del pavimento existente, sin dañar las capas inferiores, para lo cual, se usa equipos especializados que cortan y retiran la carpeta de rodadura indicándoles un espesor de acción. Respecto al fresado, por lo general se hace la remoción de un espesor de 1 a 3 cm., mientras que, una texturación trabaja de 3 a 10 mm. y sirve para mejorar la fricción del pavimento. Su aplicación es recomendada en fallas como abultamientos, hundimientos, corrugaciones, ahuellamientos de baja y mediana severidad, áreas con presencia de grietas y en desprendimiento de agregados. (Jugo, 2005).

1.3.6.2 Mantenimiento Mayor

Conjunto de actividades que tienen un fin correctivo, ya que se ejecutan para corregir fallas específicas y bien definidas presentes en grandes áreas de un tramo del pavimento, dichas acciones son dirigidas a mejorar el aspecto funcional y sobre todo estructural de un pavimento y por lo general, dada su envergadura, son programadas (Jugo, 2005).

Tratamientos Superficiales (Capas de Sello)

Acción que cumple la función de impermeabilizar para reducir la tasa de deterioro del pavimento, dichas acciones pueden ser de capas de sello con agregado y lechadas asfálticas, sin embargo, debe considerar otras intervenciones como por ejemplo bacheo, fresado, nivelación, etc. para que en conjunto tengan un aporte/corrección estructural en el pavimento. Su campo de aplicación es la de pavimentos envejecidos que presentan grietas y fallas menores (Jugo, 2005).

Capas Asfálticas

Jugo (2005) indica que, las capas asfálticas o repavimentación es una de las acciones principales para el mantenimiento y rehabilitación de un pavimento, ya que se puede emplear para casi todo tipo de fallas, aunque su función principal es la de reforzar la estructura del pavimento y protegerlo, reducir o eliminar la rugosidad y mejorar la resistencia al deslizamiento. En la práctica, las más comunes son las siguientes:

- Capas de Nivelación: Para nivelar y sellar un área del pavimento. Capas delgadas 2 - 4 cm.
- Capas de Fricción y/o Sello: Mejoran la resistencia al deslizamiento del pavimento. Capas 2 - 4 cm.
- Capas de Refuerzo Estructural: Para mejorar la estructura de un pavimento cuando ha fallado. Capas de 4 - 6 cm.

Remoción por Fresado

Actividad que permite alisar pavimentos con superficies deformadas, corregir desniveles como abultamientos y hundimientos, corrugaciones y eliminar ahuellamiento. Se puede llegar a usar equipos que pueden remover un pavimento de más de 10 cm. de espesor y el material que fue removido puede ser reutilizado (Jugo, 2005).

Reciclado de Capas Asfálticas

Según Jugo (2005), refiere a reutilizar el material que conformaba ya un pavimento, al cual se le hará una mejora de sus propiedades para reintegrarlo en la estructura de un pavimento nuevo. Su aplicación es para pavimentos que presentan deformaciones, desprendimientos y grieta. El procedimiento puede realizarse de 2 formas:

Reciclado en Caliente

El material a reutilizar es obtenido mediante un fresado, al cual, con un proceso especial se le añadirá asfalto, agregado nuevo y elementos rejuvenecedores obteniendo una nueva mezcla en caliente (Jugo, 2005).

Reciclado en Frío

Técnica que se recomienda usar en pavimentos de bajo y mediano tráfico, consiste en remover la carpeta asfáltica existente y tratarla con la adición de emulsión asfáltica, el proceso puede ser ejecutado en campo o en una planta, de cualquier forma, el material reciclado debe ser uniforme para después ser extendido, compactado y de preferencia ser protegido por un sello o lechada asfálticos. Se recomienda su aplicación en fallas como

desprendimiento de agregados, grietas longitudinales y transversales, grietas en bloque y fallas estructurales

Dicho lo anterior, teniendo en cuenta las fallas existentes en la vía de estudio, se plasmaron los alcances de ambos ingenieros en cuestión en las siguientes tablas:

Tabla 3

Propuestas de solución en pavimentos flexibles - Jugo (2005)

| Índice | Grado | Propuesta de Solución |
|---------------|--------------|--|
| 85 - 100 | Excelente | Mantenimiento Menor |
| 70 – 85 | Muy Bueno | |
| 55 – 70 | Bueno | Mantenimiento Menor, Mantenimiento Mayor |
| 40 – 55 | Regular | |
| 25 – 40 | Pobre | Mantenimiento Mayor |
| 10 – 25 | Muy Pobre | Mantenimiento Mayor, Reconstrucción |
| 0 – 10 | Fallado | |

Nota: La tabla presenta las propuestas de solución en base a la clasificación PCI que puede tener un pavimento. Tomado de Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos Flexibles (p.6), 2005.

Tabla 4

Propuesta de Intervención en pavimentos flexibles – Vásquez (2002)

| Falla | Severidad | Propuesta de Solución |
|-----------------------------------|------------------|--|
| Piel de Cocodrilo | Baja | Sello superficial, sobrecarpeta |
| | Media | Parcheo parcial o profundo, sobrecarpeta, reconstrucción |
| | Alta | Parcheo parcial o profundo, sobrecarpeta, reconstrucción. |
| Agrietamiento en Bloque | Baja | Sellado de grietas (> 3mm.), riego de sello. |
| | Media | Sellado de grietas, reciclado superficial, escarificado en caliente y sobrecarpeta |
| | Alta | Sellado de grietas, reciclado superficial, escarificado en caliente y sobrecarpeta |
| Abultamiento y Hundimiento | Baja | No se hace nada. |
| | Media | Reciclado en frío, parcheo parcial o profundo. |
| | Alta | Fresado, parcheo parcial o profundo, sobrecarpeta. |
| Corrugación | Baja | No se hace nada |
| | Media | Reconstrucción |
| | Alta | Reconstrucción |
| Depresión | Baja | No se hace nada |
| | Media | Parcheo superficial, parcial o profundo. |
| | Alta | Parcheo superficial, parcial o profundo. |
| Grieta de Borde | Baja | Sellado de grietas (> 3mm.). |
| | Media | Sellado de grietas, parcheo parcial o profundo. |
| | Alta | Parcheo parcial o profundo. |
| Desnivel Carril – Berma | Baja | Renivelación de las bermas al nivel de carril. |
| | Media | |

| | | |
|--|-------|--|
| | Alta | |
| Grieta Longitudinal y Transversal | Baja | No se hace nada, sellado de grietas (>3mm.). |
| | Media | Sellado de grietas |
| | Alta | Sellado de grietas, parcheo parcial. |
| Parcheo | Baja | No se hace nada |
| | Media | No se hace nada, Sustitución del parche. |
| | Alta | Sustitución del parche. |
| Huecos (Baches) | Baja | No se hace nada |
| | Media | Parcheo parcial o profundo |
| | Alta | Parcheo profundo |
| Ahuellamiento | Baja | No se hace nada |
| | Media | Parcheo superficial, parcial o profundo, fresado y sobrecarpeta |
| | Alta | Parcheo superficial, parcial o profundo, fresado y sobrecarpeta |
| Grieta Parabólica | Baja | No se hace nada, parcheo parcial |
| | Media | Parcheo parcial |
| | Alta | Parcheo parcial |
| Desprendimiento de Agregados | Baja | No se hace nada, sello superficial, tratamiento superficial |
| | Media | Sello superficial, tratamiento superficial, sobrecarpeta |
| | Alta | Tratamiento superficial, sobrecarpeta, reciclaje, reconstrucción |

Nota. La tabla presenta las propuestas de solución en base a los niveles de severidad que pueden tener las patologías existentes en un pavimento. Tomado de Pavement Condition Index (PCI).

1.4 Formulación del Problema

¿Cuál es la evaluación del pavimento flexible mediante el software EVALPAV para propuesta de solución de la Av. Mansiche, Trujillo, 2022?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Evaluar el pavimento flexible mediante el software EvalPav para propuestas de solución de la Av. Mansiche, Trujillo, 2022

1.5.2 Objetivos Específicos

OE1: Observar y determinar la incidencia de los tipos de patologías en el pavimento flexible a lo largo de cada calzada.

OE2: Determinar la proporción de los niveles de severidad de las patologías presentes en el pavimento flexible.

OE3: Definir el Índice de Condición del Pavimento para conocer el estado de conservación del pavimento.

OE4: Determinar las propuestas de solución para el mantenimiento y preservación del pavimento flexible.

1.6 Hipótesis General

En el presente estudio no se consideró colocar hipótesis debido a que este es de tipo descriptiva, donde solo se presentará información que caracterice a la variable de estudio, mas no se realizará demostración alguna.

Hernández et al. (2014) consideran que las hipótesis descriptivas de un dato o valor que se pronostica se pueden utilizar en estudios descriptivos propiamente dicho, para procurar anticipar un dato o valor de aquellas variables que se intenta medir u observar. Sin embargo, no en todas las investigaciones de carácter descriptiva se elabora una hipótesis de este tipo o que sean argumentos más generales.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Tipo de Investigación

2.1.1 Por el Propósito

La presente investigación según su propósito es de tipo aplicada, debido a que se empleó conocimientos ya existentes los cuales fueron aplicados a lo largo de la misma.

La investigación considera que la observación, evaluación, comparación, interpretación y determinación de un fenómeno o problema es muy adecuada a la investigación de tipo aplicada (Lester, 2012; citado en Hernández et al., 2014)

2.1.2 Según el diseño de Investigación

Según el diseño es de tipo no experimental, puesto que, se realizó sin manipulación deliberada de variables independientes que modifiquen el comportamiento de variables dependientes. En este caso se llevó a cabo una evaluación visual in situ del pavimento flexible del tramo en mención utilizando el método del PCI con el software Evalpav para posteriormente realizar un análisis de las patologías existentes.

La investigación no experimental divide los efectos de las variables existentes, que intervienen en la investigación, así también se considera más cerca de las variables, lo cual conlleva, a tener una mayor validez externa, con la posibilidad de generalizar resultados en situaciones comunes (Hernández et al., 2014).

2.2 Diseño de Investigación

El presente estudio es de tipo transversal descriptivo; debido a que el objetivo es determinar el comportamiento de la variable en una sola medición retrospectiva; atendiendo el propósito del estudio en el que se trata de recopilar información relevante acerca de las patologías existentes; llegando a un posterior análisis de los resultados obtenidos aplicando metodologías (PCI) y llegar a conclusiones y toma de decisiones.

Según Tamayo (2002), la investigación de tipo descriptiva consiste en delinear, inspeccionar, examinar y deducir la naturaleza existente y la conformación o el proceso de un fenómeno; la atención se enfoca respecto consecuencias que predominan o en relación con cosas, individuos o grupos se maneja o ejecuta en el presente. El estudio descriptivo se ocupa de la objetividad de los hechos, cuya característica básica es la de proporcionarnos una interpretación acertada.

Tabla 5

Diseño de Investigación

| Estudio | T1 |
|----------------|-----------|
| M | O |

Nota. La tabla muestra el diseño del estudio

Donde:

- M: Muestra
- O: Observación

2.3 Variables

2.3.1 Definición de Variables

2.3.1.1 Evaluación de Pavimento Flexible

Medina & De la Cruz (2015) definen la evaluación de pavimentos como un informe, mediante el cual se pretende detallar el estado en el que se encuentra una superficie y estructura pavimentada, con el fin de adoptar medidas de reparación y mantenimiento. Por otro lado, dicha evaluación ayudará a determinar cómo hacer una correcta intervención al pavimento y así prolongar su vida útil.

2.3.2 Clasificación de Variables

Tabla 6

Identificación de variables

| CLASIFICACIÓN | | | | | |
|---|---------------|--------------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| VARIABLE | Relación | Naturaleza | Escala de medición | Dimensión | Forma de medición |
| Evaluación del pavimento flexible (PCI) | Independiente | Cualitativa cuantitativa | Nominal Intervalo | Multidimensional | Indirecta |

Nota. La tabla describe la variable del estudio.

2.3.3 Operacionalización de variables

Tabla 7

Operacionalización de variables

| TÍTULO: Evaluación de pavimento flexible mediante el software Evalpav para propuestas de solución de la av. Mansiche, Trujillo, 2022 | | | | | |
|---|---|--|---------------------|---|---------------------------|
| VARIABLES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
| VARIABLE INDEPENDIENTE: | | | | | |
| Evaluación del pavimento flexible (PCI) | Consiste en analizar el estado actual en que se encuentra una vía con un pavimento flexible, en este caso mediante el índice de condición de pavimento, el cual determina el daño en función a su severidad, cantidad o densidad del mismo. (Vásquez, 2002) | Inspección visual de un pavimento flexible considerando los tipos de patologías presentes; luego determinar sus niveles de severidad y hallar el índice de condición del pavimento para proponer propuestas de solución en la vía de estudio | Tipos de patologías | <ol style="list-style-type: none"> 1. Piel de cocodrilo (m²) 2. Exudación (m²) 3. Fisuras en bloque (m²) 4. Abultamiento y hundimiento (m²) 5. Corrugación (m²) 6. Depresión (m) 7. Fisura de borde (m) 8. Fisura de reflexión de junta (m) 9. Desnivel carril-berma (m) 10. Fisuras longitudinales y transversales (m²) 11. Parches y parches de cortes utilitarios (m²) 12. Agregado pulido (m²) 13. Baches (m²) 14. Cruce de vía férrea (m²) 15. Ahuellamiento (m²) 16. Desplazamiento (m²) 17. Fisura parabólica o por deslizamiento (m²) 18. Hinchamiento (m²) 19. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados (m²) | Nominal |

| Nivel de severidad | Bajo Medio Alto | Nominal |
|----------------------------------|---|-----------|
| Índice de condición de pavimento | 100 – 85 / Excelente 85 – 70 / Muy bueno 70 – 55 / Bueno 55 – 40 / Regular 40 – 25 / Pobre 25 – 10 / Muy pobre 10 – 0 / Fallado | Intervalo |
| Propuestas de solución | Mantenimiento mayor Mantenimiento menor | Nominal |

Nota. La tabla muestra la matriz de operacionalización de la variable del estudio.

2.4 Población y Muestra

2.4.1 Población

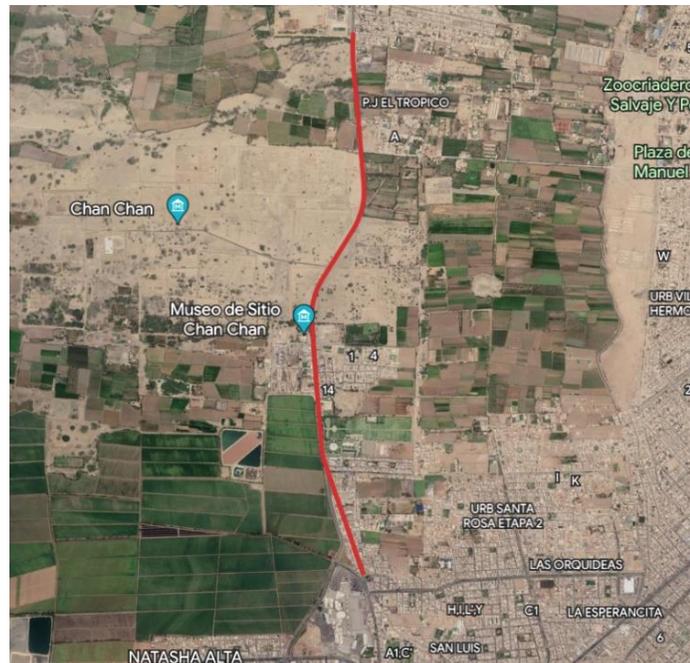
La población del estudio está conformada por la Avenida Mansiche, la cual consta de 6.238 km. de extensión, Trujillo, 2022.

2.4.2 Muestra

La muestra del estudio está representada por la Avenida Mansiche de la ciudad de Trujillo del km 02+370 al km 06+255, teniendo una extensión de 3.885 km.

Figura 1:

Delimitación de la muestra de estudio



Nota. Tomado de Google Earth

2.4.3 Materiales

Tabla 8

Materiales usados

| Material | Unidad | Cantidad |
|-----------------------|---------------|-----------------|
| Computadora portátil | Und. | 02 |
| Software EvalPav | - | - |
| Hoja de registro | Und. | Varían |
| Odómetro Manual | Und. | 01 |
| Herramientas manuales | Und. | Varían |
| Equipos de Seguridad | Und. | Varían |

Nota. La tabla muestra los materiales empleados para la ejecución del estudio

2.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos

2.5.1 Técnica de Recolección de Datos

Para el presente estudio se utilizó la técnica de la observación, debido a que la investigación es no experimental y descriptiva, lo cual permite observar y examinar de forma directa las patologías encontradas en el pavimento flexible para posteriormente describirla. Arias (2012) especifica que, las técnicas de recolección de datos son procedimientos de obtener información y que se da mediante la observación directa, la entrevista, encuesta, etc. Siendo estos formatos que dependen del contexto o fenómeno.

2.5.2 Instrumento de Recolección de Datos

Para los fines de la investigación se empleó el siguiente Instrumento de recolección de datos:

2.5.2.1 Guía de Observación

Según Campos & Lule (2012), la utilización de la técnica de observación junto a la guía de observación deber ser considerado como un aliado debido a que rinde cuenta de los momentos y espacios claves para así poder observar la realidad sea para estudios exploratorios, manifestar la realidad, interpretar lo que sucede en cierto contexto para su posterior análisis y descripción. Por otro lado, esta guía se elaboró según el manual de PCI, la cual permitió extraer y clasificar las patologías encontradas en el pavimento flexible.

2.5.3 Validación del Instrumento de Recolección de Datos

El Instrumento de recolección de datos ha sido validado por el Ing, Germán Sagástegui Vásquez, con CIP N° 126049. (Ver anexo N°2)

2.5.4 Análisis de Datos

Se utilizó la estadística descriptiva cuyos instrumentos a aplicar son tablas de Excel y el software Evalpav para el análisis e interpretación de datos, esto debido a la naturaleza de la presente investigación la cual consiste en el diseño no experimental y de tipo transversal, puesto que el estudio se realizará en un solo periodo de tiempo; además, se hizo uso de tablas de una entrada, tablas de doble entrada y gráficos estadísticos descriptivos como los gráficos de ojiva, esto con la finalidad de llegar a una idea clara en la medición de las dimensiones e indicadores de

la investigación. Albert (2007) considera que el análisis de datos es una tarea de las más atractivas de la etapa de investigación, ya que los datos recogidos por los investigadores no son suficientes para alcanzar los objetivos planteados en el estudio; por lo tanto, se requiere que el estudioso comprenda esta gran cantidad de información que viene de diferentes maneras.

Figura 2

Tabla de una entrada

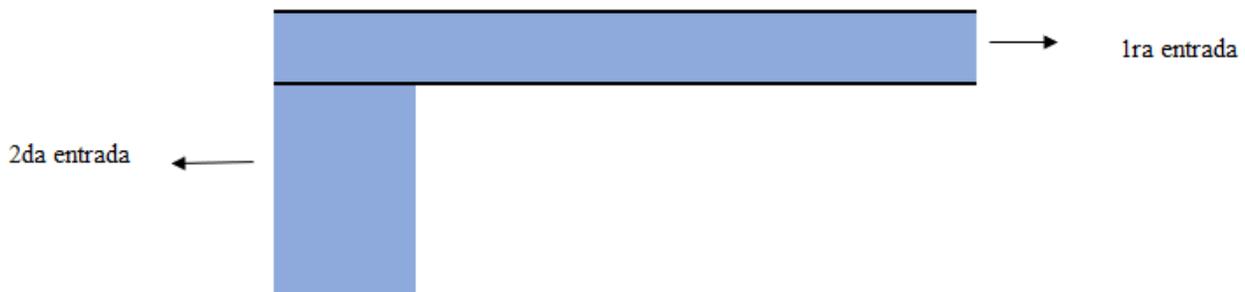


Nota. La figura muestra el esquema de una tabla de una entrada

Las tablas de una entrada se usan para organizar información de manera ordenada y práctica, representando a una sola variable o característica, por lo tanto, habrá una sola columna o fila matriz.

Figura 3

Tabla de doble entrada

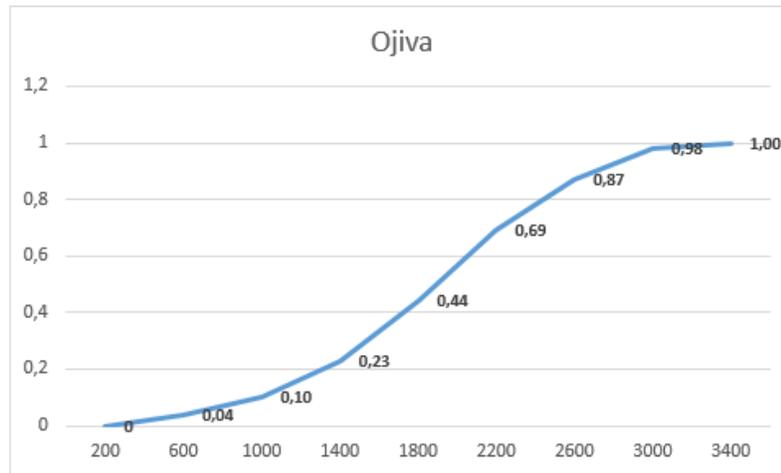


Nota. La figura muestra el esquema de una tabla de doble entrada

Las tablas de doble entrada se usan para representar dos variables de la realidad, por lo cual, estará conformada por una matriz vertical y una horizontal.

Figura 4

Gráfica de ojiva



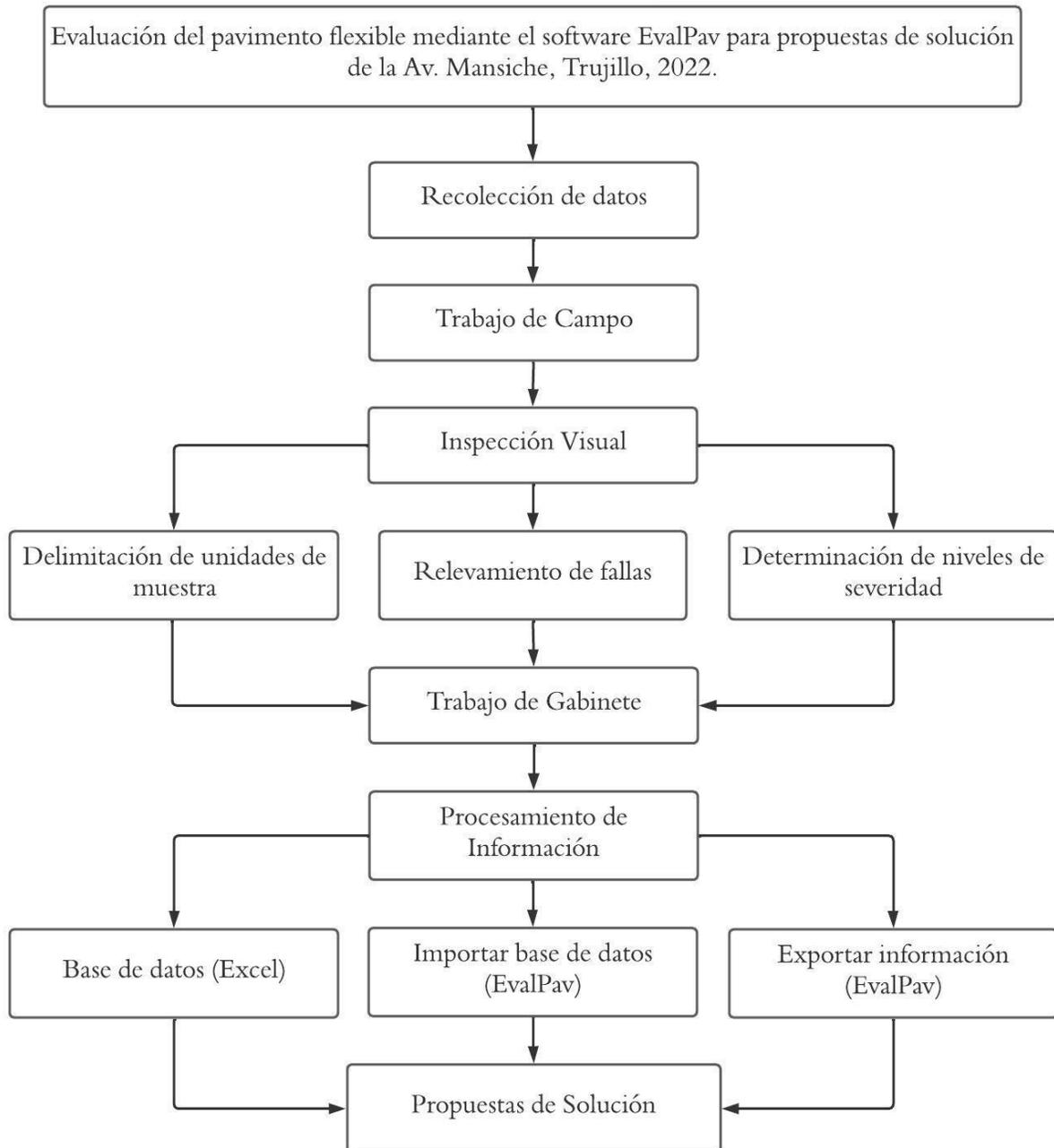
Nota. La figura muestra el esquema de una gráfica de ojiva.

El gráfico de ojiva está compuesto por dos ejes, horizontal y vertical, se utiliza para demostrar gráficamente la relación que hay entre dos variables, categorías, dimensiones o indicadores través de los resultados obtenidos, para la realización de un análisis.

2.6 Procedimiento

Figura 5:

Esquema de procedimiento de ejecución de estudio



Nota. La figura muestra el esquema que describe el proceso que se siguió para la ejecución del estudio.

En la figura 5 se observa el esquema que se siguió para la ejecución del estudio. Primero, se hizo la recolección de datos, para lo cual se recurrió a fuentes confiables como lo son google académico, Dialnet, Redalyc y algunos repositorios de distintas universidades, gracias a ello, se contó con documentos que sirvieron de apoyo para los fines del estudio. Con ello, se procedió al trabajo de campo, donde se realizó la inspección visual tanto en la calzada derecha como en la calzada izquierda, delimitando las unidades de muestras para proceder al relevamiento de fallas y determinando sus respectivos niveles de severidad. Posteriormente, se ejecutó el trabajo en gabinete, en el cual se hizo el procesamiento de la información, empezando con la creación de la base de datos haciendo uso de la herramienta Excel, seguido a ello se importó la información al software ingenieril EvalPav para exportar los reportes que brinda dicho programa. Finalmente analizando la información obtenida se presenta las propuestas de solución para la Avenida Mansiche entre los kilómetros 02+370 y 06+255 en la ciudad de Trujillo, 2022.

2.7 Aspectos Éticos

La finalidad de la presente investigación es evaluar las patologías encontradas en el pavimento flexible mediante el software Evalpav en la Av. Mansiche; asimismo, se pretende que los resultados obtenidos en este estudio puedan ayudar a orientar y servir de base para futuras investigaciones.

El método utilizado en el estudio presentado es el índice de condición de pavimento (PCI) a través de herramientas como la recolección de datos expuesta en el manual del PCI, así como el software Evalpav, el cual fue creado por el Dr. Ing. Gerber Zavala Ascaño, quien cuenta con distintas especialidades en diferentes universidades, lo que da confiabilidad y credibilidad a la

investigación. Así también, se pretende mostrar resultados veraces y claros, sin distorsionar la realidad.

Por otro lado, en la difusión de la información encontrada se respeta la propiedad de la información y confidencialidad de estos, por lo cual toda información recopilada y presentada en esta investigación será debidamente citada y referenciada.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

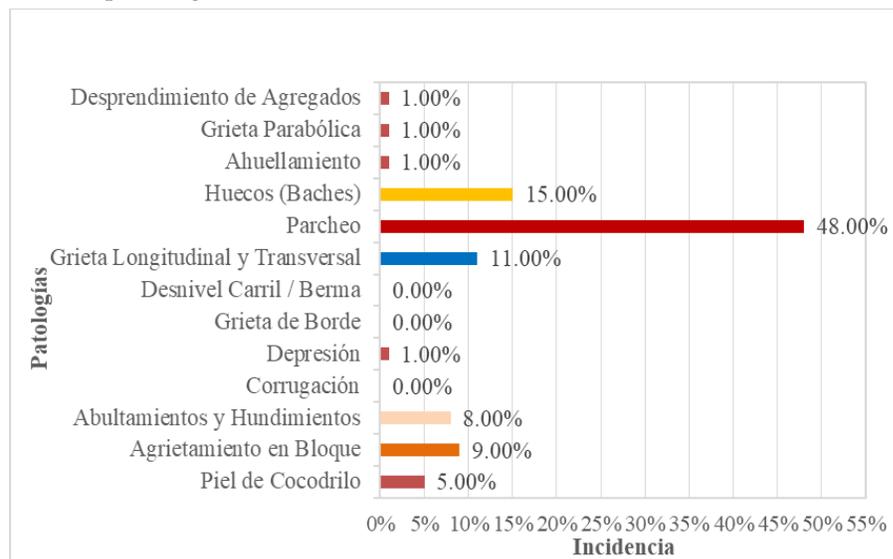
En este capítulo se expone los resultados obtenidos de la presente investigación, teniendo como meta los objetivos trazados, lo cual se realizó en gran medida por inspección visual de la Av. Mansiche desde el kilómetro 2+370 al 6+255, los cuales se obtuvieron mediante el método PCI con el software Evalpav.

3.1 Incidencia de los Tipos de Patologías en el Pavimento Flexible

3.1.1 Calzada Derecha

Figura 6

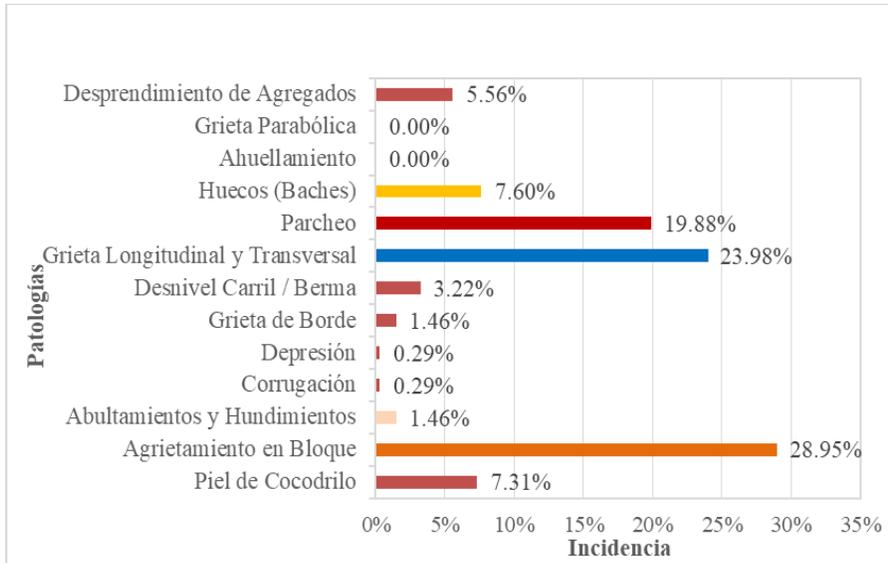
Indicencia de patologías - Tramo 01/C.D.



Nota. La figura muestra la incidencia en porcentajes de las patologías en el tramo 01 calzada derecha.

Figura 7

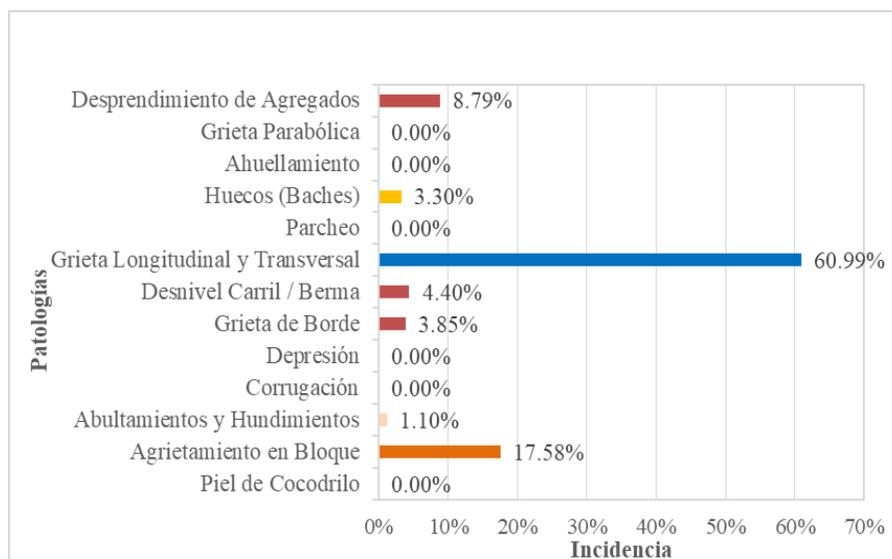
Indicencia de patologías - Tramo 02/C.D.



Nota. La figura muestra la incidencia en porcentajes de las patologías en el tramo 02 calzada derecha.

Figura 8

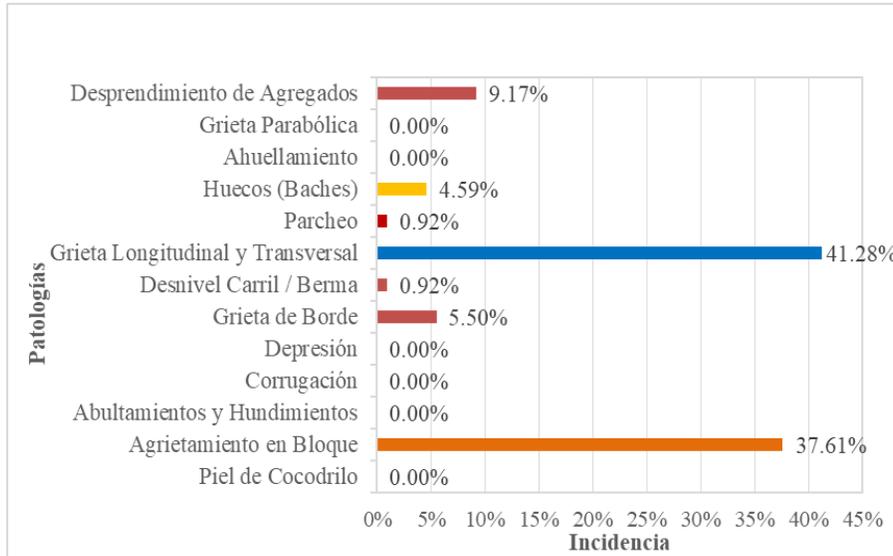
Indicencia de patologías - Tramo 03/C.D.



Nota. La figura muestra la incidencia en porcentajes de las patologías en el tramo 03 calzada derecha.

Figura 9

Indicencia de patologías - Tramo 04/C.D.

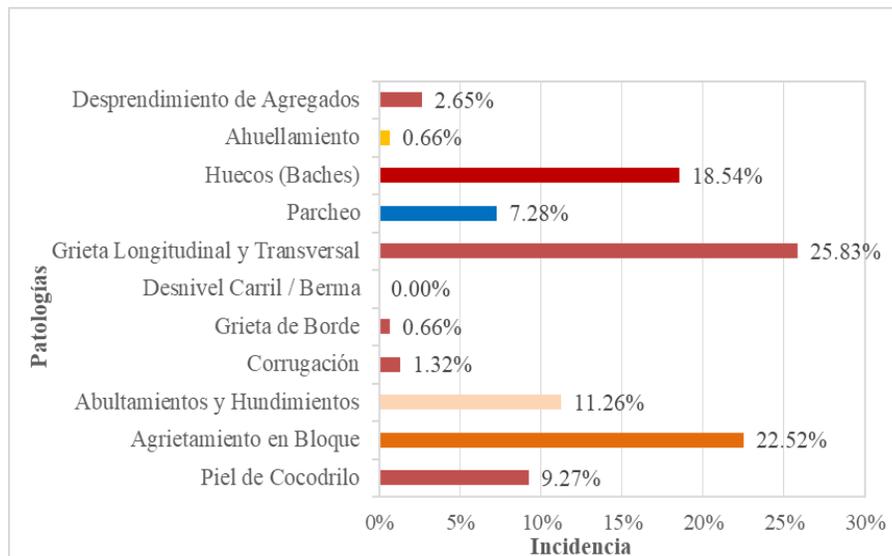


Nota. La figura muestra la incidencia en porcentajes de las patologías en el tramo 04 calzada derecha.

3.1.2 Calzada Izquierda

Figura 10

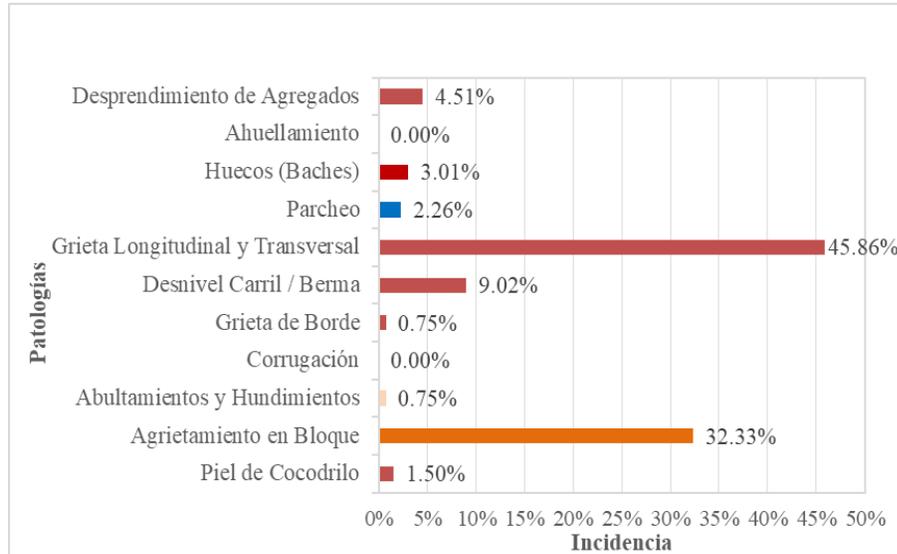
Indicencia de patologías - Tramo 01/C.I.



Nota. La figura muestra la incidencia en porcentajes de las patologías en el tramo 01 calzada izquierda.

Figura 11

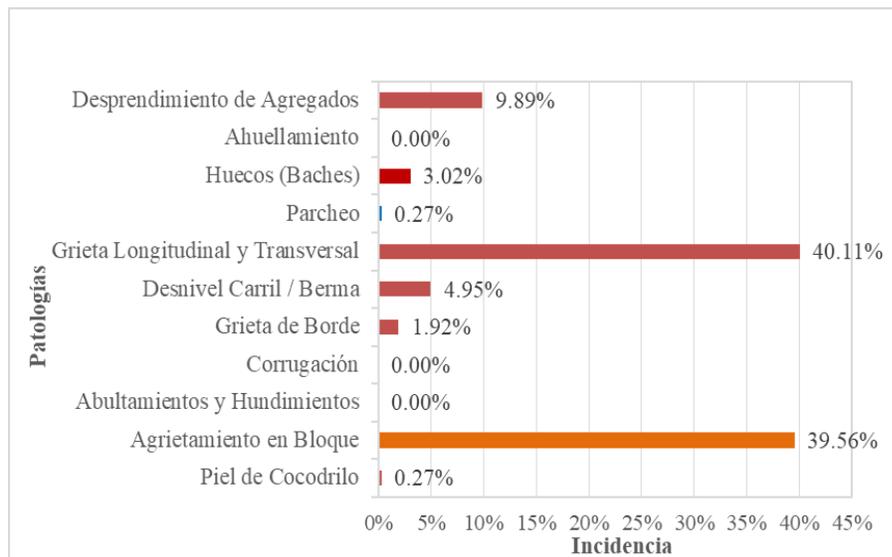
Indicencia de patologías - Tramo 02/C.I.



Nota. La figura muestra la incidencia en porcentajes de las patologías en el tramo 02 calzada izquierda.

Figura 12.

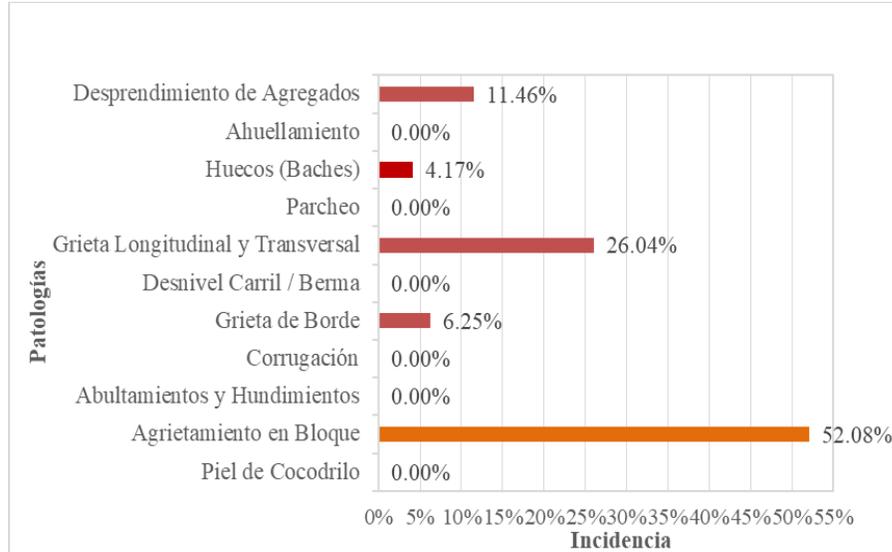
Indicencia de patologías - Tramo 03/C.I.



Nota. La figura muestra la incidencia en porcentajes de las patologías en el tramo 03 calzada izquierda.

Figura 13

Indicencia de patologías - Tramo 04/C.I.



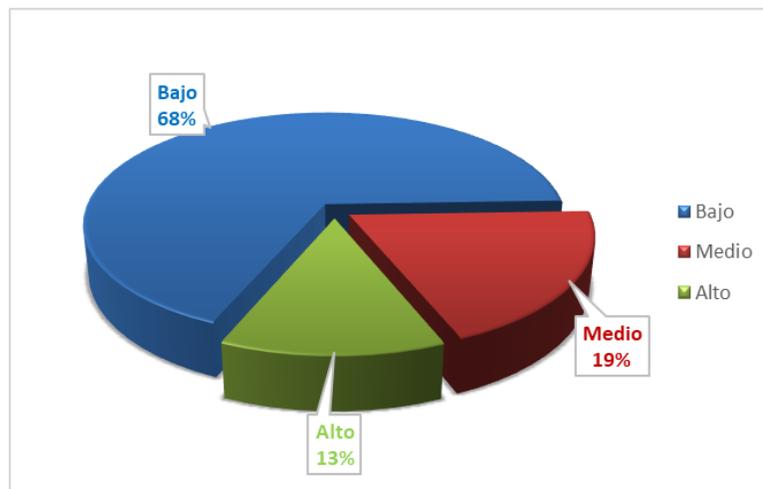
Nota. La figura muestra la incidencia en porcentajes de las patologías en el tramo 04 calzada izquierda.

3.2 Proporción de Niveles de Severidad

3.2.1 Calzada Derecha

Figura 14

Proporción de niveles de severidad general - C.D.



Nota. La figura muestra la proporción de los niveles de severidad en toda la calzada derecha

Tabla 9

Proporción de niveles de severidad por patología – C.D.

| Patología | Nivel de Severidad | Número de Patologías por Nivel de Severidad | Porcentaje por nivel de severidad | Número Total de Patologías |
|-----------------------------------|---------------------------|--|--|-----------------------------------|
| Piel de Cocodrilo | Baja | 10 | 1.36% | 30 |
| | Media | 9 | 1.23% | |
| | Alta | 11 | 1.50% | |
| Agrietamiento en Bloque | Baja | 100 | 13.64% | 181 |
| | Media | 60 | 8.19% | |
| | Alta | 21 | 2.86% | |
| Abultamiento y Hundimiento | Baja | 11 | 1.50% | 15 |
| | Media | 3 | 0.41% | |
| | Alta | 1 | 0.14% | |
| Corrugación | Baja | 1 | 0.14% | 1 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Depresión | Baja | 1 | 0.14% | 2 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 1 | 0.14% | |
| Grieta de Borde | Baja | 8 | 1.09% | 18 |
| | Media | 6 | 0.82% | |
| | Alta | 4 | 0.55% | |

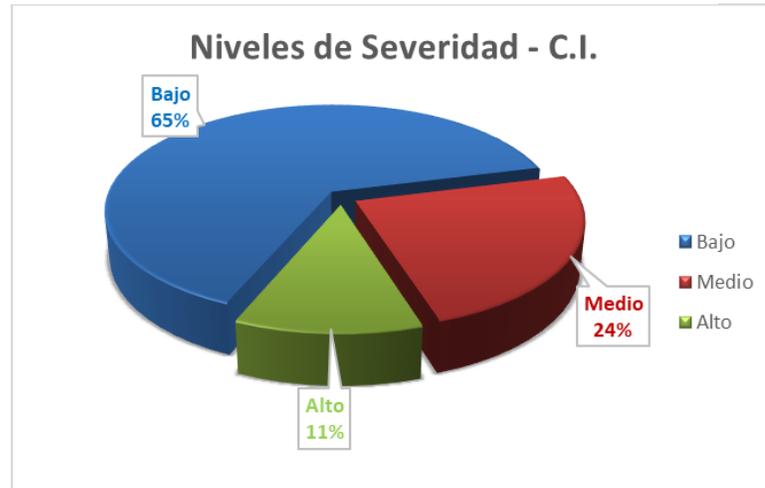
| | | | | |
|--|-------|------------|----------------|------------|
| Desnivel Carril / Berma | Baja | 10 | 1.36% | 20 |
| | Media | 6 | 0.82% | |
| | Alta | 4 | 0.55% | |
| Grieta Longitudinal y Transversal | Baja | 212 | 28.92% | 249 |
| | Media | 25 | 3.41% | |
| | Alta | 12 | 1.64% | |
| Parcheo | Baja | 102 | 13.92% | 117 |
| | Media | 11 | 1.50% | |
| | Alta | 4 | 0.55% | |
| Huecos (Baches) | Baja | 19 | 2.59% | 52 |
| | Media | 10 | 1.36% | |
| | Alta | 23 | 3.14% | |
| Ahuellamiento | Baja | 1 | 0.14% | 1 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Grieta Parabólica | Baja | 1 | 0.14% | 1 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Desprendimiento de Agregados | Baja | 23 | 3.14% | 46 |
| | Media | 12 | 1.64% | |
| | Alta | 11 | 1.50% | |
| Total | | 733 | 100.00% | 733 |

Nota. La tabla muestra la proporción de los niveles de severidad por patología en toda la calzada derecha

3.2.2 Calzada Izquierda

Figura 15

Niveles de severidad general - C.I.



Nota. La figura muestra la proporción de los niveles de severidad en toda la calzada izquierda

Tabla 10

Proporción de niveles de severidad por patología – C.I.

| Patología | Nivel de Severidad | Número de Patologías por Nivel de Severidad | Porcentaje por nivel de severidad | Número Total de Patologías |
|-------------------------|--------------------|---|-----------------------------------|----------------------------|
| Piel de Cocodrilo | Baja | 12 | 1.61% | 17 |
| | Media | 4 | 0.54% | |
| | Alta | 1 | 0.13% | |
| Agrietamiento en Bloque | Baja | 176 | 23.66% | 271 |
| | Media | 58 | 7.80% | |
| | Alta | 37 | 4.97% | |
| | Baja | 13 | 1.75% | 18 |

| | | | | |
|--|-------|-----|--------|-----|
| Abultamiento y Hundimiento | Media | 5 | 0.67% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Corrugación | Baja | 2 | 0.27% | |
| | Media | 0 | 0.00% | 2 |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Grieta de Borde | Baja | 2 | 0.27% | |
| | Media | 6 | 0.81% | 15 |
| | Alta | 7 | 0.94% | |
| Desnivel Carril / Berma | Baja | 9 | 1.21% | |
| | Media | 18 | 2.42% | 30 |
| | Alta | 3 | 0.40% | |
| Grieta Longitudinal y Transversal | Baja | 222 | 29.84% | |
| | Media | 46 | 6.18% | 271 |
| | Alta | 3 | 0.40% | |
| Parcheo | Baja | 10 | 1.34% | |
| | Media | 5 | 0.67% | 15 |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Huecos (Baches) | Baja | 15 | 2.02% | |
| | Media | 18 | 2.42% | 47 |
| | Alta | 14 | 1.88% | |
| Ahuellamiento | Baja | 1 | 0.13% | 1 |
| | Media | 0 | 0.00% | |

| | | | | |
|-------------------------------------|-------|-----|---------|-----|
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| | Baja | 19 | 2.55% | |
| Desprendimiento de Agregados | Media | 19 | 2.55% | 57 |
| | Alta | 19 | 2.55% | |
| Total | | 744 | 100.00% | 744 |

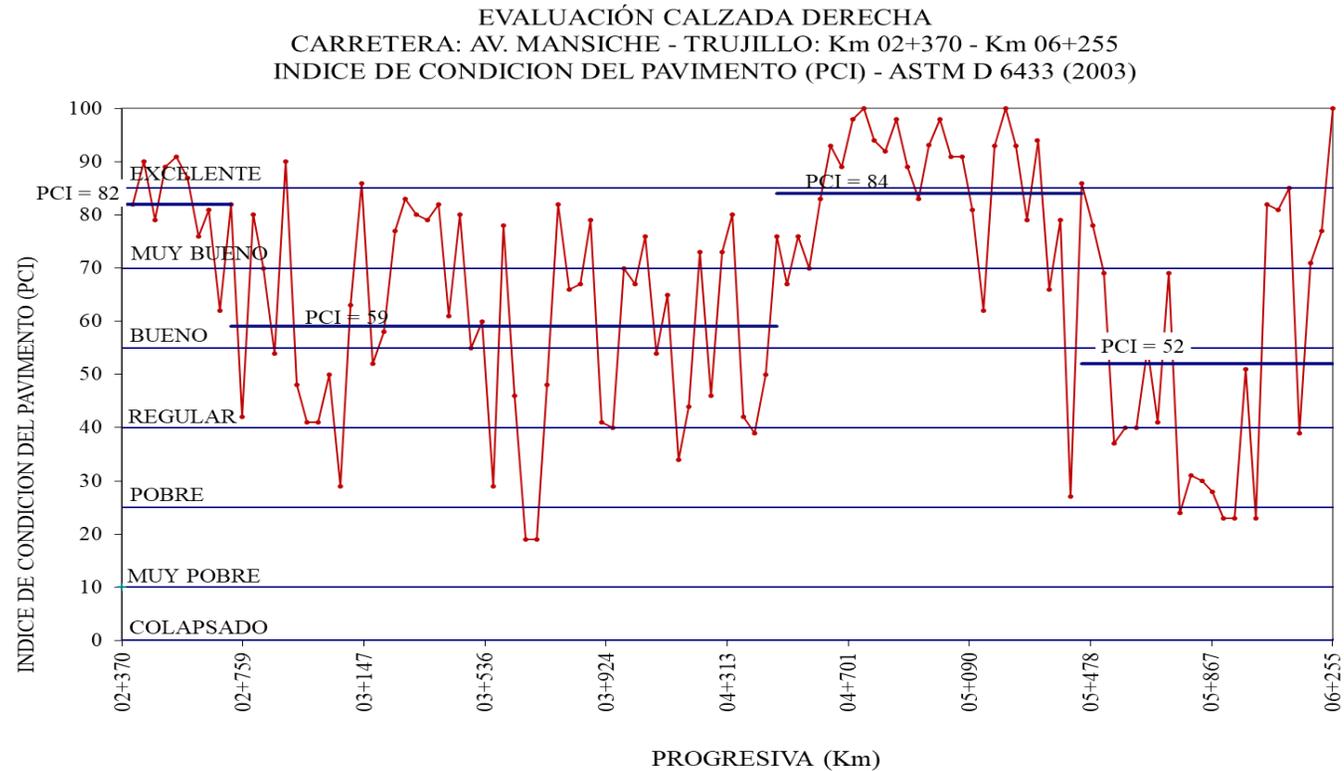
Nota. La tabla muestra la proporción de los niveles de severidad por patología en toda la calzada izquierda

3.3 Índice de Condición del Pavimento

3.3.1 Calzada Derecha

Figura 16

Índice de Condición del Pavimento - C.D.



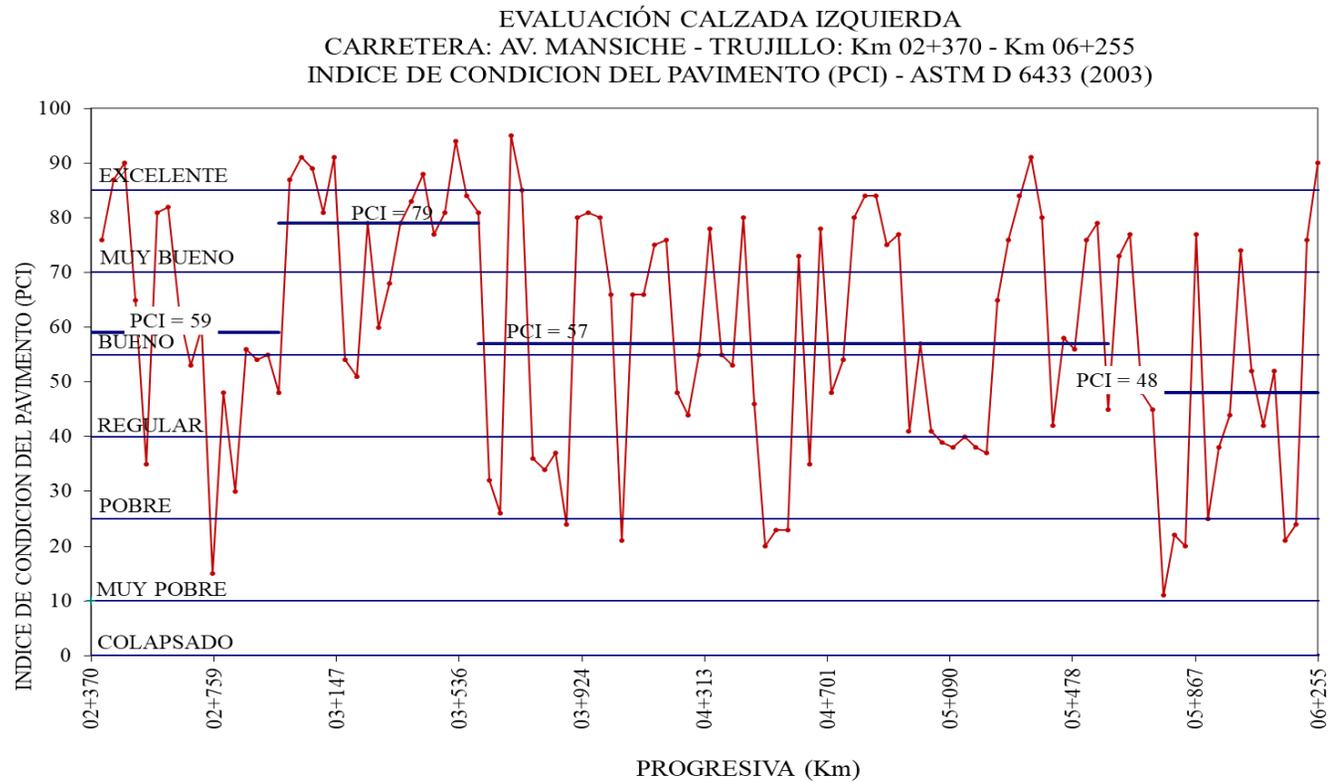
Nota. La figura muestra el seccionamiento de la calzada derecha en 04 tramos con sus PCI respectivos. Tomado de Software Evalpav.

3.3.2 Calzada Izquierda

Evaluación del pavimento flexible mediante el software EvalPav para propuesta de solución de la Av. Mansiche, Trujillo, 2022

Figura 17

Índice de Condición del Pavimento - C.I.



Nota. La figura muestra el seccionamiento de la calzada derecha en 4 tramos con sus PCI respectivos. Tomado de Software Evalpav

3.4 Propuestas de Solución

3.4.1 Calzada Derecha

Tabla 11

Propuestas de solución para el pavimento – C.D.

| Tramo | Progresivas | PCI | Propuesta de Solución | Acciones |
|-------|-----------------|-------------------|---|--|
| 1 | 02+370 – 02+720 | 82 “Muy Bueno” | Mantenimiento menor | Sustitución de parche |
| | | | | Bacheo de carpeta o profundo |
| | | | | Sellado de grietas |
| | | | | Tratamientos superficiales |
| 2 | 02+720 – 04+470 | 59 “Bueno” | Mantenimiento menor, Mantenimiento mayor | Nivelación localizada |
| | | | | Capas asfálticas |
| | | | | Reciclado de capas asfálticas |
| | | | | Sustitución de parche |
| 3 | 04+470 – 05+450 | 84 “Muy Bueno” | Mantenimiento menor | Bacheo de carpeta o profundo |
| | | | | Bacheo de carpeta o profundo |
| | | | | Remoción por fresado |
| | | | | Fresado |
| 4 | 05+450 – 06+255 | 52 “Regular” | Mantenimiento menor, Mantenimiento mayor | Sellado de grietas |
| | | | | Bacheo de superficie, carpeta o profundo |
| | | | | Tratamiento superficial |
| | | | | Nivelación localizada |
| | | | | Sellado de grietas |
| | | | | Capas asfálticas |
| | | | | Reciclado de capas asfálticas |
| | | | | Bacheo de superficie, carpeta o profundo |

Nota. La tabla muestra las propuestas de solución en base al PCI, tipos de patologías y niveles de severidad en la calzada derecha

3.4.2 Calzada Izquierda

Tabla 12

Propuestas de solución para el pavimento – C.I.

| Tramo | Progresivas | PCI | Propuesta de Solución | Acciones |
|-------|-----------------|-------------------|---|--|
| 1 | 02+370 – 02+965 | 59 “Bueno” | Mantenimiento menor, Mantenimiento mayor | Sellado de grietas |
| | | | | Capas asfálticas |
| | | | | Reciclado de capas asfálticas |
| | | | | Bacheo de superficie, carpeta o profundo |
| | | | | Fresado y/o texturación |
| 2 | 02+965 – 03+595 | 79 “Muy Bueno” | Mantenimiento menor | Sellado de grietas |
| | | | | Capas asfálticas |
| | | | | Reciclado de capas asfálticas |
| | | | | Bacheo de superficie, carpeta o profundo |
| | | | | Sellado de grietas |
| 3 | 03+595 – 05+590 | 57 “Bueno” | Mantenimiento menor, mantenimiento mayor | Capas asfálticas |
| | | | | Reciclado de capas asfálticas |
| | | | | Tratamiento superficial |
| | | | | Nivelación localizada |
| | | | | Bacheo de superficie, carpeta o profundo |
| | | | | Sellado de grietas |
| 4 | 05+590 – 06+255 | 48 “Regular” | Mantenimiento menor, Mantenimiento mayor | Capas asfálticas |
| | | | | Reciclado de capas asfálticas |
| | | | | Fresado y/o texturación |
| | | | | Tratamiento superficial |
| | | | | Bacheo de superficie, carpeta o profundo |

Nota. La tabla muestra las propuestas de solución en base al PCI, tipos de patologías y niveles de severidad en la calzada izquierda.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

- En las figuras N°6, 7, 8 y 9 se puede observar las patologías existentes en los tramos seccionados en base al software EvalPav, por calzada, y así determinar las más concurrentes y de mayor incidencia en cada uno de ellos, para posteriormente plantear las propuestas de solución; es así que, respecto a la calzada derecha, en el tramo 1 se presenta la falla de tipo Parcheo en un 48%, Huecos (Baches) 15%, Grietas longitudinales y transversales 11%, Agrietamiento en bloque 9% y demás patologías 17%; el tramo 2 contiene Agrietamiento en bloque 28.95%, Grietas longitudinales y transversales 23.98%, Parcheo 19.88%, Huecos (Baches) 7.60% y demás 19.59%; para el tramo 3 Grieta longitudinal y transversal 60.99%, Agrietamiento en bloque 17.58%, Desprendimiento de agregados 8.79% y demás 12.64%; para el tramo 4 Grieta longitudinal y transversal 41.28%, Agrietamiento en bloque 37.61%, Desprendimiento de agregados 9.17% y demás 11.94%. De igual manera, en las figuras N° 10, 11, 12 y 13 se aprecian las patologías con mayor incidencia para la calzada izquierda, en el tramo 1 se tiene Grietas longitudinales y transversales en un 25.83%, Agrietamiento en bloque 22.52%, Huecos (Baches) 18.54%, Abultamientos y hundimiento 11.26, Piel de cocodrilo 9.27% y demás patologías un 12.58%; para el tramo 2 Grietas longitudinales y transversales 45.86%, Agrietamiento en bloque 32.33%, Desnivel carril/berma 9.02% y demás 12.79%; para el tramo 3 Grietas longitudinales y transversales 40.11%, Agrietamiento en bloque 39.56%, Desprendimiento de agregados 9.89% y demás

10.44%; por último, el tramo 4 Agrietamiento en bloque 52.08%, Grietas longitudinales y transversales 26.04%, Desprendimiento de agregados 11.46% y demás 10.42%.

- En la figura N°14 se aprecia que, en la calzada derecha el 68% de las patologías halladas poseen un nivel de severidad bajo, el 17% corresponde a severidad media y por último el 13% a severidad alta. Del global de estos porcentajes, en la tabla N°9 se puede desglosar que la falla piel de cocodrilo posee el 1.36% de severidad baja, 1.23% severidad media y 1.50% severidad alta; Agrietamiento en bloque 13.64% severidad baja, 8.19% severidad media y 2.86% severidad alta; Abultamiento y hundimiento 1.50% severidad baja, 0.41% severidad media y 0.14% severidad alta; Corrugación 0.14% severidad baja; Depresión 0.14% severidad baja y 0.14% severidad alta; Grieta de borde 1.09% severidad baja, 0.82% severidad media y 0.55% severidad alta; Desnivel carril/berma 1.36% severidad baja, 0.82% severidad media y 0.55% severidad alta; Grietas longitudinales y transversales 28.92% severidad baja, 3.41% severidad media y 1.64% severidad alta; Parcheo 13.92% severidad baja, 1.50% severidad media y 0.55% severidad alta; Huecos (Baches) 2.59% severidad baja, 1.36% severidad media y 3.14% severidad baja; Ahuellamiento 0.14% severidad baja; Grieta parabólica 0.14% severidad baja; Desprendimiento de agregados 3.14% severidad baja, 1.64% severidad media y 1.50% severidad alta. Por otro lado, en la figura N°15 se observa que, la calzada izquierda posee un 65% de patologías en severidad baja, 24% de severidad media y 11% severidad alta, de las cuales en la tabla N°10 se detalla que, las patologías encontradas como piel de cocodrilo posee el 1.61% de severidad baja, 0.54% severidad

media y 0.13% severidad alta; Agrietamiento en bloque 23.66% severidad baja, 7.80% severidad media y 4.97% severidad alta; Abultamiento y hundimiento 1.75% severidad baja y 0.67% severidad media; Corrugación 0.27% severidad baja; Grieta de borde 0.27% severidad baja, 0.81% severidad media y 0.94% severidad alta; Desnivel carril/berma 1.21% severidad baja, 2.42% severidad media y 0.4% severidad alta; Grietas longitudinales y transversales 29.84% severidad baja, 6.18% severidad media y 0.40% severidad alta; Parcheo 1.34% severidad baja y 0.67% severidad media; Huecos (Baches) 2.02% severidad baja, 2.42% severidad media y 1.88% severidad baja; Ahuellamiento 0.13% severidad baja; Desprendimiento de agregados 2.55% severidad baja, 2.55% severidad media y 2.55% severidad alta.

- En la figura N°16 se observa que, al realizar la evaluación de la calzada derecha, mediante la exportación de la información obtenida en el software EvalPav en un archivo Excel, esta se seccionó en 4 tramos, en los cuales, para el primero se obtuvo un valor de PCI de 82 “Muy bueno”, para el segundo un PCI de 59 “Bueno”, para el tercero un PCI de 84 “Muy bueno” y por último un PCI de 52 “Regular”. De igual forma, en la figura N°17 se observa que, la calzada izquierda fue seccionada también en 4 tramos, el primero con un valor de PCI de 59 “Bueno”, el segundo 79 “Muy bueno”, el tercero 57 “Bueno” y por último de 48 “Regular”.
- Dicho lo anterior, se determinó las propuestas de solución, las cuales se plantearon en base al PCI, por calzada y seccionadas en los 4 tramos respectivamente; además, se tuvo en cuenta la incidencia de las fallas presentes a lo largo de la vía de estudio, al

igual que la proporción de los niveles de severidad por tipo de patología, es así que, en la tabla N°11 se observa que, para la calzada derecha en el primer tramo según los puntos mencionados anteriormente, con un PCI de 82 “Muy Bueno” se propone un mantenimiento menor dentro del cual por la incidencia de falla y severidades se debe tomar acciones de intervención como sustitución de parche, bacheo de carpeta o profundo, sellado de grietas, tratamientos superficiales y nivelación localizada; para el tramo 2 con PCI de 59 “Bueno” se propone mantenimiento menor y mantenimiento mayor, con acciones como capas asfálticas, sustitución de parche, bacheo de carpeta o profundo, remoción por fresado y fresado; para el tramo 3 con un PCI 84 “Muy Bueno” mantenimiento menor, con acciones como sellado de grietas; bacheo de superficie, carpeta o profundo, tratamiento superficial y nivelación localizada; para el tramo 4 PCI 52 “Regular” se plantea ejecutar mantenimiento menor y mantenimiento mayor, y se sugiere aplicar acciones de intervención como sellado de grietas, capas asfálticas, reciclado de capas asfálticas y bacheo de superficie, carpeta o profundo. Seguidamente, en la tabla N°12 se aprecia que, para la calzada izquierda se obtuvo en el tramo 1 un PCI de 59 “Bueno”, por lo cual se sugiere realizar mantenimiento menor y mantenimiento mayor, planteando como acciones de intervención sellado de grietas, capas asfálticas, reciclado de capas asfálticas, bacheo de superficie, carpeta o profundo y fresado y/o texturación; para el tramo 2 con un PCI de 79 “Muy Bueno” se propone realizar un mantenimiento menor con acciones como sellado de grietas, capas asfálticas, reciclado de capas asfálticas y bacheo de superficie, carpeta o profundo;

para el tramo 3 con un PCI 57 “Bueno” se plantea ejecutar un mantenimiento menor y mantenimiento mayor con acciones de por medio como sellado de grietas, capas asfálticas, reciclado de capas asfálticas, tratamiento superficial, nivelación localizada y bacheo de superficie carpeta o profundo; finalmente para el tramo 4 con un PCI de 48 “Regular” se formula aplicar mantenimiento menor y mantenimiento mayor con acciones como sellado de grietas, capas asfálticas, reciclado de capas asfálticas, fresado y/o texturación, tratamiento superficial y bacheo de carpeta o profundo.

- Contrastando la investigación redactada por Castillo & Makishi (2022), al igual que en nuestro estudio, sectorizaron la vía 2 partes, es decir por calzadas en todo su ancho y separadas por una berma central y en base a sus PCI obtenidos “Muy Bueno” y “Excelente” muestran que su pavimento se encontraba en una mejor condición que nuestra vía de estudio, ya que contamos con tramos que muestra calificaciones que van hasta “Regular”. Adicionalmente, de todas las fallas posibles que pueden existir en un pavimento flexible, dichos autores solo encontraron 11 patologías, frente a los 13 tipos de falla de pavimento que nosotros encontramos en nuestra vía.
- Al realizar un análisis comparativo con los resultados del estudio realizado por Medina & Mueras (2021), primero, dichos autores obtuvieron 48 unidades de muestra por carril, componiendo así 96 unidades de muestra en total, frente a nuestro estudio que obtuvimos 111 unidades de muestra por calzada, haciendo un total de 222 unidades de muestra en toda la vía estudiada. Con ello, los índices de condición del pavimento que obtuvieron en sus 3 tramos fueron de “Malo”, “Regular y “Malo”, mientras que, en

nuestro estudio, al contar con más tramos, obtuvimos como PCI calificaciones entre “Muy Bueno”, “Bueno” y “Regular”, lo cual además pone en evidencia que nuestra vía de estudio se encuentra en un mejor estado de conservación que la suya.

- Al contrastar el estudio ejecutado por Correa & Del Carpio (2019), se observa que, los resultados fueron reportados por sectores (3) ya que les permitió una mejor interpretación de los mismo, caso similar sucede en nuestra investigación, ya que decidimos reportar los resultados por calzada (izquierda y derecha) y posteriormente por tramos, para una mejor interpretación; a partir de esto, para plantear sus propuestas de intervención, dichos autores utilizaron el siguiente criterio: si el estado de conservación del pavimento se encuentra en un estado de excelente o muy bueno, sus propuestas de intervención es un mantenimiento rutinario; si la vía se encuentra en una calificación bueno o aceptable, la propuesta de solución es un mantenimiento general, ya sea periódico y rutinario; si el pavimento tiene una condición de pobre, las acciones de ejecución deben ser de rehabilitación y por último, si el pavimento cuenta con un estado de muy pobre o fallado, la intervención debe ser de una construcción; mientras que en nuestro estudio, para nuestros resultados de propuestas de solución, además de tener en cuenta los valores de PCI, se consideró también la incidencia de las fallas y la incidencia o proporción de los niveles de severidad por cada tipo de las fallas existentes en el pavimento, utilizando las teorías de los ingenieros Jugo (2005) y Vásquez (2002). De igual forma, sus resultados evidencian a las fallas de tipo huecos y desprendimiento de agregados con mayor presencia, mientras que, en nuestro caso las patologías con

mayor incidencia son las grietas longitudinales y transversales y las grietas en bloque.

Adicional a ello, dichos autores manifiestan que el nivel de severidad predominante es el medio, mientras que, en nuestro estudio, el nivel de severidad con mayor proporción es el bajo.

- En la tesis desarrollada por Carrasco & Romero (2021) al evaluar su pavimento, determinaron la presencia de 12 tipos de fallas las cuales fueron: piel de cocodrilo, fisura en bloque, abultamiento y hundimiento, fisura de borde, fisuras longitudinales y transversales, parches y parches de cortes utilitarios, baches, ahuellamiento, desplazamiento, fisura parabólica o por desplazamiento, hinchamiento y peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados; mientras que en nuestro estudio, de todos los tipos de patologías que pueden existir, se encontraron 13 tipos de fallas, las cuales fueron: piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, abultamiento y hundimiento, corrugación, depresión, grieta de borde, desnivel de carril/berma, grietas longitudinal y transversal, parcheo, huecos, ahuellamiento, grieta parabólica y desprendimiento de agregados.
- Por su parte, al comparar la tesis elaborada por Vásquez y Tapia (2021), se pudo encontrar solo 7 patologías en toda su vía de estudio, las cuales fueron: piel de cocodrilo, abultamiento y hundimiento, grietas longitudinales y transversales, parcheo y acometidas, pulimiento de agregados, huecos y ahuellamiento; siendo la falla de tipo ahuellamiento la de mayor incidencia. Además, sus resultados obtenidos fueron por carril, obteniendo un PCI de 64 “Bueno” en el carril derecho y en el izquierdo un PCI

Evaluación del pavimento flexible mediante el software EvalPav para propuesta de solución de la Av. Mansiche, Trujillo, 2022 de 43 calificándolo como “Regular”; que, a comparación de nuestro estudio, la evaluación fue por calzada (derecha e izquierda) y los PCI promedio los reportamos por tramos (4 por calzada).

LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Se presentaron limitaciones al momento de buscar los antecedentes, debido a que hay existencia de trabajos; sin embargo, en su mayoría con un enfoque comparativo con los distintos métodos existentes para la evaluación del pavimento.
- Para la toma de datos se tuvo algunas limitaciones debido al alto tránsito que circulaba en la vía de estudio, lo cual representaba un peligro para el trabajo de campo ante posibles accidentes.
- Por otro lado, hubo complicaciones por el tema de las precipitaciones pluviales, limitando el trabajo de campo, ya que perjudicaba en la recolección y toma de los datos.

IMPLICANCIAS DE LA INVESTIGACIÓN

- A fin de cumplir con el cometido del estudio se tuvo que recurrir al manual del PCI (ASTM D 6433-03), para poder determinar la severidad de forma precisa y veraz, cada una de las fallas existentes en la vía.
- Así también, se hizo uso del Manual del usuario del ministerio de transportes y comunicaciones como guía para realizar el procesamiento de datos en el software Evalpav.
- Es de carácter importante para la sociedad, tener una noción del funcionamiento de nuestras vías, por ello, al realizar la corroboración de algunos de los resultados se hizo

el cálculo del PCI de forma manual haciendo uso de los ábacos presentes en la norma ASTM D 6433-03 y así tener resultados con un aporte de valor, calidad y buen grado de confiabilidad, esto nos permitió facilitar el análisis de interpretación de los resultados obtenidos y plantear las propuestas de solución de manera acertada.

4.2 Conclusiones

- Con la ejecución del estudio se logró evaluar el pavimento flexible mediante el software EvalPav para propuestas de solución de la Av. Mansiche en la ciudad de Trujillo; por lo cual, en términos generales, se pudo percibir que, en su mayoría el estado de conservación de dicha vía contempla clasificaciones de PCI que van desde “Regular” a “Excelente”.
- Se observó y determinó la incidencia de los tipos de patologías existentes en los tramos seccionados por calzada, lo cual permitió y fue tomado en cuenta para plantear las propuestas de solución en la vía; respecto a la calzada derecha se concluye que las patologías más recurrentes son “Grietas longitudinales y transversales”, “Agrietamiento en bloque”, “Parcheo” y “desprendimiento de agregados”. Por su parte, en la calzada izquierda, se concluye que las patologías más recurrentes son “Grietas longitudinales y transversales”, “Agrietamiento en bloque”, “Huecos (Baches)”, “Abultamientos y hundimiento”, “Piel de cocodrilo”, “Desnivel carril/berma”, “Desprendimiento de agregados”. Adicionalmente, analizando la incidencia de fallas mencionadas y sus posibles causas en el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación vial del MTC (2018), podemos concluir que el deterioro de la calzada

derecha e izquierda tiene como causas principales: Retracción térmica del asfalto por pérdida de flexibilidad, apertura de juntas de construcciones defectuosas, fatiga por carga superior a la permisible en la capa asfáltica, falta de adherencia del asfalto o mala dosificación, agregados defectuosos, fallas en la construcción y algunas fallas evolucionan a partir de otras.

- Se determinó la proporción de los niveles de severidad por tipo de patología, de forma general en la calzada derecha el 68% de las patologías poseen un nivel de severidad bajo, el 17% tienen un nivel medio y por último el 13% cuentan con una severidad alta. De igual forma, la calzada izquierda posee un 65% de patologías en severidad baja, 24% en severidad media y 11% en severidad alta.
- Se logró definir el índice de condición del pavimento (PCI) para conocer el estado de conservación de la Av. Mansiche, de modo que, en la calzada derecha el tramo 1 obtuvo un valor de PCI de 82 “Muy bueno”, el tramo 2 un PCI de 59 “Bueno”, el tramo 3 un PCI de 84 “Muy bueno” y el tramo 4 un PCI de 52 “Regular”. De igual forma, en la calzada izquierda se obtuvo en el tramo 1 un PCI de 59 “Bueno”, el tramo 2 alcanzó un PCI de 79 “Muy bueno”, el tramo 3 logró un PCI de 57 “Bueno”; por último, el tramo 4 consiguió un valor de PCI de 48 “Regular”.
- Finalmente, se determinó las propuestas de solución para el mantenimiento y preservación del pavimento flexible de la Av. Mansiche, de manera que, en la calzada derecha, en el tramo 1 se plantea ejecutar un mantenimiento menor, en el tramo 2 realizar un mantenimiento menor y mayor, en el tramo 3 se propone ejecutar un

mantenimiento menor y en el tramo 4 efectuar un mantenimiento menor y mayor. Por su parte, en la calzada izquierda, en el tramo 1 se sugiere ejecutar un mantenimiento menor y mayor, en el tramo 2 un mantenimiento menor y en los tramos 3 y 4 se propone realizar acciones de un mantenimiento menor y mayor.

4.3 Recomendaciones

- Al analizar el estado de condición del pavimento, es necesario realizar una inspección de todas las unidades de muestras y dar con una solución acorde al tipo de patologías encontradas en el tramo.
- Se recomienda que las autoridades responsables verifiquen de manera profunda el estado de la vía a fin de dar con la solución óptima, puesto que de esto depende la duración del mismo, y así obtener beneficios tanto económicos, como sociales.
- Se recomienda realizar evaluaciones periódicas para dar soluciones a corto plazo, para así mantener el buen estado del pavimento flexible.
- Para investigaciones futuras con la metodología PCI, se recomienda considerar medidas de seguridad, para así evitar accidentes con el tránsito vehicular y facilitar los trabajos de campo.
- Por último, se recomienda hacer uso de herramientas precisas y acordes con la toma de datos para tener una mejor confiabilidad del trabajo realizado.

REFERENCIAS

- Albert, M. (2007). *La investigación educativa*. McGraw-Hill Interamericana de España.
- Amaya, A. & Rojas, E. (2017). *Análisis comparativo entre metodologías vizir y pci para la auscultación visual de pavimentos flexibles en la ciudad de Bogotá* [Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio de la Universidad Santo Tomás <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/4566>
- Arias F. (2012). *El proyecto de investigación* (6a ed.). EPISTEME, C.A.
- Cabrera, M. (2019) *Ingeniería de Transportes*. Universidad Rural de Guatemala. Docsity <https://www.docsity.com/es/ingenieria-de-transporte-2/4953501/>
- Campos, G. & Lule, N. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 7(13), 45-60.
- Carrasco, E. & Romero, A. (2021). *Evaluación del deterioro del pavimento flexible, con el método PCI, en la Av. Nicolás de Piérola, Trujillo, 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Trujillo]. Repositorio de la Universidad Privada de Trujillo <http://181.176.219.234/handle/UPRIT/667>
- Castillo, R. & Makishi, C. (2022). *Correlación del PCI mediante la utilización de la forma manual y la forma con el software EvalPav en la Av. Pedro Beltrán, distrito de Ventanilla, Callao, en el año 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/31831>

Correa, M. & Del Carpio, L. (2019). *Evaluación PCI y propuesta de intervención para el pavimento flexible del jirón Los Incas de Piura* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura].

Repositorio de la Universidad de Piura <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/4162>

Da Costa, M. (2005). *Consideração da temperatura no comportamento à reflexão de fendas dos reforços de pavimentos rodoviários flexíveis* [Tesis de doctorado, Universidade do Minho].

Repositorio de la Universidade do Minho <http://repositorium.sdum.uminho.pt/>

González, H., Ruiz, P. & Guerrero, D. (2019). Propuesta de metodología para la evaluación de pavimentos mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI). *Ciencia en su PC*, 1(1), 58-72.

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, M. (2014) *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Jugo B. (2005). *Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles*. Caracas – Venezuela.

Medina, A., & De la Cruz, M. (2015). *Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581505/Medina_PA.pdf?sequence=1

Medina, K. & Mueras, W. (2021). *Evaluación superficial del pavimento flexible, utilizando el Método Pavement Condition Index (PCI) en la Avenida Cieneguilla del distrito de Cieneguilla* [Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres]. Repositorio de la Universidad San Martín de Porres. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/8482>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). *Manual de Carreteras*. R.D. N° 10 2014 – MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). *Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial*. R.D. N° 08 - 2014 – MTC/14.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (s.f.). *Manual del Usuario*. MTC

Panduro, C. (2020). *Evaluación superficial del pavimento en la Av. Sebastián Lorente, Cercado de Lima, Lima, mediante el método de índice de condición de pavimento (PCI), en el año 2020* [Tesis de bachiller, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio de la Universidad Tecnológica del Perú <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3339>

Quintero, F., Ortiz, A. & Sánchez, J (2015). *Plan de mantenimiento para pavimento rígido y flexible sobre las vías del estado de Mérida*. [Tesis de pregrado, Instituto Universitario Politécnico “Santiago Mariño”] https://issuu.com/albaortiz64/docs/proyecto_final..docx

Ramos, C. & Ramos, R. (2018). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (pci) en la vía: Palca - Laimina - Huancavelica* [Tesis de

pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio de la Universidad Nacional de Huancavelica <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/2822>

Tacza, E. & Rodríguez, B. (2018). *Evaluación de fallas mediante el método PCI y planteamiento de alternativas de intervención para mejorar la condición operacional del pavimento flexible en el carril segregado del corredor Javier Prado* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/624556>

Sac, J. & Sac, L. (2019). *Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible por el método del PCI en Avenida prolongación unión, Distrito de Trujillo, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Trujillo]. Repositorio de la Universidad Privada de Trujillo <http://181.176.219.234/handle/UPRIT/281>

Sociedad Estadounidense Para Pruebas y Materiales (2003). *D 6433 – Procedimiento Estándar para la Inspección del Índice de Condición del Pavimento en Caminos y estacionamientos*. Comité ASTM E17

Tamayo, M. (2002). *El proceso de la investigación científica* (4ta ed.). Limusa S.A.

Universidad Mayor de San Simón (2004). *Manual completo diseño de pavimentos*. Facultad de Ciencias y Tecnología.

Vásquez, R. & Tapia, E. (2021). *Evaluación del pavimento flexible, mediante el método PCI, del km 80+000 al km 90+000 de la carretera Trujillo—Huamachuco, región La Libertad*

[Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/8145>

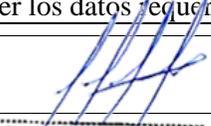
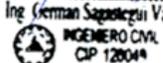
Vásquez, L. (2002) Pavement Condition Index (PCI). Ingepav.
<https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-pci1.pdf>

Vivar, G. (1995). *Diseño y Construcción de Pavimentos* (2da ed.). Colegio de ingenieros del Perú.

Anexo 2: Validación de Instrumento de Recolección de Datos

Tabla 14

Matriz de evaluación de experto aprobada

| MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS | | | | |
|--|--|---------|----|---------------|
| Título de la investigación: | Evaluación del pavimento flexible mediante el software Evalpav para propuestas de solución de la av. Mansiche, Trujillo, 2022. | | | |
| Línea de investigación: | Salud pública y poblaciones vulnerables | | | |
| Apellidos y nombres del experto: | MCs. Ing. Germán Sagástegui Vásquez | | | |
| El instrumento de medición pertenece a la variable: | Evaluación del pavimento flexible | | | |
| <p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p> | | | | |
| Ítems | Preguntas | Aprecia | | Observaciones |
| | | SÍ | NO | |
| 1 | ¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado? | x | | |
| 2 | ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación? | x | | |
| 3 | ¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación? | x | | |
| 4 | ¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación? | x | | |
| 5 | ¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio? | x | | |
| 6 | ¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores? | x | | |
| 7 | ¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos? | x | | |
| 8 | ¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio? | x | | |
| 9 | ¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos? | x | | |
| Sugerencias: | | | | |
| Firma del Experto: | | | | |
|  Ing. German Sagastegui Vasquez  INGENIERO CIVIL CIP 128049 | | | | |

Anexo 3: Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 01/C.D.

Tabla 15

Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 01/C.D.

| Patología | Nivel de Severidad | Número de Patologías | Porcentaje | Número Total de Patologías |
|--|---------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Piel de Cocodrilo | Baja | 4 | 80.00% | 5 |
| | Media | 1 | 20.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Agrietamiento en Bloque | Baja | 8 | 88.89% | 9 |
| | Media | 1 | 11.11% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Abultamiento y Hundimiento | Baja | 7 | 87.50% | 8 |
| | Media | 1 | 12.50% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Depresión | Baja | 1 | 100.00% | 1 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Grietas Longitudinales y Transversales | Baja | 11 | 100.00% | 11 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Parcheo | Baja | 45 | 93.75% | 48 |
| | Media | 2 | 4.17% | |

| | | | | |
|------------------------------|-------|------------|---------|------------|
| | Alta | 1 | 2.08% | |
| | Baja | 11 | 73.33% | |
| Huecos (Baches) | Media | 4 | 26.67% | 15 |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| | Baja | 1 | 100.00% | |
| Ahuellamiento | Media | 0 | 0.00% | 1 |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| | Baja | 1 | 100.00% | |
| Grieta Parabólica | Media | 0 | 0.00% | 1 |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| | Baja | 1 | 100.00% | |
| Desprendimiento de Agregados | Media | 0 | 0.00% | 1 |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Total de patologías | | 100 | | 100 |

Anexo 4: Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo -

Tramo 02/C.D.

Tabla 16

Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 02/C.D.

| Patología | Nivel de Severidad | Número de Patologías | Porcentaje | Número Total de Patologías |
|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Piel de Cocodrilo | Baja | 6 | 24.00% | 25 |
| | Media | 8 | 32.00% | |
| | Alta | 11 | 44.00% | |
| Agrietamiento en Bloque | Baja | 56 | 56.57% | 99 |
| | Media | 31 | 31.31% | |
| | Alta | 12 | 12.12% | |
| Abultamiento y Hundimiento | Baja | 2 | 40.00% | 5 |
| | Media | 2 | 40.00% | |
| | Alta | 1 | 20.00% | |
| Corrugación | Baja | 1 | 100.00% | 1 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Depresión | Baja | 0 | 0.00% | 1 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 1 | 100.00% | |
| Grieta de Borde | Baja | 1 | 20.00% | 5 |

| | | | | |
|--|-------|------------|--------|------------|
| | Media | 2 | 40.00% | |
| | Alta | 2 | 40.00% | |
| | Baja | 3 | 27.27% | |
| Desnivel Carril / Berma | Media | 4 | 36.36% | 11 |
| | Alta | 4 | 36.36% | |
| Grietas Longitudinales y Transversales | Baja | 62 | 75.61% | 82 |
| | Media | 17 | 20.73% | |
| | Alta | 3 | 3.66% | |
| Parcheo | Baja | 56 | 82.35% | 68 |
| | Media | 9 | 13.24% | |
| | Alta | 3 | 4.41% | |
| Huecos (Baches) | Baja | 4 | 15.38% | 26 |
| | Media | 4 | 15.38% | |
| | Alta | 18 | 69.23% | |
| Desprendimiento de Agregados | Baja | 9 | 47.37% | 19 |
| | Media | 7 | 1.00% | |
| | Alta | 3 | 15.79% | |
| Total de patologías | | 342 | | 342 |

Anexo 5: Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 03/C.D.

Tabla 17

Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 03/C.D.

| Patología | Nivel de Severidad | Número de Patologías | Porcentaje | Número Total de Patologías |
|-----------------------------------|--------------------|----------------------|------------|----------------------------|
| Agrietamiento en Bloque | Baja | 19 | 59.38% | 32 |
| | Media | 12 | 37.50% | |
| | Alta | 1 | 3.13% | |
| Abultamiento y Hundimiento | Baja | 2 | 100.00% | 2 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Grieta de Borde | Baja | 4 | 57.14% | 7 |
| | Media | 3 | 42.86% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Desnivel Carril / Berma | Baja | 7 | 87.50% | 8 |
| | Media | 1 | 12.50% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Grieta Longitudinal y Transversal | Baja | 94 | 84.68% | 111 |
| | Media | 8 | 7.21% | |
| | Alta | 9 | 8.11% | |
| Huecos (Baches) | Baja | 4 | 66.67% | 6 |

| | | | | |
|------------------------------|-------|------------|--------|------------|
| | Media | 1 | 16.67% | |
| | Alta | 1 | 16.67% | |
| Desprendimiento de Agregados | Baja | 11 | 68.75% | |
| | Media | 4 | 25.00% | 16 |
| | Alta | 1 | 6.25% | |
| Total de Patologías | | 182 | | 182 |

Anexo 6: Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 04/C.D.

Tabla 18

Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 04/C.D.

| Patología | Nivel de Severidad | Número de Patologías | Porcentaje | Número Total de Patologías |
|-----------------------------------|--------------------|----------------------|------------|----------------------------|
| Agrietamiento en Bloque | Baja | 17 | 41.46% | 41 |
| | Media | 16 | 39.02% | |
| | Alta | 8 | 19.51% | |
| Grieta de Borde | Baja | 3 | 50.00% | 6 |
| | Media | 1 | 16.67% | |
| | Alta | 2 | 33.33% | |
| Desnivel Carril / Berma | Baja | 0 | 0.00% | 1 |
| | Media | 1 | 100.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Grieta Longitudinal y Transversal | Baja | 45 | 100.00% | 45 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Parcheo | Baja | 1 | 100.00% | 1 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Huecos (Baches) | Baja | 0 | 0.00% | 5 |

| | | | | |
|------------------------------|-------|------------|--------|------------|
| | Media | 1 | 20.00% | |
| | Alta | 4 | 80.00% | |
| Desprendimiento de Agregados | Baja | 2 | 20.00% | |
| | Media | 1 | 10.00% | 10 |
| | Alta | 7 | 70.00% | |
| Total de Patologías | | 109 | | 109 |

Anexo 7: Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 01/C.I.

Tabla 19

Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 01/C.I.

| Patología | Nivel de Severidad | Número de Patologías | Porcentaje | Total de Patologías |
|----------------------------|--------------------|----------------------|------------|---------------------|
| Piel de Cocodrilo | Baja | 10 | 71.43% | 14 |
| | Media | 4 | 28.57% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Agrietamiento en Bloque | Baja | 31 | 91.18% | 34 |
| | Media | 3 | 8.82% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Abultamiento y Hundimiento | Baja | 12 | 70.59% | 17 |
| | Media | 5 | 29.41% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Corrugación | Baja | 2 | 100.00% | 2 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Grieta de Borde | Baja | 1 | 100.00% | 1 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| | Baja | 34 | 87.18% | 39 |

| | | | | |
|-----------------------------------|-------|------------|---------|------------|
| Grieta Longitudinal y Transversal | Media | 5 | 12.82% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Parcheo | Baja | 8 | 72.73% | |
| | Media | 3 | 27.27% | 11 |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Huecos (Baches) | Baja | 11 | 39.29% | |
| | Media | 13 | 46.43% | 28 |
| | Alta | 4 | 14.29% | |
| Ahuellamiento | Baja | 1 | 100.00% | |
| | Media | 0 | 0.00% | 1 |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Desprendimiento de Agregados | Baja | 2 | 50.00% | |
| | Media | 1 | 25.00% | 4 |
| | Alta | 1 | 25.00% | |
| Total de Patologías | | 151 | | 151 |

Anexo 8: Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo -

Tramo 02/C.I.

Tabla 20

Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 02/C.I.

| Patología | Nivel de Severidad | Número de Patologías | Porcentaje | Número Total de Patologías |
|----------------------------|--------------------|----------------------|------------|----------------------------|
| Piel de Cocodrilo | Baja | 2 | 100.00% | 2 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Agrietamiento en Bloque | Baja | 32 | 74.42% | 43 |
| | Media | 10 | 23.26% | |
| | Alta | 1 | 2.33% | |
| Abultamiento y Hundimiento | Baja | 1 | 100.00% | 1 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Grieta de Borde | Baja | 0 | 0.00% | 1 |
| | Media | 1 | 100.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Desnivel Carril / Berma | Baja | 4 | 33.33% | 12 |
| | Media | 7 | 58.33% | |
| | Alta | 1 | 8.33% | |
| | Baja | 54 | 88.52% | 61 |

| | | | | |
|-----------------------------------|-------|------------|--------|------------|
| Grieta Longitudinal y Transversal | Media | 7 | 11.48% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Parcheo | Baja | 1 | 33.33% | |
| | Media | 2 | 66.67% | 3 |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Huecos (Baches) | Baja | 2 | 50.00% | |
| | Media | 0 | 0.00% | 4 |
| | Alta | 2 | 50.00% | |
| Desprendimiento de Agregados | Baja | 2 | 33.33% | |
| | Media | 4 | 66.67% | 6 |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Total de Patologías | | 133 | | 133 |

Anexo 9: Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 03/C.I.

Tabla 21

Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 03/C.I.

| Patología | Nivel de Severidad | Número de Patologías | Porcentaje | Número Total de Patologías |
|-----------------------------------|--------------------|----------------------|------------|----------------------------|
| Piel de Cocodrilo | Baja | 0 | 0.00% | 1 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 1 | 100.00% | |
| Agrietamiento en Bloque | Baja | 87 | 60.42% | 144 |
| | Media | 31 | 21.53% | |
| | Alta | 26 | 18.06% | |
| Grieta de Borde | Baja | 1 | 14.29% | 7 |
| | Media | 4 | 57.14% | |
| | Alta | 2 | 28.57% | |
| Desnivel Carril / Berma | Baja | 5 | 27.78% | 18 |
| | Media | 11 | 61.11% | |
| | Alta | 2 | 11.11% | |
| Grieta Longitudinal y Transversal | Baja | 110 | 75.34% | 146 |
| | Media | 33 | 22.60% | |
| | Alta | 3 | 2.05% | |
| Parqueo | Baja | 1 | 100.00% | 1 |

| | | | | |
|------------------------------|-------|------------|--------|------------|
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| | Baja | 2 | 18.18% | |
| Huecos (Baches) | Media | 4 | 36.36% | 11 |
| | Alta | 5 | 45.45% | |
| | Baja | 13 | 36.11% | |
| Desprendimiento de Agregados | Media | 11 | 30.56% | 36 |
| | Alta | 12 | 33.33% | |
| Total de Patologías | | 364 | | 364 |

Anexo 10: Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 04/C.I.

Tabla 22

Niveles de severidad por tipos de patologías y número de patologías según su tipo - Tramo 04/C.I.

| Patología | Nivel de Severidad | Número de Patologías | Porcentaje | Número Total de Patologías |
|-----------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Agrietamiento en Bloque | Baja | 26 | 52.00% | 50 |
| | Media | 14 | 28.00% | |
| | Alta | 10 | 20.00% | |
| Grieta de Borde | Baja | 0 | 0.00% | 6 |
| | Media | 1 | 16.67% | |
| | Alta | 5 | 83.33% | |
| Grieta Longitudinal y Transversal | Baja | 24 | 96.00% | 25 |
| | Media | 1 | 4.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Parcheo | Baja | 0 | 0.00% | 0 |
| | Media | 0 | 0.00% | |
| | Alta | 0 | 0.00% | |
| Huecos (Baches) | Baja | 0 | 0.00% | 4 |
| | Media | 1 | 25.00% | |
| | Alta | 3 | 75.00% | |
| | Baja | 2 | 18.18% | 11 |

| | | | |
|------------------------------|-------|----|--------|
| Desprendimiento de Agregados | Media | 3 | 27.27% |
| | Alta | 6 | 54.55% |
| Total de Patologías | | 96 | 96 |

Anexo N° 11: Panel Fotográfico

Figura 18

Patología "Piel de cocodrilo"



Figura 19

Patología "Agrietamiento en bloque"



Figura 18

Patología "Grieta de borde"



Figura 19

Patología "Desnivel carril/berma"



Figura 21

Patología “Grietas longitudinales y transversales”



Figura 20

Parqueo



Figura 23

Patología “Huecos Baches”



Figura 22

Patología “Desprendimiento de agregados”



Figura 24

Medida de longitud de patología en pavimento



Figura 25

Medida de ancho de calzada izquierda



Figura 26

Calzada derecha de la Av. Mansiche



Figura 27

Medida de ancho de patología en el pavimento



Anexo N° 12: Hojas de Inspección por Unidad de Muestra - Calzada derecha

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

| | | |
|---|---------------------------------|--|
| ZONA C.D. | ABSCISA INICIAL 2+370 | UNIDAD DE MUESTREO 001 |
| CODIGO VÍA | ABSCISA FINAL 2+405 | ÁREA DE MUESTREO 297.5 m² |
| INSPECCIONADA POR Caspio Biayan | FECHA 17-01-23 | |

| No. | Daño | No. | Daño |
|-----|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1 | Piel de cocodrilo. | 11 | Parqueo. |
| 2 | Exudación. | 12 | Pulimento de agregados. |
| 3 | Agrietamiento en bloque. | 13 | Huecos. |
| 4 | Abultamientos y hundimientos. | 14 | Cruce de vía férrea. |
| 5 | Corrugación. | 15 | Ahuellamiento. |
| 6 | Depresión | 16 | Desplazamiento. |
| 7 | Grieta de borde. | 17 | Grieta parabólica (slippage) |
| 8 | Grieta de reflexión de junta. | 18 | Hinchamiento. |
| 9 | Desnivel carril / berma | 19 | Desprendimiento de agregados. |
| 10 | Grietas long. y transversal. | | |

| DAÑO | SEVERIDAD | X | Y | LONGITUD | ANCHO |
|------|-----------|------|-------|----------|-------|
| 2 | B | 2 | 11.3 | 2.10 | 0.60 |
| 19 | B | 2.9 | 10.5 | 16.35 | 4.2 |
| 11 | B | 0 | 11.3 | 0.73 | 1.2 |
| 13 | M | 3.55 | 5.15 | — | — |
| 13 | B | 2.1 | 7.8 | — | — |
| 11 | B | 2.2 | 9.3 | 1.2 | 1.4 |
| 4 | B | 0.5 | 14.7 | 1.55 | — |
| 4 | B | 1.45 | 12.1 | 1.35 | — |
| 10 | B | 1.1 | 7.5 | 1.6 | — |
| 11 | B | 3.1 | 26.85 | 4.85 | 3.1 |
| 3 | B | 5.3 | 31.7 | 1.85 | 1.3 |

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

| | | |
|---|---------------------------------|--|
| ZONA C.D. | ABSCISA INICIAL 2+720 | UNIDAD DE MUESTREO 011 |
| CODIGO VÍA | ABSCISA FINAL 2+755 | ÁREA DE MUESTREO 297,5 m² |
| INSPECCIONADA POR Caspito Bryan | | FECHA 17/01/23 |

| No. | Daño | No. | Daño |
|-----|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1 | Piel de cocodrilo. | 11 | Parqueo. |
| 2 | Exudación. | 12 | Pulimento de agregados. |
| 3 | Agrietamiento en bloque. | 13 | Huecos. |
| 4 | Abultamientos y hundimientos. | 14 | Cruce de vía férrea. |
| 5 | Corrugación. | 15 | Ahuellamiento. |
| 6 | Depresión | 16 | Desplazamiento. |
| 7 | Grieta de borde. | 17 | Grieta parabólica (slippage) |
| 8 | Grieta de reflexión de junta. | 18 | Hinchamiento. |
| 9 | Desnivel carril / berma | 19 | Desprendimiento de agregados. |
| 10 | Grietas long. y transversal. | | |

| DAÑO | SEVERIDAD | X | Y | LONGITUD | ANCHO |
|------|-----------|------|-------|----------|-------|
| 11 | B | 6 | 0 | 2,7 | 0,35 |
| 11 | M | 6,1 | 2,7 | 0,8 | 1,2 |
| 11 | B | 6,0 | 3,65 | 4,55 | 0,4 |
| 11 | B | 6,10 | 8,35 | 1,05 | 0,85 |
| 1 | M | 0,7 | 3,4 | 6,45 | 5,25 |
| 11 | B | 6,0 | 9,9 | 3,7 | 0,35 |
| 11 | B | 6,35 | 12,55 | 1,1 | 1,25 |
| 11 | B | 6,1 | 14,80 | 10,5 | 0,4 |
| 11 | M | 0,8 | 12,7 | 7 | 4,5 |
| 11 | M | 4,40 | 31,2 | 2,85 | 1,85 |
| 11 | B | 5,75 | 34 | 1,05 | 0,60 |

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

ZONA ABCISA INICIAL UNIDAD DE MUESTREO

CODIGO VÍA ABCISA FINAL ÁREA DE MUESTREO

INSPECCIONADA POR FECHA

| No. | Daño | No. | Daño |
|-----|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1 | Piel de cocodrilo. | 11 | Parcheo. |
| 2 | Exudación. | 12 | Pulimento de agregados. |
| 3 | Agrietamiento en bloque. | 13 | Huecos. |
| 4 | Abultamientos y hundimientos. | 14 | Cruce de vía férrea. |
| 5 | Corrugación. | 15 | Ahuellamiento. |
| 6 | Depresión | 16 | Desplazamiento. |
| 7 | Grieta de borde. | 17 | Grieta parabólica (slippage) |
| 8 | Grieta de reflexión de junta. | 18 | Hinchamiento. |
| 9 | Desnivel carril / berma | 19 | Desprendimiento de agregados. |
| 10 | Grietas long. y transversal. | | |

| DAÑO | SEVERIDAD | X | Y | LONGITUD | ANCHO |
|------|-----------|------|-------|----------|-------|
| 7 | M | 1,00 | 0 | 35,00 | 3,45 |
| 3 | B | 3,65 | 0,40 | 1,65 | 1,95 |
| 10 | B | 5,40 | 7,30 | 0,5 | 0,95 |
| 3 | M | 3,85 | 9,10 | 3,65 | 1,90 |
| 10 | M | 5,35 | 25,05 | 1,10 | 0 |
| 9 | M | 7,10 | 0 | 35,00 | 0 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

| | | |
|--|---------------------------------|--|
| ZONA C.D. | ABSCISA INICIAL 5+450 | UNIDAD DE MUESTREO 089 |
| CODIGO VÍA | ABSCISA FINAL 5+485 | ÁREA DE MUESTREO 252 m² |
| INSPECCIONADA POR Caspito Brayan | | FECHA 01/02/23 |

| No. | Daño | No. | Daño |
|-----|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1 | Piel de cocodrilo. | 11 | Parqueo. |
| 2 | Exudación. | 12 | Pulimento de agregados. |
| 3 | Agrietamiento en bloque. | 13 | Huecos. |
| 4 | Abultamientos y hundimientos. | 14 | Cruce de vía férrea. |
| 5 | Corrugación. | 15 | Ahuellamiento. |
| 6 | Depresión | 16 | Desplazamiento. |
| 7 | Grieta de borde. | 17 | Grieta parabólica (slippage) |
| 8 | Grieta de reflexión de junta. | 18 | Hinchamiento. |
| 9 | Desnivel carril / berma | 19 | Desprendimiento de agregados. |
| 10 | Grietas long. y transversal. | | |

| DAÑO | SEVERIDAD | X | Y | LONGITUD | ANCHO |
|------|-----------|------|-------|----------|-------|
| 19 | B | 5,35 | 1,85 | 2,60 | 0,45 |
| 3 | B | 1,65 | 0 | 3,90 | 1,80 |
| 3 | M | 0 | 9,60 | 1,15 | 7,00 |
| 3 | M | 1,50 | 13,15 | 13,45 | 3,30 |
| 10 | B | 5,70 | 24,10 | 10,90 | 0 |
| 10 | B | 0,75 | 29,30 | 2,40 | 0 |
| 7 | B | 6,90 | 25,00 | 10,00 | 0 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

| | | |
|--|---------------------------------|---|
| ZONA C.D. | ABSCISA INICIAL 6+220 | UNIDAD DE MUESTREO 111 |
| CODIGO VÍA | ABSCISA FINAL 6+255 | ÁREA DE MUESTREO 234,5m² |
| INSPECCIONADA POR Caspito Brayan | | FECHA 03/02/23 |

| No. | Daño | No. | Daño |
|-----|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1 | Piel de cocodrilo. | 11 | Parqueo. |
| 2 | Exudación. | 12 | Pulimento de agregados. |
| 3 | Agrietamiento en bloque. | 13 | Huecos. |
| 4 | Abultamientos y hundimientos. | 14 | Cruce de vía férrea. |
| 5 | Corrugación. | 15 | Ahuellamiento. |
| 6 | Depresión | 16 | Desplazamiento. |
| 7 | Grieta de borde. | 17 | Grieta parabólica (slippage) |
| 8 | Grieta de reflexión de junta. | 18 | Hinchamiento. |
| 9 | Desnivel carril / berma | 19 | Desprendimiento de agregados. |
| 10 | Grietas long. y transversal. | | |

| DAÑO | SEVERIDAD | X | Y | LONGITUD | ANCHO |
|------|-----------|------|-------|----------|-------|
| 7 | B | 6,05 | 9,40 | 18,70 | 0 |
| 10 | B | 3,70 | 28,85 | 0 | 1,20 |
| 10 | B | 2,70 | 30,40 | 0 | 1,50 |
| 3 | B | 5,30 | 30,80 | 1,20 | 0,90 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Anexo N° 13: Hojas de Inspección por Unidad de Muestra - Calzada izquierda

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| ZONA C.1 | ABSCISA INICIAL 2+370 | UNIDAD DE MUESTREO 1 |
| CODIGO VÍA | ABSCISA FINAL 2+405 | ÁREA DE MUESTREO 297.50 m² |
| INSPECCIONADA POR Aldair Araujo | | FECHA 17/01/23 |

| No. | Daño | No. | Daño |
|-----|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1 | Piel de cocodrilo. | 11 | Parqueo. |
| 2 | Exudación. | 12 | Pulimento de agregados. |
| 3 | Agrietamiento en bloque. | 13 | Huecos. |
| 4 | Abultamientos y hundimientos. | 14 | Cruce de vía férrea. |
| 5 | Corrugación. | 15 | Ahuellamiento. |
| 6 | Depresión | 16 | Desplazamiento. |
| 7 | Grieta de borde. | 17 | Grieta parabólica (slippage) |
| 8 | Grieta de reflexión de junta. | 18 | Hinchamiento. |
| 9 | Desnivel carril / berma | 19 | Desprendimiento de agregados. |
| 10 | Grietas long. y transversal. | | |

| DAÑO | SEVERIDAD | X | Y | LONGITUD | ANCHO |
|------|-----------|------|------|----------|-------|
| 4 | B | 4.9 | 0 | 4.75 | 0 |
| 4 | B | 5.6 | 0 | 10.75 | 0 |
| 4 | B | 6.85 | 3.55 | 4.4 | 0 |
| 10 | M | 0.65 | 0.05 | 1.35 | 0 |
| 10 | M | 1 | 2.6 | 1.1 | 0 |
| 10 | B | 4.4 | 5.1 | 1 | 0 |
| 5 | B | 6 | 0.1 | 7.6 | 2 |
| 5 | B | 6.1 | 8.25 | 14.45 | 2.2 |
| 13 | M | 0.10 | 16.2 | | 1 |
| 13 | M | 0.2 | 18.5 | | |
| 10 | B | 3.55 | 27.8 | 1 | 0 |
| 3 | B | 3.45 | 30.1 | 4.9 | 205 |

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

| | | |
|--|---------------------------------|---|
| ZONA C-1 | ABSCISA INICIAL 27965 | UNIDAD DE MUESTREO 18 |
| CODIGO VÍA | ABSCISA FINAL 31000 | ÁREA DE MUESTREO 297.50 m² |
| INSPECCIONADA POR Alvar Aráujo | | FECHA 20/01/23 |

| No. | Daño | No. | Daño |
|-----|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1 | Piel de cocodrilo. | 11 | Parqueo. |
| 2 | Exudación. | 12 | Pulimento de agregados. |
| 3 | Agrietamiento en bloque. | 13 | Huecos. |
| 4 | Abultamientos y hundimientos. | 14 | Cruce de vía férrea. |
| 5 | Corrugación. | 15 | Ahuellamiento. |
| 6 | Depresión | 16 | Desplazamiento. |
| 7 | Grieta de borde. | 17 | Grieta parabólica (slippage) |
| 8 | Grieta de reflexión de junta. | 18 | Hinchamiento. |
| 9 | Desnivel carril / berma | 19 | Desprendimiento de agregados. |
| 10 | Grietas long. y transversal. | | |

| DAÑO | SEVERIDAD | X | Y | LONGITUD | ANCHO |
|------|-----------|------|-------|----------|-------|
| 3 | B | 3,15 | 0,85 | 13,25 | 1 |
| 3 | B | 4,3 | 0 | 12,45 | 1,45 |
| 10 | B | 5,60 | 3,65 | 2,50 | — |
| 19 | B | 0 | 8,5 | 26,5 | 0,95 |
| 3 | B | 6,60 | 2,5 | 5,35 | 1,65 |
| 10 | B | 5,60 | 0 | 1,6 | — |
| 3 | B | 7,10 | 18,75 | 0,6 | 0,8 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| ZONA C.I. | ABSCISA INICIAL 34595 | UNIDAD DE MUESTREO 36 |
| CODIGO VÍA | ABSCISA FINAL 34630 | ÁREA DE MUESTREO 262.50 m² |
| INSPECCIONADA POR Midair Araujo | | FECHA 25/01/23 |

| No. | Daño | No. | Daño |
|-----|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1 | Piel de cocodrilo. | 11 | Parqueo. |
| 2 | Exudación. | 12 | Pulimento de agregados. |
| 3 | Agrietamiento en bloque. | 13 | Huecos. |
| 4 | Abultamientos y hundimientos. | 14 | Cruce de vía férrea. |
| 5 | Corrugación. | 15 | Ahuellamiento. |
| 6 | Depresión | 16 | Desplazamiento. |
| 7 | Grieta de borde. | 17 | Grieta parabólica (slippage) |
| 8 | Grieta de reflexión de junta. | 18 | Hinchamiento. |
| 9 | Desnivel carril / berma | 19 | Desprendimiento de agregados. |
| 10 | Grietas long. y transversal. | | |

| DAÑO | SEVERIDAD | X | Y | LONGITUD | ANCHO |
|------|-----------|------|------|----------|-------|
| 19 | A | 1,65 | 10,5 | 24,5 | 4,55 |
| 9 | M | 0 | 0 | 35 | — |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

| | | |
|---|---------------------------------|---|
| ZONA C-2 | ABSCISA INICIAL 5+590 | UNIDAD DE MUESTREO 93 |
| CODIGO VÍA | ABSCISA FINAL 5+625 | ÁREA DE MUESTREO 245.00 m² |
| INSPECCIONADA POR Albair Araujo | | FECHA 01/02/23 |

| No. | Daño | No. | Daño |
|-----|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1 | Piel de cocodrilo. | 11 | Parqueo. |
| 2 | Exudación. | 12 | Pulimento de agregados. |
| 3 | Agrietamiento en bloque. | 13 | Huecos. |
| 4 | Abultamientos y hundimientos. | 14 | Cruce de vía férrea. |
| 5 | Corrugación. | 15 | Ahuellamiento. |
| 6 | Depresión | 16 | Desplazamiento. |
| 7 | Grieta de borde. | 17 | Grieta parabólica (slippage) |
| 8 | Grieta de reflexión de junta. | 18 | Hinchamiento. |
| 9 | Desnivel carril / berma | 19 | Desprendimiento de agregados. |
| 10 | Grietas long. y transversal. | | |

| DAÑO | SEVERIDAD | X | Y | LONGITUD | ANCHO |
|------|-----------|------|-------|----------|-------|
| 3 | B | 5 | 0 | 8.40 | 1.20 |
| 3 | M | 3.7 | 0 | 16.00 | 0.90 |
| 10 | B | 5.75 | 12 | 1 | 0.45 |
| 10 | B | 5.70 | 13.50 | 1.10 | — |
| 3 | M | 2.30 | 16.05 | 18.95 | 3.80 |
| 10 | B | 5.60 | 14.80 | 1 | 1.10 |
| 7 | M | 0 | 10 | 1.60 | — |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

HOJA DE INSPECCIÓN DE CONDICIONES PARA UNIDAD DE MUESTRA

ZONA: CI ABCISA INICIAL: 6+220 UNIDAD DE MUESTREO: 111

CODIGO VÍA: ABCISA FINAL: 6+255 ÁREA DE MUESTREO: 245.00 m²

INSPECCIONADA POR: Aldair Araujo FECHA: 03/02/23

| No. | Daño | No. | Daño |
|-----|-------------------------------|-----|-------------------------------|
| 1 | Piel de cocodrilo. | 11 | Parqueo. |
| 2 | Exudación. | 12 | Pulimento de agregados. |
| 3 | Agrietamiento en bloque. | 13 | Huecos. |
| 4 | Abultamientos y hundimientos. | 14 | Cruce de vía férrea. |
| 5 | Corrugación. | 15 | Ahuellamiento. |
| 6 | Depresión | 16 | Desplazamiento. |
| 7 | Grieta de borde. | 17 | Grieta parabólica (slippage) |
| 8 | Grieta de reflexión de junta. | 18 | Hinchamiento. |
| 9 | Desnivel carril / berma | 19 | Desprendimiento de agregados. |
| 10 | Grietas long. y transversal. | | |

| DAÑO | SEVERIDAD | X | Y | LONGITUD | ANCHO |
|------|-----------|------|-------|----------|-------|
| 3 | B | 0,20 | 4,05 | 1,4 | 2 |
| 3 | B | 0,10 | 5,70 | 1,20 | 2,15 |
| 10 | B | 5,20 | 9,10 | — | 1,30 |
| 10 | B | 2,00 | 9,50 | 2,20 | — |
| 3 | B | 0,35 | 11,90 | 7,40 | 6,10 |
| 10 | B | 5,30 | 13,05 | — | 1,20 |
| 10 | B | 1,70 | 16,65 | 5,40 | — |
| 10 | B | 2,80 | 26,70 | 4,80 | — |
| 10 | B | 3,90 | 32,10 | 2,90 | — |

9,40